

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. М. АКУЛЛЫ
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ С ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМ ЦЕНТРОМ УНЦ РАН
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ МОЛЕКУЛ И КРИСТАЛЛОВ УНЦ РАН
ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ УНЦ РАН**

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ

**Тезисы докладов
Международной школы-конференции
для студентов, аспирантов и молодых ученых**

**У ф а
РИЦ БашГУ
2012**

УДК 51+53
ББК 22.1+22.3
Ф94

Сборник издан при финансовой поддержке РФФИ
(проект №12-01-06819_моб_г) и за счет внебюджетных средств БашГУ

Редакционная коллегия:

доктор химических наук, профессор **В.П. Захаров**;
доктор физико-математических наук, профессор **Р.Ф. Альмухаметов**
(ответственный редактор);
доктор физико-математических наук, профессор **Б.Н. Хабибуллин**;
доктор физико-математических наук, профессор **Е.Г. Екомасов**;
кандидат химических наук **В.В. Чернова**.
аспирант **Л.А. Габдрахманова**

Фундаментальная математика и ее приложения в естествознании:
тезисы докладов Международной школы-конференции для студентов,
аспирантов и молодых ученых /отв. ред. Р.Ф. Альмухаметов. - Уфа: РИЦ
БашГУ, 2012. - 304 с.

ISBN 978-5-7477-2800-4

В сборнике помещены тезисы докладов участников международной
школы-конференции для студентов, аспирантов и молодых ученых
«Фундаментальная математика и ее приложения в естествознании».

Тезисы докладов воспроизводятся с представленных авторами
оригиналов.

ISBN 978-5-7477-2800-0

УДК 51+53
ББК 22.1+22.3
Ф94
© БашГУ, 2012

ФИЗИКА

СЕКЦИЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»

УДК 537.622.5, 537.226.4

ОСОБЕННОСТИ ЦИКЛОИДАЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ СТРУКТУР В ПЛЕНКАХ ФЕРРИТА ВИСМУТА

Ахтарьянов Г.Ф.¹, Гареева З.В.², Звездин А.К.³

¹Башкирский государственный педагогический университет
им. М.Акумоллы, г. Уфа, Россия

²ИФМК УНЦ РАН, г. Уфа, Россия

³ИОФ РАН, г.Москва, Россия

В настоящее время активно ведутся исследования и поиск новых функциональных материалов нанoeлектроники, к которым относятся мультиферроики – материалы, реализующие магнитоэлектрический эффект. Одним из соединений, перспективных для технологических приложений, является феррит висмута BiFeO_3 , т.к. он имеет высокие температуры сегнетоэлектрического и магнитного упорядочения $T_C=820^\circ\text{C}$, $T_N=370^\circ\text{C}$. При температурах от -196°C (77 К) вплоть до температуры Нееля в феррите висмута реализуется циклоидальная антиферромагнитная структура [1].

В работе проведено теоретическое исследование особенностей спиральных магнитных структур в пленках феррита висмута, рассмотрено влияние поверхностной магнитной анизотропии на магнитное упорядочение, исследованы условия перехода из состояния с пространственной модуляцией спинов в однородное магнитное состояние.

Учет магнитоупругой энергии приводит к появлению дополнительной поверхностной магнитной анизотропии, связанной с ориентирующей подложкой. Проведенные расчеты показывают, что в пленках BiFeO_3 реализуются спирали с выделенным направлением вектора распространения, изменяется период, характер распределения спиновой плотности в модулированной структуре. Поверхностная анизотропия вызывает невзаимность циклоиды, подложка выделяет направление, по которому развивается спираль. Наличие поверхностной магнитной анизотропии приводит к смещению поля перехода в однородное магнитное состояние.

Литература

[1] А.В. Залесский и др. Письма в ЖЭТФ **71**, 682 (2000).

**ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ
НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ИТТРИЙ-ЖЕЛЕЗИСТОГО
ГРАНАТА**

Габбасов Р.Ф.¹, Гареева З.В.², Серегин С.В.², Дорошенко Р.А.²

¹Башкирский государственный педагогический университет

им. М.Акмиллы, г.Уфа, Россия

²ИФМК УНЦ РАН, г. Уфа, Россия

Гранаты, встречающиеся в природе, представляют собой сложные окислы кремния — силикаты, такие, как, например, $Mg_3Al_2Si_3O_{10}$.

В иттриево-железистом гранате ученых заинтересовали его магнитные свойства. Железосодержащие гранаты наиболее важные члены класса магнитных материалов, называемых ферритами, которые обладают магнитными свойствами и являются электрическими изоляторами. Их широко используют в технике связи и в еще больших масштабах используются в элементах памяти компьютеров, калькуляторов и телефонных систем в виде пленок, содержащих цилиндрические магнитные домены[1].

В работе были экспериментально изучены магнитные свойства нанокерамик иттриево-железистого граната. Была получена зависимость магнитных свойств наноструктурированного иттриево-железистого граната от параметров деформирования нанопорошка. В ходе эксперимента были построены графики зависимостей магнитной восприимчивости от напряженности магнитного поля. Проанализировав графики было видно, что наблюдается тенденция – при увеличении числа зерен (росте деформаций) намагниченность насыщения уменьшается, только один образец выпадает из общей зависимости. Это можно объяснить тем, что в нем присутствует аморфная фаза, это следует из результатов рентгеноструктурных исследований.

Поэтому различие их свойств определяется характером дефектности и качеством образцов: отклонением от стехиометрического состава, концентрацией точечных дефектов, уровнем микродеформаций, нарушениями кристалличности решетки.

Литература

1. Губин, С.П., Кокшаров Ю.А., Хомутов Г.Б., Юрков Г.Ю. Магнитные наночастицы // Успехи химии. – Т. 74. - №6. - 2005. – С.

THEORETICAL STUDY OF MAGNETIC PROPERTIES AND MULTIPLE TWIN BOUNDARY MOTION IN HEUSLER NI-MN-X SHAPE MEMORY ALLOYS USING FIRST PRINCIPLES AND MONTE CARLO METHOD

Kostromitin K.I., Buchelnikov V.D., Sokolovsky V.V.

Department of Physics

Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia.

Heusler alloys have attracted much attention in view of their unique properties such as shape memory effect, giant magnetocaloric effect and twins boundary motion [1]. Twins boundary motion is interesting physical phenomenon, which may be used in some device, such as actuators.

In the proposed model, we consider a three-dimensional real tetragonal lattice of Ni-Mn-X alloys taking into account the exchange interactions between first neighbors. Along all axes we consider the periodic boundary conditions. For description of magnetic part of Hamiltonian we choose Heisenberg model with continuous distribution projections of spins and apply an external magnetic field along the z axis. For the structural part we take the degenerate BEG model which allows us to describe the interaction between the elastic variables in austenite and martensite. The total Hamiltonian can be written as $H=H_m + H_{el} + H_{int}$,

$$H_m = - \sum_{\langle i,j \rangle} J_{ij}^{mag} \mathbf{S}_i \mathbf{S}_j - g \mu_B H_{ext} \sum_i S_{iz} - K_x \sum_i S_{ix}^2 - K_z \sum_i S_{iz}^2,$$

$$H_{el} = -J_{el} \sum_{\langle i,j \rangle} \sigma_i \sigma_j - K_{el} \sum_{\langle i,j \rangle} (1 - \sigma_i^2)(1 - \sigma_j^2) - k_B T \ln(p) \sum_i (1 - \sigma_i^2) - K_1 g \mu_B H \sum_i \delta(\sigma_i, \sigma_g) \sum_{\langle i,j \rangle} \sigma_i \sigma_j,$$

$$H_{int} = 2U \sum_{\langle i,j \rangle} \mathbf{S}_i \mathbf{S}_j (0.5 - \sigma_i^2)(0.5 - \sigma_j^2) - 0.5U \sum_{\langle i,j \rangle} \mathbf{S}_i \mathbf{S}_j.$$

Our simulations have shown that an applying of the external magnetic field at constant low temperatures leads to moving of twin boundary. The motion of twin boundary undergoes during transformation an unfavorable martensitic variant in another variant, which has the same direction as an external magnetic field. The velocity of twin motion depends on the external magnetic field and temperature and matches with experimental results [2].

References

1. Planes, L. Macosa, and M. Acet, Magnetocaloric effect and its relation to shape-memory properties in ferromagnetic Heusler alloys J. Phys.: Condens. Matter 21 (2009) 233201.
2. Q. Pan, R.D. James, Micromagnetic study of Ni₂MnGa under applied field, J. Appl. Phys. 87 (2000) 4702.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КВАДРУПОЛЬНОГО МОМЕНТА СОЛНЦА ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМИ ЭКСПЕРИМЕНТАМИ

Хамидуллин И.Р., Измаилов Р.Н., Исаев Р.Р.

Башкирский государственный педагогический университет им. М.
Акмуллы, г.Уфа, Россия

Анализ данных, полученных с космических аппаратов «Пионер 10/11», предполагает существование очень слабого, дальнедействующего аномального ускорения, $a_p = (8,74 \pm 1,33) \times 10^{-8}$ см/сек², в направлении Солнца [1,2858] на расстоянии от 20 а.е. до 60 а.е. Оно названо аномальным, т.к. это ускорение не рассчитывается обычным гравитационным ускорением, вызванным действием Солнца. Несмотря на несколько попыток интерпретировать данную аномалию в рамках различных моделей, эта проблема по-прежнему остается нерешенной.

Целью данной работы является расчет эффектов, касающихся метрики Эрэца-Розена, которая является наиболее подходящей, т.к. при $q = 0$ переходит в метрику Шварцшильда.

Наиболее подходящим решением для исследования эффекта массового квадрупольного момента является решение Эрэца-Розена, которое выводится из решения Шварцшильда с включенным в него произвольным квадрупольным моментом. В сферических координатах (t , r , θ , φ), и в экваториальной плоскости $\theta = \frac{\pi}{2}$, решение задано как:

$$ds^2 = -\left(1 - \frac{2m}{r}\right)e^{2q\psi} dt^2 + \left(1 - \frac{2m}{r}\right)^{-1} e^{2q(\gamma_0 - \psi)} dr^2 + r^2 e^{-2q\psi} d\varphi^2, \quad (1)$$

где m - шварцшильдовская масса, q - безразмерная константа, γ и ψ в общих функциях r и θ . Поверхностный член описывает сфероидальную конфигурацию, сплюснутую для $q < 0$, и вытянутую для $q > 0$.

Литература

- [1] Anderson, J. D. Indication, from Pioneer 10/11, Galileo, and Ulysses Data, of an Apparent Anomalous, Weak, Long-Range Acceleration/ J. D. Anderson, P. A. Laing, E. L. Lau, A. S. Liu, M. M. Nieto, S. G. Turyshev // Phys. Rev. Lett. 1998. Vol. 81. P. 2858–2861
- [2] H. Quevedo, H. Multipole moments in general relativity. Static and stationary vacuum solutions // Fortschr. Phys. 1990. Vol. 38. P. 733-840.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЦЕПОЧЕК И ПЛОСКОСТЕЙ ИЗ СФЕРИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ ТИТАНА С СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЕМ

Анзулевич А.П.¹, Бутко Л.Н.¹, Лихарев Д.С.¹, Моисеев С.Г.²

¹Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

²Ульяновский государственный университет, г. Ульяновск, Россия

В последнее время значительно вырос интерес к СВЧ-спеканию металлических проводящих порошков. В связи с этим в работе исследуется взаимодействие плоской СВЧ-волны с цепочками и плоскостями из сферических проводящих микрочастиц, покрытых оболочкой. Результаты исследования позволяют более полно и детально понять механизмы нагрева проводящих nano- и микропорошков под воздействием СВЧ-излучения.

Рассматривалось три случая падения плоской волны на цепочку из трёх плотно расположенных сферических частиц: падение волны вдоль цепочки, падение волны поперёк цепочки с электрическим вектором, направленным вдоль и поперёк цепочки. И три случая падения на слой частиц: перпендикулярно к слою, параллельно к поверхности слоя с вектором электрической индукции перпендикулярно и параллельно к слою.

Волна падает вдоль оси x , электрический вектор направлен вдоль z . Все параметры для частицы соответствуют Ti , для оболочки – TiO_2 . Частота падающей волны $\omega = 10^{11} Гц$, размер частицы с оболочкой $r_{внеш} = 3 мкм$, без оболочки - $r_{внут} = 2,7 мкм$.

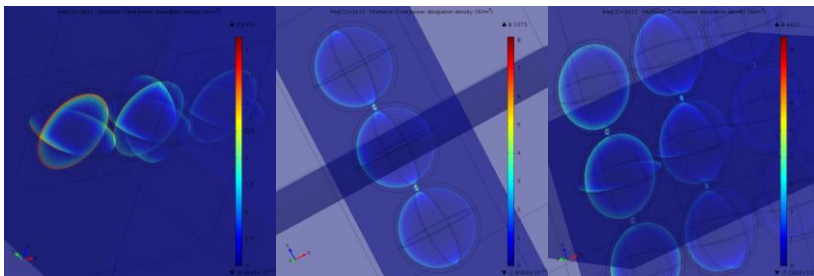


Рис. 1 Плотность полной поглощаемой мощности ($Вт / м^3$)

Из рисунка видно, что кроме резистивных потерь внутри проводящих частиц, имеют место потери в оксидной оболочке из-за сильной локализации поля между частицами вдоль оси z . Кроме того, можно увидеть, что потери в оболочке больше, но они носят точечный характер.

Работа поддержана Министерством образования и науки РФ.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПЛАСТА МЕТОДОМ УЧЕТА ЭВОЛЮЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ ВДОЛЬ СТВОЛА ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ

Хузин М.А.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Практически все существующие на сегодняшний день виды гидродинамических исследований скважин [1, 2] используют один датчик для замера давления и дебита (или приемистости в случае нагнетательных скважин), которые находятся на устье или забое скважины.

Предполагается, что расположенные вдоль ствола датчики позволяют исследовать положение неоднородностей в направлении, параллельном стволу скважины, а исследования с помощью переходных режимов позволят определить удаленность таких неоднородностей. Линейный режим притока описывается уравнением [3]:

$$P_{wb} - P_i = \frac{qB}{L_w h} \sqrt{\frac{\mu}{k_h \varphi c_i}} + \frac{qB}{L_w \sqrt{k_v k_h}} (S_x + S_z + S) \quad (1)$$

Здесь: P_{wb} – забойное давление, Па; P_i – начальное пластовое давление, Па; q – дебит (в случае отрицательного знака - приемистость), м³/с; B – объемный коэффициент в долях; L_w – длина горизонтального ствола скважины, м; h – мощность пласта, м; μ – вязкость флюида, Па*с; k_h – проницаемость в горизонтальном направлении, Д; k_v – проницаемость в вертикальном направлении, Д; φ – пористость в долях; c_i – суммарная сжимаемость горной породы и флюида Па⁻¹; t – время, с; S_x – скин-фактор за счет неполного вскрытия пласта в горизонтальном направлении; S_z – скин-фактор за счет неполного вскрытия пласта в вертикальном направлении; S – скин-фактор за счет загрязнения призабойной зоны.

Были промоделированы различные случаи неоднородного распределения проницаемости для решения обратной задачи определения поля проницаемости. Рассмотрены условия применимости метода.

Литература

- [1] Liang-Biao Ouyang and Ramzy Sawiris. // Production and Injection Profiling: A Novel Application of Permanent Downhole Pressure Gauges. SPE 84399. 2003.
 [2] Волкотт Д. // Разработка месторождений заводнением. М.: 2001.
 [3] S.D. Joshi. // Horizontal Well Technology. Pennwell Books 1991.

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ТРАНСПОРТА В КИРАЛЬНЫХ МАГНЕТИКАХ С ГЕЛИКОИДАЛЬНЫМ УПОРЯДОЧЕНИЕМ

Проскурин И.В.¹, Овчинников А.С.¹, Kishine J², Togawa Y³

¹ Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург; ² The Open University of Japan, Токио, Япония; ³ Osaka Prefecture University, Осака, Япония

В магнитных кристаллах, принадлежащих к киральной пространственной группе, может сформироваться структура, в которой намагниченность оказывается модулированной вдоль некоторой пространственной оси, при этом при движении вдоль этой оси вектор намагниченности вращается в перпендикулярной плоскости. Такие модулированные структуры получили название *киральных гелимагнетиков*.

С точки зрения возможного практического применения в магнетоэлектронике отдельного внимания заслуживает киральный гелимагнетик $\text{Cr}_{1/3}\text{NbS}_2$, в котором одновременно сосуществуют две магнитные подсистемы: подсистема локализованных спинов $3/2$ на ионах Cr^{3+} и подсистема электронов проводимости в $4d$ -зоне, образованной атомами Nb. Было предсказано теоретически, что в этом случае взаимодействие тока подвижных носителей с локальной намагниченностью может приводить к таким эффектам, как особенности в магнетосопротивлении [1] или индуцированному движению магнитной структуры [2].

В недавних экспериментах по лоренцевской просвечивающей электронной микроскопии и малоугловой дифракции электронов на монокристаллах $\text{Cr}_{1/3}\text{NbS}_2$ [3] было доказано формирование в этом соединении магнитной солитонной решетки (полном согласии с теоретическими предсказаниями), что позволяет надеяться на экспериментальное обнаружение эффектов, предсказанных в [1,2].

И.В.П выражает благодарность фонду «Династия». Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 12-02-31565 и программы «Конкурс молодых ученых УрФУ 2012».

1. Kishine, Proskurin, Ovchinnikov, Phys. Rev. Lett. **107**, 017205 (2011)
2. Kishine, Ovchinnikov, Proskurin, Phys. Rev. B **82**, 064407 (2010)
3. Togawa et al., Phys Rev. Lett. 108, 107202 (2012)

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ АККРЕЦИОННОГО ДИСКА КРОВОЙ НОРЫ

Михайлов С.Н., Арсланова Ю.А., Измаилов Р.Н.
БГПУ им.М.Акмиллы,г. Уфа, Россия

В данной работе рассмотрена статическая и сферически-симметричная метрика [1]

$$dS^2 = -e^{2\Phi(r)} dr^2 + \frac{dr^2}{1-\frac{b(r)}{r}} + r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2), \quad (1)$$

которая описывает геометрию кротовой норы с двумя одинаковыми асимптотически плоскими областями, объединенными в горловине с радиусом $r_0 > 0$. $\Phi(r)$ и $b(r)$ – произвольные функции радиальной координаты r , где $\Phi(r)$ – функция красного смещения, $b(r)$ – функция состояния. Сформулированы общие требования на метрические коэффициенты, при выполнении которых можно считать, что данная метрика описывает кротовую нору (а именно, условие существования двух обширных областей и отсутствие горизонтов [3]).

Используя отталкивающий/притягивающий характер геометрии кротовых нор [2], приведен анализ для частиц, движущихся по круговым орбитам вокруг кротовой норы. Эти частицы неустойчивы при конкретном случае $\Phi_{,r}(r) > 0$.

Эффективный потенциал, определяющий геодезическое движение тестовых частиц в экваториальной плоскости метрики записан в виде[1]:

$$V_{eff}(r) \equiv e^{2\Phi} \left(1 + \frac{\dot{L}^2}{r^2} \right) \quad (2)$$

Частницы, движущиеся по кеплеровским орбитам вокруг компактного объекта со скоростью вращения $\Omega = \frac{d\varphi}{dt}$, имеют конкретные значения энергии \tilde{E} и угловой момент \tilde{L} , которые в стационарном состоянии тонкой модели диска зависят только от радиуса орбит.

В работе были проанализированы физические и геометрические свойства компактных объектов, образованных аккреционными потоками, а также показаны характеристики электромагнитных волн, образованных в электромагнитном спектре тонких аккреционных дисков вокруг кротовой норы. Данный анализ позволяет по характеристикам электромагнитного спектра отличать кротовые норы от других компактных объектов, таких как черные дыры. Интересно также обобщить результаты анализа, проведенного в этой работе в стационарном и осесимметричном пространстве-времени кротовой норы, и сравнить эмиссионные спектры с решениями Керра.

Литература

1. T. Harko, Z. Kov'acs, F. S. N. Lobo// Electromagnetic signatures of thin accretion disks in wormhole geometries, (2008).

2. F. S. N. Lobo, Phys. Rev. D 75, 024023 (2007).
3. Бронников, К.А./ К.А. Бронников, С.Г. Рубин// Лекции по гравитации и космологии// М. 2008.

УДК 523.11

ПРОВЕРКА УСЛОВИЙ РАСХОДИМОСТИ ДЛЯ КРОВОЙ НОРЫ С ТОНКОЙ ОБОЛОЧКОЙ

Арсланова Ю.А., Хайбуллина А.Р., Измаилов Р.Н., Камал К.Н.

Башкирский государственный педагогический университет им.М.Акумуллы,
г. Уфа, Россия

В данной работе рассмотрена кротовая нора с источниками в виде тонких оболочек. Для построения такой кротовой норы используется метод Виссера “Вырезать и вставлять”[1]. Такие кротовые норы связаны с топологическими дефектами как космические струны, которые предусмотрены как природные строительные блоки[2].

Общая метрика для цилиндрически симметричного пространства-времени дана в виде[3]:

$$d\tau^2 = -A(\rho)dt^2 + B(\rho)d\rho^2 + C(\rho)d\varphi^2 + D(\rho)dz^2, \quad (1)$$

где $A(\rho), B(\rho), C(\rho), D(\rho) > 0$

Проверено условие радиальной расходимости, где Бронников и Лемос [4] записали, что $C'(a) > 0$ для некомпактных цилиндрических кротовых нор. Это условие, может вести к возможному веществу кротовой норы с $\sigma > 0$.

Проверены нулевое энергетическое и слабое энергетическое условия, где нарушение их в горловине является минимальным требованием существования кротовых нор[1].

Получены компоненты уравнения поля оболочки для статичного случая

$$\sigma(a) = -\frac{1}{8\pi\sqrt{B(a)}} \left[\frac{C'(a)}{C(a)} + \frac{D'(a)}{D(a)} \right], \quad (2)$$

$$p_\varphi = \frac{1}{8\pi\sqrt{B(a)}} \left[\frac{D'(a)}{D(a)} + \frac{B'(a)}{B(a)} \right], \quad (3)$$

$$p_z = \frac{1}{8\pi\sqrt{B(a)}} \left[\frac{C'(a)}{C(a)} + \frac{B'(a)}{B(a)} \right]. \quad (4)$$

В работе кротовая нора описана метрикой

$$d\tau^2 = (1 + 2\Phi)(-dt^2 + dz^2) + d\rho^2 + (1 - 4\Phi)\rho^2 d\varphi^2, \quad (5)$$

где Φ потенциал Ньютона, $\delta = \lambda^{1/2}M^{-1}$ размер ядра дефекта, λ, M и a безразмерные константы.

Получено, что положительная плотность энергии может быть достигнута только за счет принесения поверхности к условию расходимости. Однако, слабое энергетическое условие не может строго сохраниться как $\sigma + p_z < 0$ для всех рассматриваемых переменных радиуса. В итоге, заключено, что кротовая нора нарушает энергетические условия, если используется условие расходимости. Однако, она неустойчива при возмущениях сохранении цилиндрической симметрии. Это построено в радиусах на нашем примере, где $C'(a) > 0$ и $(CD)'(a) < 0$ выполняется одновременно, но потом из этого следует, что $D(a) < 0$. Таким образом, в нашем примере условие Бронникова-Лемоса нарушено.

Литература

4. M.Visser, Lorentzian Wormholes-From Einstein to Hawking, AIP, New York (1995)
5. C. Bejarano, E.F.Eiroa and C.Simeone, Phys. Rev. D 75, 0275501
6. E.F. Eiroa and C. Simeone, Phys. Rev. D 81, 084022 (2010)
7. K.A.Bronnikov and J.P.S.Lemos, Phys. Rev. D 79, 104019 (2009)

УДК 537.622.6

ПРОЦЕСС НАМАГНИЧИВАНИЯ И СПИНОВАЯ ЩЕЛЬ В ДВУМЕРНОМ ОРГАНИЧЕСКОМ ФЕРРИМАГНЕТИКЕ VIPNNBNO

Синицын В.Е., Бострем И.Г., Овчинников А.С.

ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

г. Екатеринбург, Россия

Предметом исследования в настоящей работе является процесс низкотемпературного намагничивания двумерного органического ферримагнетика VIPNNBNO . Моделью данного соединения могут служить ферримагнитные цепочки $(1,1/2)$, связанные двумя типами антиферромагнитного взаимодействия. Поведение такой системы в сильных магнитных полях может быть изучено в приближении слабозаимодействующих цепочек, а появление синглетного плато в слабых полях есть результат проявления ферримагнетизма нелибматтисовского типа. Прямые вычисления методом точной диагонализации предсказывают, что существенную роль в стабилизации синглетной фазы играет фрустрирующее межцепочечное взаимодействие. Это также подтверждается бозонизацией минимальной системы, включающей аналогичные межцепочечные взаимодействия — спиновой лестницы-трубки с ферромагнитными «перекладными».

**КРИТИЧЕСКИЕ ПОЛЯ ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЯ СЛАБЫХ
ФЕРРОМАГНЕТИКОВ С ДЕФЕКТАМИ АНИЗОТРОПИИ**

Шафеев Р.Р., Назаров В.Н.*

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

*ИФМК УНЦ РАН, г.Уфа, Россия

Известно, что результатом действия сверхбыстрого лазерного импульса на магнетики является зарождение зародыша новой фазы в области температуры спин-переориентационного фазового перехода [1], при котором происходит зарождение пары взаимодействующих межфазных стенок. При этом в образце магнетика могут возникать не только локальные изменения («дефекты») параметра обменного взаимодействия, но и изменения магнитной анизотропии. Всевозможного рода дефекты решетки, приводящие к зарождению домена новой фазы, оказывают влияние на процессы перемагничивания [2]. Поэтому для понимания полной картины перемагничивания в реальных магнетиках необходимо знать о процессе зародышеобразования как на начальной стадии, так и его последующую динамику. Представляет также интерес включение внешнего магнитного поля и его влияние на динамику зародыша новой фазы при наличии дефектов в магнетиках.

В настоящей работе, теоретически, с помощью солитонной модели [3], исследована эволюция зародыша новой фазы вблизи точки спин-переориентационного фазового перехода первого рода в магнетиках во внешнем магнитном поле. Показано влияние внешнего поля и одномерных дефектов магнитной анизотропии на динамику такого зародыша. Управляя внешним магнитным полем, можно изменять характер динамики магнитной неоднородности, как в случае начальной амплитуды зародыша больше критической, так и меньше критической. В зависимости от значения внешнего поля можно добиться локализации зародыша новой фазы на дефекте магнитной анизотропии, либо выходу за дефект, приводящему к перемагничиванию образца. При больших размерах дефекта малые магнитные поля могут приводить к зарождению и росту доменов новой фазы. Выявлены и оценены величины критических полей, которые приводят к перемагничиванию образца.

Литература

- [1] A.V. Kimel, A. Kirilyuk, A. Tsvetkov, R.V. Pisarev, Th. Rasing. *Nature*, **429**, 850 (2004).
[2] A. Hubert, R. Schafer. *Magnetic domains*. Springer-Verlag, Hedelberg–Berlin (1998). 696 p.
[3] В.Н. Назаров, Р.Р. Шафеев, М.А. Шамсутдинов, И.Ю. Ломакина. *ФТТ*, **54**, 282 (2012).

© Шафеев Р.Р., Назаров В.Н. 2012 г.

УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ КИНКА МОДИФИЦИРОВАННОГО УРАВНЕНИЯ SIN-ГОРДОНА С ПОМОЩЬЮ ЧАСТОТНО-МОДУЛИРОВАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

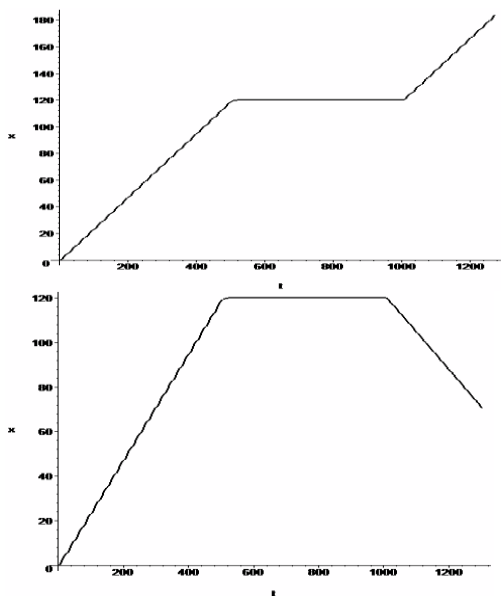
Закирьянов Ф.К., Фахретдинов М.И.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В работе представлены некоторые результаты, демонстрирующие возможность управления движением кинка МУСГ внешним периодическим воздействием. Исходным для анализа является уравнение sin-Гордона, модифицированное с учётом диссипации и внешнего воздействия:

$$\varphi_{tt} - \varphi_{xx} + \sin \varphi = -\beta \varphi_t + A_0 \cos \psi(t) \quad (\text{МУСГ})$$

Наибольший интерес с точки зрения возможностей управления представляет случай *малых* коэффициента диссипации β и амплитуды внешней силы A_0 . В случае частотно-модулированной внешней силы $\psi(t) = \omega_0 t + A \cos \omega t$.



Движением кинка можно управлять, меняя параметры внешней силы: например, кинк начал движение при включении внешней силы, затем остановился, когда внешнее воздействие выключили, и возобновил движение при его повторном включении.

Во втором случае кинк начал движение при включении внешней силы, затем остановился, когда внешнее воздействие выключили, и возобновил движение в **противоположном направлении** при включении внешнего воздействия с *вдвое меньшей* частотой ω_0 .

Полученные результаты демонстрируют возможность управления движением кинка МУСГ и служат теоретической основой управления различными физическими (и не только) процессами.

**NONLINEAR DYNAMICS OF THE DOMAIN WALLS IN MAGNETIC
WITH AN OPTIONAL MODULATION OF THE
PARAMETERS SYSTEM**

Murtazin R.R.¹, Ekomasov E.G.¹, Shapaeva T.B.², Gumerov A.M.¹

¹Physical-Technical Institute, Bashkir State University, Russian Federation.

²Department of Physics, Lomonosov Moscow State University,
Russian Federation

One line in theoretical investigations of the influence of defects on magnetic inhomogeneity is considering the possibility of a spatial dependence of the parameters of the materials under study. Since microscopic calculation is generally quite difficult, we have to model the functions describing the parameters of inhomogeneous material. Approximation of a defect in the form of a flat magnetic inclusion, either infinitely thin or having a finite thickness is often used for ferromagnets. The effect of flat magnetic inclusions on the static and certain dynamic properties of magnetic inhomogeneities has been studied both analytically and using numerical methods [1].

In this work we have investigated the origin and evolution of the dynamic magnetic inhomogeneities, appearing after the passage of a DW through a defect. In the one-dimensional modulation of the magnetic parameters this is a weakly damped breather and a soliton, in the two-dimensional modulation of the magnetic parameters this is a pulson and 2D soliton. The evolution of a DW is trapped in the defect has been considered. The translational and pulsation modes of the DW have been calculated. We have investigated for the case of 2D magnetic inhomogeneity the dynamic of solitary deflection waves, which appear on the DW crossing of defect. It's shown that the solitary deflection wave appears as "kink on kink". Dependences of maximum amplitude solitary deflection waves on DW speed and on inhomogeneity magnetic parameters in case of DW motion in an external magnetic field was found. In the presence of the magnetic field it was obtained the dependence of the speed and acceleration of the DW on the amplitude and duration of pulsed magnetic field. We have compared these results with known analytical, numerical and experimental data.

References

1. E.G. Ekomasov et al., The Physics of Metals and Metallography 112, 213 (2011).

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДОМЕННЫХ ГРАНИЦ В СЛАБЫХ ФЕРРОМАГНЕТИКАХ С МОДУЛЯЦИЕЙ МАГНИТНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Гумеров А.М., Кудрявцев Р.В., Богомазова О.Б.
Башкирский государственный университет, Уфа, Россия

Одним из теоретических направлений исследования влияния дефектов на магнитные неоднородности является учет, в рамках термодинамической теории, возможности пространственной зависимости параметров материала. Хотя имеется хорошо разработанная теория возмущений для этого уравнения [1], для случая произвольных изменений параметров материала необходимо использовать численные методы [2]. Есть и экспериментальные работы, исследующие изменение структуры доменной границы (ДГ) при пересечении дефекта (см. например [3]). Представляет интерес изучение динамики ДГ в ферромагнетиках с произвольной по величине одномерной модуляцией магнитных параметров, в том числе, и с точки зрения возбуждения и излучения нелинейных волн.

Для случая неоднородности константы магнитной анизотропии (НКМА) при определенных условиях наблюдалось отражение ДГ от области НКМА, связанное с резонансным взаимодействием ДГ и магнитной неоднородности типа бризера, возбуждаемой в области НКМА. С помощью метода коллективных координат [1] построена аналитическая модель, учитывающая возбуждения бризера и показывающая качественное совпадение с результатами численных расчетов. При наличии нескольких областей НКМА показана возможность квазитунелирования ДГ (т.е. прохождения частицей барьера при скорости ниже предельной) и зарождения магнитных неоднородностей мультисолитонного типа в виде связанного состояния кинка и бризера. В пределе небольших амплитуд колебаний бризеров аналитически был рассчитан характер взаимодействия, который с хорошей точностью соответствует численным результатам. Работа поддержана грантом РФФИ 10-02-00594-а.

Литература

1. Браун О.М., Кившарь Ю.С. Модель Френкеля-Контровой. Концепции, методы, приложения. Москва. М.: Физматлит, 2008.
2. Екомасов Е.Г., Азаматов Ш.А., Муртазин Р.Р. // ФММ **105**. 2008.
3. Четкин М.В., Курбатова Ю.Н. // ФТТ **43**. 2001.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ СОЛИТОННОЙ РЕШЕТКИ В ПОПЕРЕЧНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ

Синицын В.Е.

Институт естественных наук, УрФУ, Екатеринбург, Россия

Преобразование магнитной энергии, связанной с локализованными моментами, в электрическую энергию свободных носителей реализуется через генерацию спин движущей силы. Этот процесс отражает содержание теоремы взаимности Онсагера, которая утверждает, что если приложенный ток вызывает движение доменной стенки, то и движущая доменная стенка индуцирует ток. Недавно, этот эффект, предсказанный теоретически [1], нашел свое экспериментальное подтверждение [2]. Генерация спин движущей силы с помощью приложенного внешнего магнитного поля - одно из современных направлений спинтроники, ведущее к созданию спиновых батарей.

Киральные магнетики, такие как MnSi и FeGe, стали предметом активных исследований в связи с их потенциальным применением в спинтронике [3]. Недавно, методом лоренцевской микроскопии и малоугловой дифракции нейтронов было показано, что в другом представителе киральных магнетиков, полупроводнике $\text{Cr}_{1/3}\text{NbS}_2$, реализуется киральный геликоидальный магнитный порядок, который трансформируется в солитонную решетку при наложении внешнего магнитного поля, перпендикулярного геликоидальной оси [4]. Спин движущая сила, создаваемая динамикой магнитной солитонной решетки, открывает новые функциональные возможности киральных магнетиков для потенциальных устройств спинтроники.

Электрическое поле, определяемое динамикой неоднородной намагниченности, меняющейся вдоль геликоидальной оси z , является выражение [5]

$$E(z, t) = \frac{\hbar}{2} \sin \theta (\partial_z \theta \partial_t \varphi - \partial_z \varphi \partial_t \theta)$$

в котором углы θ и φ параметризуют локальный спиновый момент. Нами была рассмотрена генерация напряжения под действием двух перпендикулярных полей. Одно поле, поперечное H_x , формирует солитонную решетку, второе — продольное H_z , порождает ее динамику. Гамильтониан системы включает симметричный гайзенберговский обмен и антисимметричный обмен Дзялошинского-Мория между ближайшими спинами, а также зеемановское взаимодействие локальных моментов с внешними полями.

В процессе решения задачи нами была получена система дифференциальных уравнений для углов θ и φ . Поскольку для

корректного описания системы рассматривались цепочки длиной до 100 000 узлов, а уравнения требовалось проинтегрировать с большой точностью на 20 000 – 30 000 условных времен, для выполнения данной задачи применялись высокоточные методы численного решения систем дифференциального уравнения, а также приемы параллельного программирования на видеокартах.

В результате численного моделирования было установлено, что спиновая цепочка начинает движение в скрещенных магнитных полях, а также получены зависимости скорости от величины магнитного поля. Также была изучено поведение цепочки в магнитном поле, приложенном под углом к оси и построена зависимость скорости от угла.

Результаты численных расчетов использовались для вычисления спин движущей силы.

Работа поддержана грантом РФФИ № 12-02-31565.

Литература

1. S.E. Barnes, S. Maekawa, Phys. Rev. Lett., **98**, 246601 (2007).
2. S.A. Yang et al., Phys. Rev. Lett., **102**, 067201 (2009).
3. F. Jonietz et al., Science **330**, 1648 (2010).
4. Y. Togawa, T. Koyama, K. Takayanagi, S. Mori, Y. Kousaka, J. Akimitsu, S. Nishihara, K. Inoue, A.S. Ovchinnikov, and J. Kishine, Phys.Rev.Lett. **108**, 107202 (2012).
5. G.E. Volovik, J. Phys. C **20**, L83 (1987).

ДИНАМИЧЕСКИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ МАГНИТНЫХ ВИХРЕЙ В СПИН-ВЕНТИЛЬНОМ НАНОСТОЛБЧАТОМ ГЕНЕРАТОРЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СВЧ СИГНАЛА

Екомасов А.Е.¹, Хвальковский А.В.², Звездин К.А.², Екомасов Е.Г.¹

¹-Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

²-Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН г. Москва, Россия

В работе проведено численное исследование динамики намагниченности СТНГ, состоящего из трёх слоёв (Рy 4/Cu 10/Рy 15nm) (см. рисунок), в котором намагниченность обоих Рy слоёв может быть поддерживаться в вихревом состоянии, схоже с системой изученной экспериментально в [1]. Когда электрический ток проходит через столбик, возбуждается режим, соответствующий сдвоенной вихревой динамике. Мы изучаем динамику вихревых состояний при различных значениях электрического тока и внешнего перпендикулярного плоскости образца, магнитного поля. Сравнение полученных результатов с результатами эксперимента, показывает хорошее качественное соответствие между критическими полями переключения направления поляризации коров для различных токов. Для случая малых токов (15-28 мА) поле переключения кора вихря в тонком слое меньше по величине, чем в толстом слое, аналогично экспериментальным результатам. Для случая больших токов (31-40 мА) поле переключения кора вихря в тонком слое больше по величине, чем в толстом слое, аналогично экспериментальным результатам.

Проведенное моделирование позволяет сделать интересное заключение о том, что и динамический [2], и статический [3] сценарии переключения могут наблюдаться при различных полях/токах.

Работа частично поддержана грантом РФФИ 10-02-01162.

Литература

1. N. Locatelli et al. // Appl. Phys. Lett. **98**, 062501 (2011).
2. V. Khvalkovskiy, A. N. Slavin, J. Grollier, et al. //Appl. Phys.Lett., **96**, 022504 (2010).
3. Thiaville, J. M. Garcia, R. Dittrich, et al. // Phys. Rev. B **67**, 094410 (2003).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КРИСТАЛЛОВ

Бутько Л.Н.¹, Анзулевич А.П.¹, Лихарев Д.С.¹, Моисеев С.Г.²

¹Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

²Ульяновский государственный университет, г. Ульяновск, Россия

В настоящее время являются актуальными фундаментальные исследования, направленные на создание и изучение веществ и материалов с уникальными свойствами, которые не встречаются в природных веществах, например, композитов с одновременно отрицательными диэлектрической и магнитной проницаемостями или искусственных магнетиков, состоящих из немагнитных компонентов. Именно с использованием таких моделей удастся теоретическим и расчетным путем определить условия проявления аномальных электродинамических эффектов и установить требования к подготовке эксперимента

Рассматривалось падение плоской электромагнитной волны на структуру из тонких параллельных проводящих цилиндров, помещенных в диэлектрическую матрицу.

Волна падает вдоль оси u , электрический вектор направлен вдоль x .

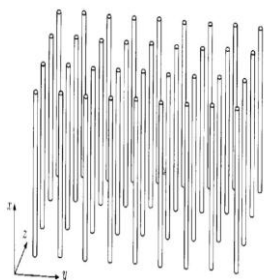


Рис 1 Модель электромагнитного кристалла.

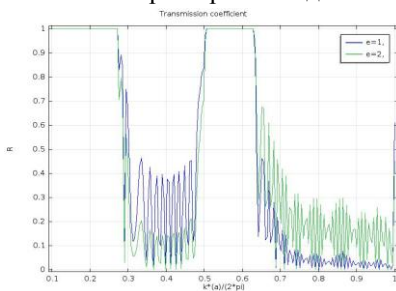


Рис 2 Зависимость отражения ЭМВ от частоты, периода решетки, проницаемости матрицы

На полученном графике (рис.2) видно чередование «окон прозрачности» (коэффициент отражения меньше единицы) и «запрещенных зон» (коэффициент отражения близок к единице), в которых эффективная диэлектрическая проницаемость отрицательна.

Работа поддержана Министерством образования и науки РФ.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ГАМИЛЬТОНИАНОВОГО ПОДХОДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИУСА ГАЛО ГАЛАКТИКИ

Хайбуллина А.Р., Фазлыев Д.И., Измаилов Р.Н.

Башкирский государственный педагогический университет им. М.

Акмуллы, г.Уфа, Россия

Исходя из экспериментальных наблюдений, можно заключить, что если темная материя существует, то она начинает увеличивать свою массу с возрастанием расстояния от рассматриваемых галактик. В кластерах распределение темной материи с расстоянием уменьшается [1].

Целью работы является демонстрация применения гамильтоновой системы для определения максимального радиуса вокруг центра галактики, внутри которой могут существовать стабильные круговые орбиты массивных пробных частиц.

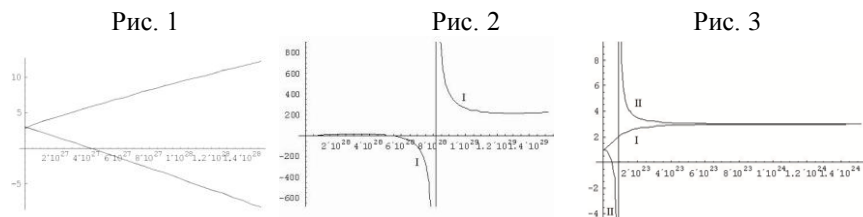


Рис.1 График для одной из наблюдаемых линз (Abell 2744, $M = 2.90410^{18}$ см., $RE = 2.97410^{23}$ см.), показывает, что стабильные вещественные радиусы существуют для всех радиусов в промежутке $R > R_E$ при $z = +7.410^{-28}$ см⁻¹, где q_0 – стабильность в точках равновесия, R_E – радиуса Эйнштейна, R_{sing} –сингулярный радиус, z -параметр, характеризующий темную материю, пропорциональный обратной величине Хаббла.

Рис.2 График функции q_0 при $z = -7.410^{-28}$ см⁻¹, показывает, что сингулярные радиусы появляются на расстоянии $R_{sing} = 8.14410^{28}$ см $> RdS$.

Рис. 3. График функции q_0 при $z = -7.410^{-28}$ см⁻¹. Радиусы сингулярности появляются при $R_{sing} = 9,11410^{22}$ см $< R_E$.

Анализ с помощью гамильтоновой системы дает результат для подобных орбит только при отрицательном значении z . [2]

Литература

- [1] Sahni V. Dark matter and dark energy. - Lect. Notes Phys., -2004. - P. 14-47
 [2] Mannheim P. D., Exact vacuum solution to conformal Weyl gravity. - Astrophysical Journal. - 1989.- P. 342-348

РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЕТОВЫХ ИМПУЛЬСОВ В СИСТЕМЕ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ РТ- СИММЕТРИЧНЫХ КАПЛЕРОВ

Сучков С.В.

Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, г.Уфа, Россия

Недавно в работе [1] было показано, что системы с не эрмитовым гамильтонианом могут обладать полностью вещественным спектром, если они удовлетворяют так называемому условию РТ симметрии. В оптике данное условие означает, что потенциал системы обладает следующим свойством симметрии $V(x) = V^*(-x)$. Распространение оптических сигналов в реальных системах неизбежно ведет к потерям различного рода. Оказывается, если удастся сбалансировать оптические потери усилением определенным образом, можно получить систему обладающую свойством РТ симметрии, т.е. несмотря на наличие потерь и усиления в системе, энергия собственных мод будет сохраняться.

В данной работе рассматривается система взаимосвязанных РТ симметричных каплеров – пар волноводов со сбалансированным усилением в одном из них и потерями в другом. Данная система описывается системой дискретных нелинейных уравнений Шредингера

$$\frac{\partial u_n}{\partial z} = \rho u_n + i v_n + i |u_n|^2 u_n + iC(u_{n-1} - 2u_n + u_{n+1}),$$

$$\frac{\partial v_n}{\partial z} = -\rho v_n + i u_n + i |v_n|^2 v_n + iC(v_{n-1} - 2v_n + v_{n+1}),$$

где z – координата вдоль волновода, ρ коэффициент усиления/потерь, C – константа связи между волноводами, $|u_n|^2$ и $|v_n|^2$ интенсивность света в n -ом каплере. В работе изучается распространение и взаимодействие сигналов в виде солитонов и бризеров. Показано отличие РТ симметричной системы от консервативной системы. Исследована устойчивость некоторых решений.

Литература

[1] С. М. Bender and S. Boettcher, *Real spectra in non-Hermitian Hamiltonians having PT symmetry*, Phys. Rev. Lett. **80**, 5243-5246 (1998).

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГИПЕРЗВУКОВЫХ ВОЛН НА НЕЛИНЕЙНУЮ МАГНИТНУЮ НЕОДНОРОДНОСТЬ В ФЕРРОМАГНЕТИКЕ

Цветанский А.С., Харисов А.Т.

Башкирский государственный университет, Уфа, Россия

В работе исследуется движение магнитного бризера в поле гиперзвуковой волны при наличии переменного магнитного поля. Согласно [1], для описания влияния акустических волн на легкоплоскостной ферромагнетик, можно использовать возмущенное уравнение синус-Гордона в форме:

$$u_{tt} - u_{xx} + \sin u = 2h_0 \frac{u}{2} - \beta u_t + b \frac{\partial e_x}{\partial x} \sin u. \quad (1)$$

Последнее слагаемое в правой части зависит от формы и амплитуды волны. Здесь h_0 – нормированная напряженность внешнего магнитного поля, β – константа диссипации, b – магнитоупругая постоянная. В работе рассматриваются гармонические гиперзвуковые волны: $e_x = e_0 \cos(kx - \omega t)$. Решение данного уравнения в форме малоамплитудного бризера с параметрами как функциями времени и координат можно найти, используя теорию возмущений, что и было проделано в работе [2]. Решение находится из системы 4-х интегро-дифференциальных уравнений. Анализ упрощенного вида этих уравнений в [3] допускает, при определенной комбинации параметров, решения авторезонансного типа [4], т.е. с растущей во времени амплитудой колебаний. В работе проводится анализ решений на возможность наличия авторезонансного роста амплитуды колебаний магнитного бризера.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ № 10-01-00186 и 11-02-97003.

Литература

1. G.A. Maugin and A. Miled. Phys. Rev. B **33**, 4830 (1986).
2. В.И. Карпман, Е.М. Маслов, В.В.Соловьев. Письма в ЖЭТФ. **84**, 289 (1982).
3. А.Т. Kharisov, М.А. Shamsutdinov, L.A. Kalyakin. Moscow international symposium on magnetism. Book of abstracts, Moscow, p. 120 (2008).
4. Л.А. Калякин. УМН. **63**, № 5, 4 (2009).

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ПОЛЕЙ НА МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В МУЛЬТИФЕРРОИКАХ

Шарафуллин И.Ф.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В настоящее время сильно возрос интерес к исследованию модельных сегнетомагнитных систем (мультиферроиков) как в нормальном так и сверхпроводящем состоянии. В этих материалах существует сильное взаимодействие между упругой, магнитной и сегнетоэлектрическими частями системы, что явилось предметом рассмотрения в целом ряде работ [см.ссылки в [1]]. Отметим здесь, что такие явления в этих системах как гигантское магнитосопротивление, магнитоэлектрический эффект в значительной степени связаны с взаимодействием магнитной и сегнетоэлектрической подсистем кристалла.

Представляет интерес с точки зрения как теории, так и практики изучение физических свойств сегнетомагнитоупорядоченных систем, подверженных влиянию различных внешних физических полей: электрического, магнитного полей и внешних механических напряжений.

В работе определены, с учетом линейного по внешнему электрическому полю магнитоэлектрического эффекта зависимости параметров магнитоэлектрического и магнитоупругого взаимодействия, а также спектр связанных сегнетомагнитоупругих волн в орторомбических антисегнетоантиферромагнетиках от приложенного внешнего магнитного и электрического полей и внешних механических напряжений. Исследована зависимость энергетического спектра, спонтанной намагниченности и спиновой теплоемкости орторомбического антисегнетоантиферромагнетика от внешних полей. Методом теории возмущений и диаграммной техники для функции Грина определен вклад в свободную энергию для взаимодействующих магнонов. Показано, что свойствами связанных сегнетомагнитоупругих волн в антиферромагнетиках можно управлять как внешними электрическим и магнитным полями, так и внешними механическими напряжениями. Действие на кристалл внешнего напряжения приводит к сдвигу резонансных частот магнитоупругого взаимодействия.

Литература

[1] Кротов С.С., Шнайдштейн И.В. Феноменология магнитно-индуцированного сегнетоэлектричества: Учеб. пособие – М.: Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2011. – 123.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ 0-ГРАДУСНЫХ ДОМЕННЫХ ГРАНИЦ НЕЕЛЕВСКОГО ТИПА В ПЛАСТИНЕ (111) ФЕРРИТОВ-ГРАНАТОВ

Ахтямова Д.И., Юмагузин А.Р., Вахитов Р.М.

Башкирский государственный университет, Уфа, Россия

В реальных магнетиках дефекты оказывают существенное влияние на процессы их спиновой переориентации [1]. В этом случае на дефектах закрепляются магнитные неоднородности, которые ассоциируются с зародышами новой фазы, играющими доминирующую роль при спин-переориентационном фазовом переходе (СПФП) [2]. Теоретический анализ процессов зародышеобразования при СПФП показал [3], что модельное представление этих неоднородностей на основе распределения намагниченности, соответствующего 0-градусной доменной границе (0^0 -ДГ), позволяет наиболее полно описать рассматриваемые явления.

Из уравнений Эйлера-Лагранжа следует, что возможно существование наряду с блоховскими [3] и неелевские типы 0^0 -ДГ. В этом случае необходимо учитывать влияние размагничивающих полей не только от поверхностных [3], но и от объемных зарядов. Их вклад в общем виде определяется выражением

$$E_{ms} = \iint_S \frac{\sigma_s \sigma_{s'}}{|\vec{r} - \vec{r}'|} dS dS' + \iiint_V \frac{\sigma_v \sigma_{v'}}{|\vec{r} - \vec{r}'|} dV dV' \quad (1)$$

где $\sigma_s = \vec{M}\vec{n}$, $\sigma_v = -\text{div}\vec{M}$, dS, dV - элемент поверхности и элемент объема пластины соответственно.

Результаты численных расчетов показывают, что 0^0 -ДГ неелевского типа существуют как устойчивое образование в определенном диапазоне изменения материальных параметров образца и характеристик дефекта. Из сравнительного анализа областей устойчивости неелевской и блоховской 0^0 -ДГ следует, что первая существует и энергетически выгодна при малых Q , а вторая – при больших Q . Это вполне согласуется с общими положениями для неелевских ДГ [5].

Литература

1. Д.Д. Мишин Магнитные материалы. Москва: Высшая школа, 1991.
2. В.В. Власко-Власов, М.В. Инденбом, ЖЭТФ **86**, 1084-1091 (1984).
3. Р.М. Вахитов, А.Р. Юмагузин, ФТТ, **43** (1), 65-71 (2001).
4. А.Хуберт Теория доменных стенок в упорядоченных средах. Москва: Мир, 1977.

СВОЙСТВА МАГНИТНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ, ЛОКАЛИЗОВАННЫХ В ОБЛАСТИ УЕДИНЕННЫХ ДЕФЕКТОВ

Магадеев Е.Б., Вахитов Р.М.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Как известно [1], важной характеристикой магнитных материалов, используемых в технических приложениях, является их коэрцитивная сила. В зависимости от ее значения область применения материалов может быть весьма разнообразной: от трансформаторов до устройств записи и хранения информации. Поэтому становится актуальной задача построения модели их перемагничивания, позволяющей максимально полно оценить значение коэрцитивной силы, а также определить ее зависимость от материальных параметров образца. В то же время простейшие модели, в которых предполагается однородность и неограниченность магнетика, не дают даже качественного согласия с экспериментом. Это объясняется тем, что в процессах перемагничивания кристаллов доминирующую роль играют имеющиеся в них дефекты. Учет их влияния позволяет правильно оценить порядок интересующей нас величины [2], однако и эти результаты нельзя назвать удовлетворительными [3]. Отсюда становится ясно, что последовательное построение теории требует изучения структуры магнитных неоднородностей, возникающих в области дефектов.

В данной работе развивается последовательная теория, позволяющая описать структуру и свойства магнитных неоднородностей, зарождающихся в области уединенного дефекта. Показано, что возможны два типа таких неоднородностей, соответствующие топологии 0-градусной доменной границы, но отличающиеся амплитудой, шириной и другими параметрами. Исследованы условия образования каждой из этих структур для случаев дефектов различного профиля: пластинчатое магнитное включение, квадратичная зависимость материальных параметров от координат, негладкий профиль дефекта, а также общий случай.

Литература

1. Мишин Д.Д. Магнитные материалы. М.: Высшая школа, 1991. 384 с.
2. Kronmuller H. // Phys. Stat. Sol. (b). 1987. V.144. Pp.385-396.
3. Кандаурова Г.С. // Соросовский образовательный журнал. 1997. Т.1. С.100-106.

УДК 537.611.44

АВТОРЕЗОНАНСНАЯ ДИНАМИКА ДОМЕННОЙ ГРАНИЦЫ В АНТИФЕРРОМАГНЕТИКАХ ПРИ ФАЗОВОМ ПЕРЕХОДЕ I РОДА

Каюмов И.Р.¹, Шамсутдинов М.А.², Харисов А.Т.², Калякин Л.А.³

¹) ИФМК УНЦ РАН, г.Уфа, Россия

²) Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

³) ИМВЦ УНЦ РАН, г.Уфа, Россия

В настоящее время уделяется большое внимание управлению нелинейной динамикой различных систем с помощью периодических воздействий [1-3]. Известно, что генерация нелинейных колебаний в колебательной системе может происходить благодаря эффекту авторезонанса [2].

Работа посвящена исследованию генерации и управления высокоамплитудными нелинейными колебаниями 180-градусных антиферромагнитных доменных границ в слабых ферромагнетиках в режиме авторезонанса при фазовом переходе I рода. В двухсолитонной модели зародыша новой фазы [4] в антиферромагнетике со слабым ферромагнетизмом рассмотрены вынужденные пульсационные колебания 180-градусной доменной границы в переменном магнитном поле. Найденные решения уравнения эволюции зародыша новой фазы показывают возможность существования в ромбических антиферромагнетиках высокоамплитудных нелинейных пульсационных колебаний двух сильно взаимодействующих 90-градусных межфазных стенок относительно центра образованной ими 180-градусной доменной границы. Исследованы различные режимы пульсационных колебаний зародыша новой стабильной фазы в недрах метастабильной родительской фазы в зависимости от модуляции частоты поля накачки.

Работа поддержана грантами РФФИ № 10-01-00186, 11-02-97003.

Литература

- [1] Фрадков А.Л. О применении кибернетических методов в физике // УФН. 2005. Т. 175, №2. С. 113-138.
- [2] Калякин Л.А. Асимптотический анализ моделей авторезонанса // УМН. 2008. Т. 63, №5. С. 3-72.
- [3] Шамсутдинов М.А., Ломакина И.Ю., Назаров В.Н., Харисов А.Т., Шамсутдинов Д.М. Ферро- и антиферромагнитодинамика. Нелинейные колебания, волны и солитоны. М.: Наука, 2009. 456 с.
- [4] Шамсутдинов М.А., Танкеев А.П., Каюмов И.Р. Динамика зародыша перемагничивания в ромбических антиферромагнетиках со слабым ферромагнетизмом // Физика металлов и металловедение. 2011. Т. 11, №1. С. 27-39.

УСТОЙЧИВЫЕ СОСТОЯНИЯ 0-ГРАДУСНОЙ ДОМЕННОЙ ГРАНИЦЫ С НЕБЛОХОВСКОЙ СТРУКТУРОЙ В ФЕРРИТ-ГРАНАТОВОЙ ПЛЕНКЕ

Солонецкий Р.В., Юмагузин А.Р., Вахитов Р.М.
Башкирский государственный университет, Уфа, Россия

Известно, что в реальных магнетиках существуют различного рода дефекты, которые оказывают влияние на процессы спиновой переориентации [1]. В частности, являются зародышами новой магнитной фазы, играющими доминирующую роль при спин-переориентационном фазовом переходе (СПФП) [2]. Теоретический анализ процессов зародышеобразования при СПФП показал [3], что модельное представление этих неоднородностей на основе распределения намагниченности, соответствующего 0-градусной доменной границе (0^0 -ДГ), позволяет наиболее полно описать рассматриваемые явления. В то же время существуют определенные ограничения применимости данной модели, связанные с блоховским типом распределения намагниченности в 0^0 ДГ. Очевидно, для расширения границ применимости такой модели, необходимо рассмотреть более общий случай 0^0 -ДГ с некруговой траекторией. Данная модель учитывает зависимость углов ψ и φ , определяющих пространственную ориентацию вектора намагниченности, от пространственной координаты y . В качестве пробной функции $\psi(y)$ можно взять функцию, соответствующую распределению вектора намагниченности в 0^0 ДГ блоховского типа, а в качестве $\varphi(y)$ - выражение для выхода намагниченности из плоскости ДГ, полученное аналитически [6]. Рассматриваемая модель с некруговой траекторией вектора намагниченности 0^0 ДГ может непрерывно трансформироваться в блоховскую или неелевскую стенку и тем самым более полно описывает сложную кинетику фазового перехода типа спиновой переориентации.

Показано, что 0^0 ДГ с такой траекторией вектора намагниченности существует в определенной области значений материальных параметров пленки и дефекта. Вне этой области 0^0 ДГ расплывается и магнетик становится однородно намагниченным.

Литература

1. Д.Д. Мишин Магнитные материалы. Москва: Высшая школа, 1991.
2. В.В. Власко-Власов, М.В. Инденбом, ЖЭТФ **86**, 1084-1091 (1984).
3. Р.М. Вахитов, А.Р. Юмагузин, ФТТ, **43** (1), 65-71 (2001).
4. Е.Б. Магадеев, Р.М.Вахитов, ДАН, **439** (3), 329-332 (2011).

ОРИЕНТАЦИОННАЯ ФАЗОВАЯ ДИАГРАММА (210)- ОРИЕНТИРОВАННОЙ ПЛЕНКИ ФЕРРИТОВ-ГРАНАТОВ

Султанова Э.З., Вахитов Р.М.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В последнее время появился ряд работ (например,[1]), в которых предлагается использовать в качестве высокочувствительных магнитооптических визуализаторов магнитных полей феррит-гранатовые пленки с развитой поверхностью (210). Экспериментальные исследования показывают, что пленки с такой ориентацией обладают рядом необычных свойств, в частности высокой подвижностью доменных границ. Однако, в теоретическом отношении, эти пленки практически не изучены.

В настоящей работе изучаются возможные однородные состояния кристалла – пластины (210). Термодинамический потенциал (плотность энергии) такого магнетика берется с учетом наведенной одноосной анизотропии, имеющей две составляющие: ромбическую (K_p) и перпендикулярную (K_u), а также кубической анизотропии, т.е.в виде:

$$E=K_u \sin^2 \varphi + K_p \sin^2 \theta \sin^2 \varphi + 3/2 K_p \sin \theta \cos \theta \sin \varphi, \quad (1)$$

где θ и φ – полярный и азимутальный углы вектора намагниченности \mathbf{M} . Равновесные направления вектора \mathbf{M} в однородно намагниченном магнетике находятся из условия минимума (1), которые сводятся к уравнениям:

$$\frac{\partial E}{\partial \varphi} = 0; \quad \frac{\partial E}{\partial \theta} = 0 \quad (2)$$

при условии положительной определенности матрицы, составленной из вторых производных (1). Найдены возможные решения уравнения (2) и области устойчивости соответствующих магнитных фаз. На основе полученных решений построена ориентационная фазовые диаграмма, позволяющая определить области существования магнитных фаз и линии спин- переориентационных фазовых переходов между ними.

1. I.Nistor, C. Holthaus, S.Tkachuk, D.Mayergoyz, C.Krafft, *J. of Appl. Phys.* **101**, 09C526 (2007)

**СЕКЦИЯ «ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОФИЗИКА»
СЕКЦИЯ «ПРОБЛЕМЫ РАДИОТЕХНИКИ И СВЯЗИ»**

УДК 537.6/8

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА
ВОЛЬТАМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРУКТУРЫ МЕДЬ-
ПОЛИДИФЕНИЛЕНФТАЛИД-МЕДЬ**

Баянова Ю.И.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Ранее на слоистых гетероструктурах типа ферромагнетик-полидифениленфталид (ПДФ)-медь было обнаружено явление огромного магнитосопротивления [1]. Целью настоящей работы является исследование возможности получения эффекта на структурах без ферромагнитной подложки.

Пленки ПДФ наносились методом центрифугирования на массивные неферромагнитные подложки (медь, латунь). Толщина пленок $\sim 0,8$ мкм. Вторым электродом служила медная пленка. Направление тока перпендикулярно слоям структуры, направление магнитного поля параллельно слоям структуры. Исследовались вольтамперные характеристики структуры в диапазоне 0-20 В, балластное сопротивление 200 кОм, полезный сигнал снимался с дополнительного сопротивления 2 кОм включенного в последовательную цепь. Рассмотрены случаи без механической нагрузки на структуру и с постоянной механической нагрузкой. Получены вольтамперные характеристики трех типов: линейная (высокопроводящее состояние структуры), сложные кривые для диэлектрического состояния структуры и для полупроводникового предпорогового состояния. Для всех типов характеристик влияние статического магнитного поля до 0,35 Тл визуально не обнаружено. Гальваномагнитные явления имеют величину порядка 4 % ($0,12 \cdot 10^{-5}$ В) от величины сигналов в диэлектрическом состоянии ($3,3 \cdot 10^{-5}$ В) и не влияют на вид характеристик. Обнаружено влияние изменения магнитного поля на состояние пленки. Когда магнитное поле динамически изменяется, пленка полидифениленфталида сбрасывается из метастабильного предпереходного состояния в стабильное (высокопроводящее или низкопроводящее). Обнаруженный эффект отнесен к появлению ЭДС индукции при изменении магнитного потока через исследуемую цепь. Таким образом, эффект огромного магнитосопротивления на исследуемой структуре не обнаружен.

Литература

[1] А.Н. Лачинов, Н.В. Воробьева, А.А. Лачинов. Особенности гигантского магнитосопротивления в системе ферромагнетик-полимер. – Письма в ЖЭТФ. – Т. 84. – №. 11. стр. 2006. –720-722.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВЕТВЛЕННОЙ ВОЛОКОННО-
ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ С РАСШИРЕННЫМ
ВОЛНОВЫМ ДИАПАЗОНОМ**

Лопатюк А.В.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В настоящее время актуальной задачей является расширение функциональных возможностей оборудования, что позволяет увеличить числа каналов ВОСП и соответственно число подключаемых пользователей.

В данной работе представлена модель 40-канальной DWDM линии со скоростью передачи 1 Гбит/с. Расширение волнового диапазона достигается использованием 20 каналов из С-диапазона и 20 каналов из L-диапазона. Усиление этих диапазонов необходимо производить отдельно, разделив их предварительно оптическими фильтрами. На участке волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) устанавливается линейный рамановский усилитель, где с помощью 9 источников накачки происходит равномерное усиление каждого канала. В данном случае было использовано компенсирующее оптическое волокно длиной 7 км компании Hitachi, в котором лучше всего проявляется эффект рамановского усиления. Таким образом, размещая лазеры накачки на входе такого волокна, одновременно компенсируется дисперсия и усиливается сигнал. На выходе системы демультиплексоры принимают оптический сигнал, выделяют из него 40 каналов с различными длинами волн (соответственно из С и L диапазонов) и направляют их на соответствующие фотоприемники. В результате моделирования получили значение битовой ошибки BER равное $10^{-13,2}$. Результат лежит в допустимом диапазоне значений $10^{-15} < \text{BER} < 10^{-12}$, поэтому можно сказать, что сигнал от источника до приёмника проходит практически без потерь информации и система функционирует нормально.

В работе исследованы зависимости битовых ошибок от вводимой в волокно мощности соответственно С и L диапазонов. Также исследована зависимость битовой ошибки от скорости передачи данных.

СИНТЕЗИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ПЛАНАРНОГО ОПТИЧЕСКОГО ДЕЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ 1x12 КАНАЛОВ

Балашов А.С., Лопатюк А.В.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Схема оптического планарного ребристого разветвителя, смоделированного в ходе работы, содержит 6 пар выходных полюсов. Каждая пара образуется двумя симметричными относительно продольной оси каналами. Модель является идеальной, то есть упрощенной относительно своего строения. Это означает, что в исследуемой модели гребневого волновода присутствует резкий скачок толщины слоя на границе между гребнем и пленкой, в отличие от более плавных переходов, имеющих место в реальных волноводах.

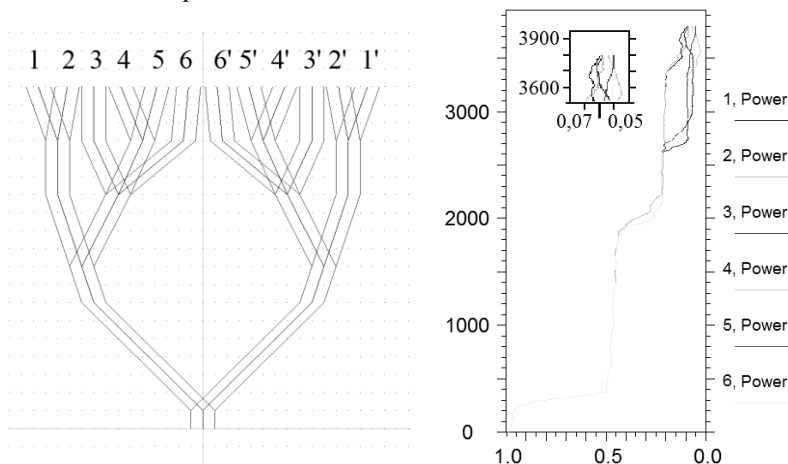


Рис. 1 а) схема полученного разветвителя 1x12; б) диаграмма распределения выходной мощности по парам каналов разветвителя

Рис.1,а иллюстрирует схему полученного устройства. Цифрами обозначены торцы выходных каналов. На рис.1,б представлено количество мощности, полученное на каждом выходном плече относительно общей мощности, поступившей на вход разветвителя. Как видно из рисунка, излучение распределяется равномерно между каждым из выходов. Таким образом, уровень мощности изменяется от 0,05 в каналах 3и3' до 0,06 в каналах 1и1'. Это говорит о возможности использования полученного устройства в системах оптического мультиплексирования с разделением по длине волны помимо стандартного применения в качестве разветвителя.

**ТОНКИЕ СУБМИКРОННЫЕ ПЛЕНКИ
ПОЛИДИФЕНИЛЕНФТАЛИДА В ПЕРЕМЕННОМ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ**

Каримов И.Г.

Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акумуллы,
Уфа, Россия

В докладе представлены результаты исследования электрофизических свойств тонких субмикронных пленок полимера полидифениленфталида (ПДФ) в переменном электрическом поле. ПДФ – несопряженный полимер с шириной запрещенной зоны 4,2эВ. Для исследования электрооптических свойств материала была выбрана структура металл (Al) – полимер (ПДФ) – ИТО (смесь окислов индия и олова)[1]. Методом центрифугирования были получены тонкие пленки толщиной ~300 нм. Качество и толщина пленки оценивали методом атомно-силовой микроскопии (АСМ). Материал электродов был выбран так, чтобы обеспечить инжекцию двух типов носителей заряда: электронов из Al и дырок из ИТО.

В результате измерений были получены вольт-амперные характеристики (ВАХ), в которых отчетливо наблюдается участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением. Наличие такого участка позволило предположить, что уменьшение тока при увеличении напряжения является результатом рекомбинации электронов и дырок. В связи с этим, дополнительно было проведено исследование электролюминесценции, которая должна была бы быть при условии излучательной рекомбинации зарядов.

Были исследованы зависимости интенсивности электролюминесценции (ЭЛ) от частоты и амплитуды переменного напряжения.

В докладе обсуждаются механизмы транспорта носителей заряда в тонких пленках ПДФ в переменном электрическом поле и электролюминесценции.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (11-02-01445-а).

Литература

1. Лачинов А.Н., Антипин В.А., Казаков В.П., Ковалев А.А., Салазкин С.Н., Мешкова С.Б. Теор. и экс. химия.2009.т-45 №1.с42-45

УДК 537.9

ВЛИЯНИЕ КИСЛОРОДА НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРА ПОЛИДИФЕНИЛЕНФТАЛИДА

Любцов В.С.

Башкирский государственный педагогический университет
им. М.Акумуллы, г.Уфа, Россия

Известно, что полидифениленфталид (ПДФ) из класса несопряженных органических полимеров полиариленфталидов обладает замечательными электрофизическими свойствами[1]. Плёнки полидифениленфталиды могут широко применяться при разработке таких элементов органической электроники, как квантоворазмерные системы, используемые в качестве сенсоров различных веществ, а также многое другое. На функционирование всех этих устройств, а именно на процессы переноса зарядов в них, существенное влияние оказывает адсорбированный из атмосферы кислород.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния окружающей среды на электронные и транспортные свойства интерфейса полимер/полимер и на подвижность носителей заряда в полимерной пленке ПДФ.

В качестве органического изолятора был использован ПДФ.

Экспериментальные образцы были получены методом центрифугирования. Металлические электроды наносились методом термического напыления. Подвижность носителей заряда определялась методом CELEV (экстракция носителей заряда линейно растущим полем)[2].

В результате проведенной работы было показано, что за изменение электропроводности в окружающей среде отвечает кислород. Обычным для органических соединений является то, что атомы кислорода создают ловушки для носителей заряда. Тем самым уменьшая подвижность носителей заряда. В докладе обсуждается возможный механизм влияния кислорода на транспорт носителей заряда в полимерных пленках ПДФ.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 12-13-90713-моб_ст, 1102-01445-а).

Литература

1. Лачинов А.Н., Воробьева Н.В. //УФН. 2006. Т. 176. № 12. С. 1249-1266.
2. Juska G., Arlauskas K., Viliunas M. //Phys. Rev. Lett. 2000.V. 84. P. 4946-4949.

УДК 621.391.63

РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ПОСТРОЕНИЕ 24 КАНАЛЬНОЙ DWDM ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ

Лопатюк А.В., Рямова А.Д

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

В работе выполнены основные расчеты, необходимые для построения 24 канальной DWDM волоконно-оптической линии передачи (ВОЛП) длиной 250 км, функционирующей со скоростью 10 Гбит/сек на один канал. Рассматриваемая линия передачи реализуется программно и является наиболее рентабельным методом повышения полосы пропускания современных ВОЛП.

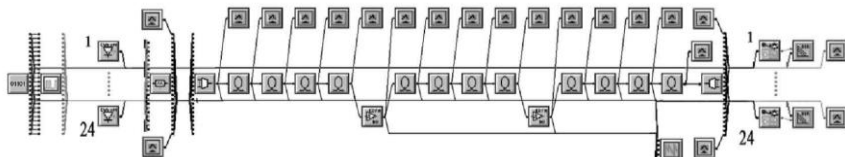


Рис. 1 24 канальная ВОЛП, построенная в компьютерной программе LinkSim

В результате проделанных расчетов получаем длину регенерационного участка по дисперсии 41,7 км, по энергетическому потенциалу - 116,2 км. Количество необходимого компенсирующего оптического волокна для рассматриваемой линии с вышеуказанными длинами регенерационных участков составляет 2,38 км.

Используя расчетные данные, строим ВОЛП в специальном программном обеспечении (рис. 1).

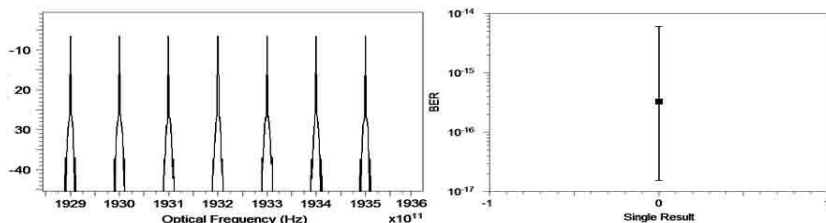


Рис. 2 Спектрограмма сигнала на выходе мультиплексора (слева) и график коэффициента ошибок (справа)

На спектрограмме видна четкая разделяемость каналов (рис. 2), уровень битовых ошибок составляет $BER=10^{-15}$, что соответствует сетевым стандартам. Моделирование позволяет оптимизировать параметры высокоскоростных ВОЛП с большой пропускной способностью.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОПОГЛОЩАЮЩИХ СВОЙСТВ КОЛЬЦЕВЫХ ТОКОПРОВОДЯЩИХ СТРУКТУР

Павлов Д.А.

Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Радиопоглощающие материалы предназначены для решения задач электромагнитной совместимости радиотехнических устройств, защиты беспроводных сетей и снижения радиолокационной заметности объектов.

Для эффективного поглощения СВЧ-излучения можно применять материалы с регулярными резонансными структурами. Среда, содержащая элементы из кольцевых проводников имеет диамагнитные свойства и большие магнитные потери в определенном диапазоне частот [1]. Такая среда позволяет обеспечить малую массу экрана, так как толщина проводников составляет несколько десятков микрон.

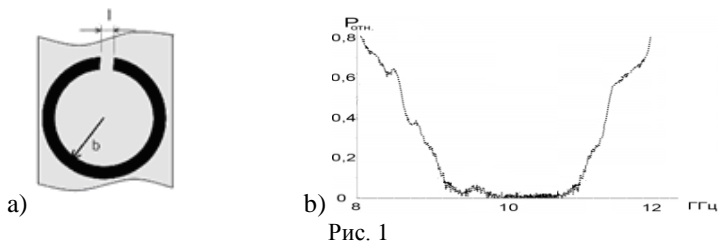


Рис. 1

Резонансная частота плоского резонатора (рис.1а) рассчитывалась по формуле:

$$\omega_0 = \left[\mu_0 \epsilon_0 \left(\frac{1 + \epsilon_n}{2} \right) b \left(\frac{dh}{l} \right) \left[\ln \frac{8b}{d+h} - \frac{1}{2} \right] \right]^{\frac{1}{2}} * \left[\frac{1}{1 + 2,5(l/d)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

d -ширина проводника, h -толщина меди, l -ширина зазора, ϵ_n -диэлектрическая проницаемость подложки, b -диаметр кольца.

Типичные размеры кольцевых резонаторов для резонансной частоты 10 ГГц составляли: диаметр кольца $\sim 3-4$ мм, толщина проводника ~ 0.4 мм, ширина зазора ~ 0.2 мм. Полоса поглощения структуры из кольцевых резонаторов, с резонансной частотой 10 ГГц, приведена на рис. 1б.

Литература

[1] Костин М.В. «Теория искусственных магнетиков на основе кольцевых токов». Радиотехника и электроника. 1992. Т. 37, №11.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОВОДИМОСТИ РЕШЁТКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КРИСТАЛЛА НА ЧАСТОТНЫЕ ЗОНЫ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОПУСКАНИЯ

Зотов И.С.

Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

В работе исследуется зависимость АЧХ коэффициента пропускания электромагнитного излучения от проводимости решётки образующей электромагнитный кристалл [1]. Образцы представляли собой диэлектрическую матрицу, в которой был сформирован электромагнитный кристалл. Изготавливались две группы образцов с различной проводимостью. Первый тип образцов – это электромагнитный кристалл, образованный графитовыми цилиндрами диаметром 0,7 мм, с линейным сопротивлением 10 Ом/м. Второй тип – образован медными цилиндрами диаметром 0,7 мм с линейным сопротивлением 0.001 Ом/м. При этом, постоянная решётки вирировалась от 8 до 12 мм с шагом 0,5 мм. Измерения проводились с использованием углового спектрометра. Измерения показали, что АЧХ коэффициента пропускания электромагнитных кристаллов, образованных графитовыми цилиндрами, имеет меньшую интенсивность в областях окон прозрачности, чем АЧХ коэффициента пропускания образцов, состоящих из медных цилиндров. Данная закономерность объясняется очень большой, по сравнению с графитовыми цилиндрами, проводимостью медных цилиндров, образующих электромагнитный кристалл ($\sigma_{Cu} \geq 1000\sigma_C$). Электромагнитная волна, падая на медный цилиндр, практически полностью отражается от тонкого (порядка нескольких микрон) скин – слоя, при этом СВЧ излучение поглощается очень слабо. У графитового цилиндра, напротив, падающее на электромагнитный кристалл, СВЧ излучение поглощается достаточно сильно. Вследствие чего интенсивность АЧХ коэффициента пропускания электромагнитного кристалла сформированного из графитовых стержней более слабая, чем у электромагнитного кристалла из медных цилиндров, что и подтверждается экспериментально.

Работа выполнена за счёт средств Фонда поддержки молодых учёных ЧелГУ.

Литература

[1] Гуляев Ю.В. Метаматериалы: Фундаментальные исследования и перспективы применения / Ю.В. Гуляев, А.Н. Лагарьков, С.А. Никитов // Вестник российской академии наук. – 2008. – Т. 78, № 5. – С. 438-457.

УДК 621.314.1

КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИСУЛЬФОНА С НАНОРАЗМЕРНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ

Абдрахманов Н.И

Башкирский государственный университет, Уфа, Россия

С целью установления влияния дисперсности наполнителей на электрофизические свойства полисульфона были исследованы композиционные материалы на его основе с наполнителями: порошки сажи, карбонильного никеля, серебра и меди с размером зерен от 1..4 мкм до 15..20 мкм и наноразмерными [НРЧ] частицами Cu, Bi [1].

Из экспериментальных данных видно, что для порошков меди и серебра в композитах, резкое изменение проводимости наблюдается в довольно узком диапазоне концентрации наполнителя и при малой его объемной доле в отношении к объему полимера. На величину ρ_v композитов оказывает влияние размер зерна порошкообразного наполнителя. Наблюдаемый характер проводимости в области малых концентраций металлического наполнителя указывает, что на перенос заряда в данных двухкомпонентных системах значительное влияние оказывают электронные процессы в матрице. Наблюдаемый S-образный вид ВАХ характерен для диэлектриков с электронными уровнями захвата внутри запрещенной зоны [2].

Литература

1. В.М. Ягодкин, Н.И. Абдрахманов, А.В. Васильев / Всесоюзная конференция «Фундаментальные проблемы современной науки о полимерах»: Тезисы докладов, - Ленинград, - 1990. – С.25.
2. М. Ламперт, П. Марк Инжекционные токи в твердых телах: Пер.с англ. – М. : Мир, 1973, - С.416.

СЕКЦИЯ «ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

УДК 538.9

MAGNETOCALORIC EFFECT AND OTHER PROPERTIES OF COLD ROLLED Gd RIBBONS

Taskaev S.^{1,*}, Buchelnikov V.¹, Bataev D.¹ and Pelennen A.²

¹⁾*Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia*

²⁾*South-Ural State University, Chelyabinsk, Russia*

**tsv@csu.ru*

type of presentation: poster

With the discovery of the “giant magnetocaloric effect“ (Pecharsky and Gschneidner, 1997) the development of magnetic refrigeration gained increased momentum [1]. One of the possible ways of engineering MCE materials is tightly connected with preparing very thin (a few microns) ribbons of high value MCE alloys with good mechanical properties. At present rapid solidification is the main technique for producing this kind of materials [2].

In our work we investigate magnetocaloric effect, magnetic and thermodynamic properties of Gd cold rolled samples of different thickness. Morphology of the surface was investigated by AFM methods. Magnetocaloric effect was measured by direct method on AMT&C and other devices. Magnetic properties was measured on SQUID magnetometer. X-ray analysis was performed on Brucker D8 Advance diffractometer. SEM was performed on JEOL 7001 microscope with EDX and EBSD modules.

It is shown, that during cold rolling dramatic reduce of magnetocaloric effect appear in the ribbons, but during special heat treatment it is possible to recover it up to polycrystalline values. This technique is the alternative way for producing thin ribbons of MCE materials with good mechanical and magnetocaloric properties.

We appreciate RFBR for financial support of the investigation, grant 12-07-00676-a.

1. Gschneidner K.A. Jr. et al. Thirty years of near room temperature magnetic cooling: Where we are today and future prospects, *Int. J. Refrig*, 31, 945 (2008).
2. P. M. Shan et al. Magnetic behavior of melt-spun gadolinium, *Phys. Rev. B*, 77, 184415 (2008).

УДК 620.179.14

ВЛИЯНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ И СТЕРЖНЯ СТАЛЬНОГО БОЛТА НА ДОСТОВЕРНОСТЬ КОНТРОЛЯ МЕХАНИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ МЕТАЛЛА ИНДИКАТОРОМ НАПРЯЖЕНИЯ ИН-01

Загидулин Т.Р.

Уфимский государственный авиационный технический университет,
г.Уфа, Россия

Так как размагничивающий и топографический факторы зависят от линейных параметров стальной шпильки, болта и намагничивающего устройства, то неконтролируемое изменение величины этих параметров может привести к существенному снижению точности магнитного контроля напряженно-деформированного состояния металла.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований влияния линейных параметров стальной шпильки, болта и намагничивающего устройства на величину напряженности поля остаточной намагниченности металла в пространстве, позволили установить оптимальные соотношения, обеспечивающие необходимую точность контроля усилия затяжки стальных шпилек и болтов разных типоразмеров индикатором механического напряжения металла ИН-01.

При теоретических исследованиях торец стержня намагниченного болта моделировался системой заряженных плоскостей с соответствующими линейными размерами и поверхностной плотностью магнитных зарядов, индуцируемых постоянным магнитным полем внешнего намагничивающего устройства.

Установлено, что погрешность результатов магнитного контроля усилия затяжки стальных шпилек и болтов, обусловленная изменением параметров намагничивающего устройства и линейных размеров стальной шпильки, болта, составит не более 5% (или заданного уровня погрешности), если размер полюса намагничивающего устройства удовлетворяет условию:

$$2b \leq 5a,$$

где $2b$ – ширина магнитного полюса, $2a$ – диаметр торца стержня стальной шпильки, болта.

Результаты экспериментальных исследований на моделях показали справедливость данного условия.

© Загидулин Т.Р., 2012 г.

УДК 620.179.14

**ОБ ИНФОРМАТИВНОСТИ СИГНАЛОВ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ
МНОГОКАНАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ДЕФЕКТΟΣКОПА
ДЛЯ КОНТРОЛЯ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И
МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ**

Конов А.В.

ЗАО НПЦ «Молния», г. Москва, Россия

В современных многоканальных системах электромагнитного контроля стальных изделий и металлоконструкций используется множество измеряемых информативных параметров (амплитуды и фазы сигналов абсолютных и дифференциальных вихретоковых преобразователей (ВТП), форма и распределение измеренного сигнала ВТП над дефектами сплошности, коэффициенты разложения распределения сигнала ВТП в ряд по ортогональным функциям и т.д.).

В силу разнородности, параметры измеренных сигналов ВТП обладают разной информативностью, поэтому наиболее эффективное решение задачи электромагнитной дефектоскопии будет достигаться при использовании наиболее качественных из этой совокупности параметров.

Результаты исследований информативности параметров, получаемых на основе измеренных сигналов абсолютных и дифференциальных накладных ВТП, показали, что информативность совместных признаков классификации дефектов сплошности металла, построенных на основе амплитудных значений сигналов ВТП и их коэффициентов вейвлетного преобразования, является достаточной для оценки глубины трещины в металле с приемлемой для практики контроля точностью. Например, при практических измерениях 5 совместных признаков классификации дефекта сплошности с инструментальной погрешностью 10-15%, точность оценки глубины трещины в металле составляет примерно 0.1 мм - 0.2 мм.

Установлено также, что достаточно ограничиться применением 5-6 совместных признаков классификации дефекта сплошности, так как дальнейшее увеличение количества совместных признаков классификации не приводит к заметному увеличению количества информации о глубине трещины в металле.

© Конов А.В., 2012 г.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
КОБАЛЬТИТА ЛИТИЯ LiCoO_2**

Халиуллина Р.Г., Курбангулов А.Р., Муллабаев А.А.
Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Химические источники тока на основе лития являются малогабаритными, легкими и высокоэнергоемкими. Кобальтит лития LiCoO_2 широко используется в качестве катодного материала в химических источниках тока. Это соединение имеет ромбоэдрическую структуру (пространственная группа $(R\bar{3}m)$ с параметрами элементарной ячейки $a=2,82$ Е, $c=14,05$ Е. Его преимущества по сравнению с другими катодными материалами в несложном синтезе, в большом количестве циклов и в большом сроке жизни батареи.

В данной работе кобальтит лития LiCoO_2 был получен из нитратов лития, кобальта и амина (хинолин, пиридин). Полученные образцы подвергались отжигу при температуре 900 °С в муфельной печи на воздухе. Аттестация образцов кобальтита лития LiCoO_2 проводилась на дифрактометре ДРОН 4-07 на излучении $\text{Cu-K}\alpha$. Дифрактограммы соединений, синтезированные с помощью хинолина и пиридина показывают, что соединения являются однофазными. Рассчитанные параметры кристаллической решетки находятся в хорошем соответствии с литературными данными.

Изучение распределения частиц по размерам было произведено на анализаторе SALD-7101 фирмы «Shimadzu» Японии. Показано, что размеры частиц образцов, синтезированных с помощью хинолина и пиридина находятся в диапазоне (2-100) мкм.

Электрофизические свойства кобальтита лития LiCoO_2 были изучены на установке, состоящей из термостата и измерителя RLC (емкости, сопротивления, индуктивности и тангенса угла диэлектрических потерь). Нагрев осуществлялся внутри рабочей камеры термостата, куда помещалась кассета с исследуемым образцом. Измерения проводились в интервале температур от 20^0 С до 100^0 С при двух различных частотах.

Диэлектрическая проницаемость ϵ определялась по формуле:

$$\epsilon = \frac{Ch}{\epsilon_0 S},$$

где C - емкость образца; h - толщина образца; S - площадь образца;

ϵ_0 - диэлектрическая постоянная.

Исследование диэлектрической проницаемости кобальтита лития показало, что ее величина зависит от частоты и с повышением температуры диэлектрическая проницаемость растет.

УДК 538.911

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НОВЫХ УГЛЕРОДНЫХ ФАЗ ИЗ SP^3 ГИБРИДИЗИРОВАННЫХ АТОМОВ

Грешняков В.А.

Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Фазы, состоящие из углеродных атомов, образующих ковалентные связи с четырьмя соседними атомами, называются алмазоподобными. Структура таких фаз отличается от структуры кубического алмаза. Количество алмазоподобных фаз ограничено и их структуры можно получить по модельной методике, описанной в работе [1]. В работе [1] дано описание 20 алмазоподобных фаз, однако их должно быть больше – 28. Структура и свойства 8 новых алмазоподобных фаз исследованы в данной работе.

Пять новых графеновых фаз получают в результате сшивки графеновых слоев, три фуллерановые фазы могут быть получены при сшивке фуллереноподобных кластеров (C_{12} и C_{24}), и одна спиральная фаза получается сшивкой карбиноидных цепочек со спиральной структурой.

Геометрическая оптимизация структур алмазоподобных фаз была выполнена полуэмпирическим квантово-механическим методом РМЗ. Для всех фаз были определены структурные параметры: длины связей, углы между связями, параметры элементарных ячеек, размер максимальных пор, параметры Def и Rng. Кроме того, были рассчитаны некоторые свойства: плотность, энергия сублимации, объемный модуль и теоретические картины рентгеновской дифракции.

В результате анализа установлено наличие взаимосвязи между деформационным параметром Def и свойствами (плотностью и сублимационной энергией).

Энергии сублимации всех алмазоподобных фаз меньше, чем энергия сублимации алмаза, что указывает на их меньшую термодинамическую устойчивость. Возможным способом синтеза фаз может быть их получение из наноструктур-предшественников при воздействии ударными нагрузками. Практическое использование алмазоподобных фаз возможно в качестве конструкционных и абразивных материалов, а также в виде молекулярных сит.

Литература

[1] В.А. Грешняков, Е.А. Беленков, Структура алмазоподобных фаз // ЖЭТФ. – 2011. – Т. 140 (1). – С. 99-111.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ГИБРИДНЫХ УГЛЕРОДНЫХ
ФАЗ ИЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК**

Вотинов И.С.

Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Кроме основных аллотропных разновидностей углерода – карбина, графита и алмаза, которые состоят из атомов в основных гибридных состояниях – sp , sp^2 и sp^3 , могут существовать гибридные углеродные фазы, состоящие из атомов в разных гибридных состояниях. С практической точки зрения, в первую очередь, интерес представляют фазы с трехмерной жесткосвязанной структурой близкой к структуре алмаза, которые можно использовать в качестве конструктивных материалов. Такими фазами являются фазы, состоящие из sp^2 и sp^3 атомов. Какова возможная структура и свойства sp^2 - sp^3 фаз до сих пор остается неясным. В данной работе разработана схема возможных структур таких фаз, получаемых из углеродных нанотрубок, а также рассчитаны структурные параметры новых гибридных фаз.

Метод модельного получения структур sp^2 - sp^3 фаз был разработан для фаз, в которых все позиции sp^2 или sp^3 атомов кристаллографически эквивалентны. Структура гибридных sp^2 - sp^3 фаз получается путем сшивки или совмещения углеродных наноструктур-предшественников, состоящих только из sp^2 -гибридизированных атомов. Гибридные фазы можно получить из фуллеренов, нанотрубок или слоев графена. В данной работе исследовались только углеродные фазы, получаемые из однослойных углеродных нанотрубок. В результате выполненных исследований установлено, что сшивкой и совмещением нанотрубок, можно получить 47 фаз, из которых: 1) 2 уникальных фазы – при совмещении зигзагообразных углеродных нанотрубок; 2) 3 фазы – при совмещении креслообразных углеродных нанотрубок; 3) 28 фаз – при сшивке зигзагообразных углеродных нанотрубок; 4) 14 фаз – при сшивке креслообразных углеродных нанотрубок. Фазы из хиральных углеродных нанотрубок отсутствуют.

Геометрически оптимизированная структура гибридных sp^2 - sp^3 фаз были рассчитаны методами молекулярной механики ММ+. Соотношение sp^3 к sp^2 атомам в изученных фазах изменяется в диапазоне от 2:1 до 1:3. Электронные свойства этих фаз, по-видимому, должны изменяться в зависимости от соотношения атомов в разных состояниях. Рассчитанные плотности гибридных фаз лежат в диапазоне значений от 1.72 до 3.24 г/см³.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИОННО-ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОВОДИМОСТИ
В СОЕДИНЕНИЯХ $\text{Cu}_x\text{Ag}_{1-x}\text{CrS}_2$**

Суфиянова А.А., Биккулова А.Р.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Исследование явлений ионного переноса в слоистых дихалькогенидах переходных металлов занимает важное место в физике суперионных проводников. Характерной особенностью дихалькогенидов переходных металлов с общей формулой MYX_2 , где М - одновалентный металл, Y - d-переходный металл, X - халькоген является слоистая структура, образованная тройными слоями YX_2 , между которыми легко могут внедряться атомы одновалентного металла. Соединения CuCrS_2 и AgCrS_2 , относящиеся к этому классу систем, имеют гексагональную структуру (пространственная группа $R3m$), испытывают фазовый переход при температуре 673 К и обладают смешанной ионно-электронной проводимостью.

При проведении измерений для подавления электронной или ионной составляющей проводимостей использовался либо ионный фильтр, представляющий собой униполярный ионный проводник с подвижным ионом, общим с исследуемым веществом, либо электронный фильтр, представляющий собой инертный электрод типа Pt или С.

Измерения ионной и электронной проводимости были проведены для всех составов $\text{Cu}_x\text{Ag}_{1-x}\text{CrS}_2$ ($0 < x < 1$) в интервале температур 300-450 К. В координатах $\ln(y_i T) = f(1/T)$ экспериментальные результаты по ионной проводимости обнаруживают линейный характер зависимости. В точке фазового перехода, соответствующей температуре полного разупорядочения подрешетки одновалентных ионов, для всех систем скачкообразно изменялась величина энергии активации, при непрерывном характере самой величины ионной проводимости. Температуры фазовых переходов, определенные по излому на зависимости $y_i(T)$, совпадают с температурами фазовых переходов II-го рода для исследуемых систем, обнаруженными по структурным исследованиям. На зависимости $\ln y_e = f(1/T)$ при температуре фазового перехода в отличие от зависимости $y_i(T)$ не наблюдается резких изменений величины электронной проводимости. Для всех составов обнаруживается полупроводниковая зависимость $y_e(T)$ с характерными областями примесной и собственной проводимости. Из температурной зависимости электронной проводимости были определены путем расчета по соответствующей методике отношения подвижностей электронов и дырок.

РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В ПЛАСТИЧЕСКИ ДЕФОРМИРОВАННОМ КОБАЛЬТЕ

Габдрахманова Л.А., Трубкулова С.Ф.
Башкирский государственный университет, Уфа

В данной работе представлены результаты рентгеновских исследований структурных превращений в нанокристаллическом кобальте. Образцы получены путем пластической деформации кручением. Электронно-микроскопические исследования не позволяют определить фазовый состав и размеры зерен пластически деформированных образцов кобальта из-за размытости границ. Оценка показывает, что размеры зерен по данным электронно-микроскопических исследований составляют примерно 15-20 нм [1]. Отжиг при температурах до 400°C не приводит к существенному изменению микроструктуры образцов. После отжига при $T \sim 500^\circ\text{C}$ на микроструктуре проявляются очертания зерен с размерами порядка 500 нм.

Наши исследования показали, что в результате отжига при температурах до 450°C кристаллическая структура кобальта остается гексагональной плотно-упакованной. Это согласуется с литературными данными для крупнокристаллического кобальта, который при температуре $\sim 460^\circ\text{C}$ имеет фазовый переход типа ГПУ \leftrightarrow ГЦК. Однако пластически деформированный кобальт, отожженный при 500°C, имеет высокотемпературную ГЦК модификацию. Это свидетельствует о том, что в пластически деформированном кобальте переход из высокотемпературной ГЦК фазы в низкотемпературную ГПУ фазу не наблюдается. Далее, только после отжига при температурах выше 500°C на рентгенограммах появляются линии низкотемпературной ГПУ фазы. Мы полагаем, что задержка фазового перехода в пластически деформированном кобальте обусловлена сильным размельчением кристаллитов образца. При малых размерах кристаллитов выгодна более плотноупакованная ГЦК-фаза. Отжиг при температурах до $\sim 500^\circ\text{C}$ не приводит к существенному росту кристаллитов и в этих образцах сохраняется высокотемпературная ГЦК фаза. При дальнейшем отжиге часть кристаллитов вырастают до критического размера и переходят в низкотемпературную ГПУ фазу. Наши исследования показали также, что отжиг в течение 1 часа при температуре 900°C не приводит к полному исчезновению на рентгенограммах линий высокотемпературной ГЦК фазы. Средний размер ОКР пластически деформированных образцов составляет примерно 20 ± 25 нм. Отжиг при температурах до 600°C незначительно влияет на размеры ОКР, что согласуется с данными электронной микроскопии. Скачкообразный рост размеров ОКР наблюдается при температурах выше 600°C.

**ОБМЕН ЭНЕРГИЕЙ МЕЖДУ ДИСКРЕТНЫМИ БРИЗЕРАМИ В
КРИСТАЛЛЕ СО СТРУКТУРОЙ NaCl ПРИ НУЛЕВОЙ И
КОНЕЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

Кистанов А.А., Дмитриев С.В.

Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, Уфа, Россия

В последнее время в различных областях физики возрос интерес к изучению дискретных бризеров (ДБ) - локализованных в пространстве колебательных мод большой амплитуды в бездефектной решетке. Существование ДБ обеспечивается ангармонизмом межатомных сил, приводящим к зависимости частоты колебаний атомов от амплитуды. Для мягкого типа нелинейности частота моды уменьшается с ростом амплитуды, а для жесткого – увеличивается. При мягком типе нелинейности частота моды, уменьшаясь с ростом амплитуды, может входить в щель фононного спектра, если таковая имеется, а при жестком типе нелинейности она, увеличиваясь, может оказаться выше фононного спектра. И в том и в другом случае колебательная мода (т.е. ДБ) при нулевой температуре перестает излучать энергию в виде малоамплитудных колебаний и теоретически может существовать вечно[1]. При конечных температурах в состоянии теплового равновесия ДБ имеют конечное время жизни, возникая и исчезая спонтанно[2].

Вопрос о подвижности ДБ в кристаллической решетке изучался теоретически для задач низкой размерности и для случаев простейших потенциалов взаимодействия частиц. В данной работе методом компьютерного моделирования показано, что в кристалле со структурой NaCl два ДБ поляризации (101), расположенных на соседних легких атомах, могут обмениваться энергиями как два слабо связанных ангармонических осциллятора, что приводит к движению ДБ по кристаллической решетке вдоль направления (101). Более того, показана возможность спонтанного возбуждения ДБ при ненулевой температуре и возможность движения ДБ по кристаллу при конечных температурах.

Литература

1. A.J. Sievers, S. Takeno, Phys. Rev. Lett. **61**, 970 (1988).
2. А. А. Кистанов, С.В. Дмитриев, ФТТ, **54**, 1345 (2012).

**ВЛИЯНИЕ ОСАЖДЕННЫХ СЛОЕВ KDP НА
ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ОКСИДОВ**

Неустроев А.С.

Челябинский государственный университет, г.Челябинск, Россия

Проводимость мелкодисперсных твердых протонных проводников при низких температурах сильно зависит от степени гидратации. Потеря гидратной оболочки протонным проводником при температуре, близкой к 100 °С, приводит к значительному снижению проводимости, в основном за счет блокирования носителей на границах зерен. Авторы [1] изучали протонную проводимость композитов ПСКК (полисурьмяная кристаллическая кислота) - KDP (дигидрофосфат калия) и обнаружили увеличение проводимости на 1,5 порядка в образцах с объемной долей KDP 13 %, по сравнению с чистой ПСКК. Это объяснялось формированием на границе двух фаз переходного слоя (интерфейса), с высокой степенью разупорядоченности, в котором происходит быстрый протонный перенос. С другой стороны, этот интерфейс может рассматриваться как аналог гидратной оболочки в низкотемпературных протонных проводниках. В отличие от гидратной оболочки такой интерфейс может оказаться более устойчивым при изменении температуры и служить «гидратирующим агентом» в широком температурном интервале при определенной объемной доле второй фазы. Чтобы подтвердить эту гипотезу, мы подготовили и изучили композиты, состоящие из инертных непроводящих оксидов и KDP, полученных путем осаждения из раствора. Для ряда композитов (TiO₂ (рутил), SiO₂ (аморфн), KSbO₃), действительно наблюдается увеличение проводимости на 1-2 порядка по сравнению с исходными материалами при объемной доле KDP, близкой к 10-20% и они стабильны как минимум до 120 °С. Таким образом, предложенный подход действительно позволяет получать материалы с высокой проводимостью и расширенной термической устойчивостью.

Литература

[1] Zakharyevich D.A., Neustroev A.S., Proton Conduction through Interface Phase of CPAA/KDP Composites in Functional Oxide Nanostructures and Heterostructures, Mater. Res. Soc. Symp. Proc., 1256E, 1256-N16-42 (2010).

ВЛИЯНИЕ РАВНОКАНАЛЬНОГО УГЛОВОГО ПРЕССОВАНИЯ НА МАРТЕНСИТНУЮ СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СРЕДНЕУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

Протасова Е.О., Киселева С.К., Абрамова М.М., Караваева М.В.
Уфимский государственный авиационный технический университет,
г Уфа, Россия

Создание нанокристаллических (НК) материалов на сегодняшний день являются одним из перспективных направлений в области материаловедения. Это обусловлено их уникальными физико-механическими свойствами. Прежде всего, значительным увеличением прочностных характеристик.

Среди конструкционных материалов наибольшее распространение получили углеродистые стали. Это связано с их относительной дешевизной. Формирование в углеродистых сталях НК структуры позволит расширить их область применения и в ряде случаев заменить ими высоколегированные стали. Как известно, исходная микроструктура существенно влияет на формирование НК структуры в результате интенсивной пластической деформации (ИПД) [1-2]. Как правило, в качестве исходного состояния перед ИПД используют равновесную ферритно-перлитную структуру. Предполагается, что использование мартенситной структуры в качестве исходного состояния позволит существенно повысить прочностные характеристики в результате ИПД.

В связи с этим целью данной работы было изучение влияния предварительной термической обработки стали 45 (закалка на мартенсит) на возможность получения высоких статических характеристик за счет последующей интенсивной пластической деформации.

В качестве материала исследования была выбрана конструкционная низкоуглеродистая сталь 45 стандартного химического состава. В исходном состоянии сталь 45 представляла собой ферритно-перлитную структуру. Среднее значение микротвердости составило 258 НВ. Предварительная термическая обработка включала нагрев до аустенитного состояния с последующим охлаждением в воду. В результате закалки в прутке стали 45 была сформирована мартенситная структура по всему объему, средняя микротвердость составила 695 НВ.

В качестве метода интенсивной пластической деформации была выбрана схема равноканального углового прессования (РКУП). При РКУП заготовка неоднократно продавливается в специальной оснастке через два канала с одинаковыми поперечными сечениями, пересекающимися под определенным углом. Этот метод позволяет получать массивные заготовки.

В нашем случае РКУП подвергались цилиндрические заготовки стали 45 диаметром 10 мм и длиной 60 мм. Температура РКУП составила 350 °С. Количество проходов N=8.

После РКУП на всех образцах не было обнаружено трещин, что говорит о достаточной пластичности материала в данных условиях деформации. В результате РКУП в материале образцов была сформирована нанокристаллическая структура. Средняя микротвердость образцов составила 410 HV.

В исходном ферритно-перлитном состоянии были получены следующие статические характеристики: $\sigma_B=1200$ МПа, $\delta=7\%$. После РКУП предел прочности повысился до $\sigma_B=1400$ МПа, но при этом пластичность снизилась до $\delta=5\%$. При этом излом имеет чашечный характер. Необычной является эллиптическая центральная зона с радиальными рубцами, что является отражением неоднородной текстуры, сформированной в процессе РКУП.

Полученные результаты показывают, что в результате РКУП стали 45 в исходном мартенситном состоянии удалось повысить прочностные характеристики по сравнению с исходным ферритно-перлитным состоянием. Такое повышение связано с формированием дисперсной структуры в результате ИПД.

Литература

1. Yoshitaka Okitsu, Naoki Takata, Nobuhiro Tsuji // Scripta Materialia, Volume 60, Issue 2, January 2009, Pages 76-79
2. Киселева С.К., Караваева М.В., Зарипов Н.Г., Ганеев А.В., Валиев Р.З., Ганеев А.В. // МиТОМ, № 4, 2012, сс.3-8

УДК 620.2+519.8

АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ ДЕФОРМАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ УМЗ Ti GRADE-4 НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Гайнуллин И.М.

Уфимский государственный авиационный технический университет,
г.Уфа, Россия

Измельчение зеренной структуры в Ti приводит к повышению его прочностных свойств, что делает УМЗ Ti чрезвычайно привлекательным материалом для использования в медицине, технике и других областях его практического применения. Для получения УМЗ Ti применяются разные методы ИПД. Однако, полученные экспериментальные результаты требуют развития, углубления и количественной оценки механизмов, приводящих к формированию его высокопрочных состояний. Важную роль при этом играет компьютерное моделирование.

Разработана модель, позволяющая анализировать механизмы деформационного поведения металлических материалов на основе получаемой информации об эволюции концентрации вакансий, средней плотности дислокаций, а также плотности дислокаций в границах и во внутренних областях зерен, дислокаций леса и плотности подвижных дислокаций в зависимости от степени деформации. Она применена для анализа механизмов деформационного поведения УМЗ Ti Grade-4.

Показано, что в области однородных деформаций всего образца существенный вклад в прочность вносят механизмы испускания дислокаций границами зерен и их запираения в результате увеличения полной плотности дислокаций. При этом реализуются условия для двойного поперечного скольжения. После достижения предела прочности заметно возрастает плотность дислокаций леса. Интенсивность аннигиляция при их неконсервативном движении не велика. На что указывает рост концентрации деформационных вакансий. Это приводит к повышению беспорядка в границах. При степени деформации $\varepsilon \approx 0.5$ все дислокации оказываются практически запертыми. Это объясняет продолжающееся деформационное упрочнение УМЗ Ti Grade-4 после достижения предела прочности.

Сделанные оценки параметров модели не противоречат известным экспериментальным данным.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРНОГО СПЛАВА ВТ6

Ахагова А.Ф.

Уфимский государственный авиационный технический университет,
Уфа, Россия

Размер зерен является одним из важнейших структурных параметров, определяющих деформационное поведение и механические свойства металлических материалов. В частности, уменьшение зерна существенным образом влияет на действующие механизмы деформации и приводит к повышению прочностных свойств материалов и сплавов. Особый интерес представляют материалы с размером зерен, равным всего лишь десяткам и сотням параметрам кристаллической решетки, в литературе известные как наноструктурные материалы. Данные материалы обладают уникальными физико-механическими свойствами, многие из которых представляют практический интерес. Однако измельчение структуры приводит к некоторому снижению пластических и вязких характеристик, таких как ударная вязкость и вязкость разрушения.

В работе исследовали наноструктурный титановый сплав ВТ6, полученный всесторонней изотермической ковкой в $(\alpha+\beta)$ -области со ступенчатым понижением температуры до 600°C [1]. Средний размер зерен составляет ~0,5 мкм. Механические испытания на ударный изгиб проводили на копре с падающим грузом Instron CEAST 9350 и записью диаграмм нагружения в координатах «Усилие – перемещение». По результатам экспериментов ударная вязкость наноструктурного титанового сплава составляет 0,47 МДж/м². Значительная часть поглощенной энергии идет на зарождение трещины, при этом на ее распространение затрачивается минимальная энергия. На диаграмме ударного нагружения это отображается как ускоренный спад нагрузки после достижения ее максимума. Анализ диаграммы по описанной методике [2] позволил установить, что работа зарождения трещины составляет 27 Дж, работа распространения - 9 Дж. Высокие значения работы зарождения, вероятно, обусловлены совместным действием факторов упрочнения, таких как, уменьшение размера зерна, развитая субструктура, повышенная плотность дислокаций.

Литература

1. О.Р. Валиахметов, Р.М. Галеев, В.А. Иванько, Р.М. Имаев, А.А. Иноземцев, Н.Л. Кокшаров, А.А. Круглов, Р.Я. Лутфуллин, Р.Р. Мулюков, А.А. Назаров, Р.В. Сафиуллин, С.А. Харин. Использование наноструктурных материалов и нанотехнологий для создания полых конструкций. Российские нанотехнологии, т.5, №1-2, 2010 г., с. 102-111.
2. Георгиев М. Пукнатиноустойчивост на металите при ударно натоварване. – София: БУЛВЕСТ 2000, 2007, 231 с.

**ОБЛАСТИ СУЩЕСТВОВАНИЯ МОРЩИН В ГРАФЕНОВОЙ
НАНОЛЕНТЕ С ЗАКРЕПЛЕННЫМИ КРАЯМИ**

Баимова Ю.А.

Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, г.Уфа, Россия

Графен представляет собой плоский моноатомный слой углерода, в котором каждый атом связан валентной связью с тремя соседями. Одна из особенностей графена это возможность его отклонения от плоской конфигурации. Было показано, что графен может иметь неровности в виде наноразмерных морщин. Такие одномерные или двумерные морщины могут значительным образом влиять на электронные свойства, так как они приводят к возникновению эффективных магнитных полей и изменению локальных потенциалов.

В данной работе рассматривалась нанолента с краями зигзаг параллельными оси x и шириной H . Края были закреплены и периодические граничные условия прикладывались в направлении оси x . В работе использовался стандартный набор межатомных потенциалов, ранее использованный в работе [1].

Была разработана молекулярно динамическая модель для анализа послекритического поведения деформированной графеновой наноленты с закрепленными краями. В пространстве двух компонент плоской деформации $(\varepsilon_{xx}, \varepsilon_{yy})$ при $e_{xy} = \{0, 0.1, 0.2, 0.3\}$ были определены области в которых могут существовать одномерные, двумерные морщины, а так же области в которых существование морщин не возможно.

Параметры одномерных морщин были проанализированы как функция приложенной деформации. Было показано, что амплитуда и ориентация морщин могут легко контролироваться приложенным напряжением, а длина волны морщин не чувствительна к компонентам напряжения. Амплитуда морщин возрастает с отклонением от границ устойчивости.

Литература

- [1] С.В. Дмитриев, Ю.А. Баимова, А.В. Савин, Ю.С. Кившарь // Письма в ЖТЭФ. 2011. Т. 93. вып. 10. С. 632-637.
[2] J.A. Vaimova, S.V. Dmitriev, K. Zhou, and A.V. Savin // PRB. 2012. 86, 035427.

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ УДАРНОГО НАГРУЖЕНИЯ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ6

Саркеева А.А.

Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, г.Уфа, Россия

Титановые сплавы находят широкое применение в различных отраслях промышленности благодаря малому удельному весу, высоким значениям удельной прочности и коррозионной стойкости. При этом структура материала определяет многообразный комплекс механических свойств. Более точное представление об изменении характеристик на различных стадиях ударного нагружения дает диаграмма деформирования, записываемая в процессе испытания. Однако в литературе практически отсутствуют количественные данные по вязкости, работе зарождения и распространения трещины при ударном нагружении титановых сплавов с системной привязкой к их структуре.

Цель данной работы – исследовать влияние структуры на характеристики ударного нагружения двухфазного титанового сплава ВТ6.

В качестве материала использовали двухфазный титановый сплав ВТ6 с пластинчатой, глобулярной и наноструктурой. Исследовали два вида пластинчатых структур: типичная β -превращенная структура с видимыми границами β -зерен со средним размером ~ 500 мкм, а также структура с пластинчатой β -фазой без видимых границ исходных β -зерен с толщиной β -пластин ~ 3 мкм. Средний размер зерен в сплаве с глобулярной структурой составляет ~ 6 мкм, с наноструктурой - $\sim 0,5$ мкм.

Результаты испытаний на ударный изгиб образцов с U-образным надрезом на вертикальном копре Instron CEAST 9350 свидетельствуют о существенном влиянии структуры на механическое поведение титанового сплава ВТ6. Максимальную ударную вязкость ($0,76$ МДж/м²) имеет сплав с пластинчатой структурой без видимых границ исходных β -зерен, что обусловлено максимальной работой зарождения трещины (44 Дж), минимальную – сплав с наноструктурой ($0,47$ МДж/м²), что обусловлено минимальной работой распространения трещины (9 Дж). Сплав с типичной β -превращенной структурой имеет меньшую работу зарождения трещины и большую работу распространения трещины по сравнению со сплавом без видимых границ исходных β -зерен. Сплав с глобулярной структурой имеет практически одинаковую работу зарождения и распространения трещины, составляющие 27 и 24 Дж, соответственно.

УДК 620.178.74

МЕХАНИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ПРИ УДАРНОМ НАГРУЖЕНИИ СТРУКТУРНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ТИТАНОВОГО СПЛАВА

Саркеева А.А.

Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, г.Уфа, Россия

В настоящее время интенсивные исследования проводятся в области изучения механического поведения слоистых композиционных материалов. С механической точки зрения наиболее интересной характеристикой является ударная вязкость, поскольку возможно ее значительное повышение несколькими способами, суть которых заключается в отклонении фронта трещины от направления ее магистрального роста. Данную цель можно достигнуть как за счет ориентированного расположения ослабленных поверхностей соединения относительно действующей нагрузки, так и за счет определенного сочетания слоев, заметно отличающихся по исходной структуре и свойствам, т.е. за счет создания структурного композита.

Цель данной работы - исследовать поведение при ударном нагружении структурного композита, полученного сваркой давлением заготовок титанового сплава ВТ6 с пластинчатой и глобулярной структурами.

Для исследований были изготовлены сваркой давлением при одинаковых режимах структурный композит, состоящий из чередующихся заготовок с пластинчатой и глобулярной структурами, а также слоистый материал, состоящий из заготовок с глобулярной структурой. В качестве исходного материала был выбран титановый сплав ВТ6 в виде листов толщиной ~1,5 мм. Для проведения испытаний на ударный изгиб были изготовлены стандартные образцы с размерами 10x10x55 мм³, с расположением U-образного надреза в направлении торможения (трещина распространяется последовательно через каждый слой, Т-образец) и разветвления (трещина распространяется одновременно через все слои, Р-образец) трещины.

Результаты исследований композита показали, что повышенными значениями ударной вязкости обладают Р-образцы по сравнению с Т-образцами, что согласуется с поведением слоистого материала, состоящего только из МК заготовок. Сравнительные исследования данных материалов показали, что при одновременном распространении трещины через все слои имеются различия в их механическом поведении. При этом Р-образец композита характеризуется пониженным значением ударной вязкости, что связано с более низкой работой распространения трещины.

**ФОРМИРОВАНИЕ УМЗ СТРУКТУРЫ В СПЛАВЕ Zr-2,5%Nb
МЕТОДОМ ВСЕСТОРОННЕЙ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ КОВКИ**

Хасанова Г.Ф., Валиахметов О.Р., Галеев Р.М., Мулюков Р.Р.
Институт проблем сверхпластичности металлов, г.Уфа, Россия

Структура циркониевых сплавов, применяемых в атомной промышленности, является одним из самых важных факторов, определяющих как эксплуатационные так и технологические свойства сплава[1]. Для обеспечения высокого качества изделий из циркониевых сплавов в материале необходимо сформировать мелкозернистую структуру однородную в объеме заготовки. Одним из перспективных методов получения мелкозернистой структуры в металлических материалах является деформация в условиях развития динамической рекристаллизации. Известно, что метод всесторонней изотермическойковки, осуществляемый при температурно-скоростных режимах, обеспечивающих развитие динамической рекристаллизации, позволяет формировать в объемных полуфабрикатах однородную структуру[2]. При этом особенности формирования УМЗ структуры в циркониевых сплавах методом всесторонней изотермическойковки до сих пор не исследованы.

В связи с этим в работе исследовано формирование структуры в Zr-2,5%Nb сплаве методом всесторонней изотермическойковки с поэтапным снижением температуры деформационной обработки.

Всестороннюю изотермическуюковку сплава с исходной крупнозернистой пластинчатой структурой выполняли в интервале скоростей деформации $5 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-3} \text{ с}^{-1}$, при температурах равновесия ($\alpha_{\text{Zr}} + \beta_{\text{Zr}}$) и ($\alpha_{\text{Zr}} + \beta_{\text{Nb}}$)-фаз.

Показано, что в процессе деформации происходит трансформация крупнозернистой пластинчатой структуры сплава Zr-2,5%Nb в мелкозернистую равноосную структуру и формируется структура с размером зерен 0,18 мкм при снижении температуры этаповковки до 300°C.

Литература

- [1]. Займовский А. С. Циркониевые сплавы в ядерной энергетике. // М.: Энергоатомиздат, 1994. 256 с.
- [2]. Мулюков Р.Р. Развитие принципов получения и исследование объемных наноструктурных материалов в ИПСМ РАН. Российские Нанотехнологии, 2007, т. 2, № 7-8, с. 38-53.

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ ЗЕРЕН НА ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ Cu_{2-d}Se

Мунасипов А.З., Габдуллин А.Н., Ишембетов Р.Х.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Халькогениды меди являются перспективными материалами для р-ветвей гетеропереходов в термоэлектрических устройствах, в частности в полупроводниковых холодильниках. Кроме электрических свойств, в выражение для термоэлектрической эффективности устройств, как известно, входит теплопроводность материала.

Целью данной работы было изучение влияния размеров зерен на теплопроводность селенида меди Cu_{2-d}Se в зависимости от температур. Для измерений теплопроводности суперионных полупроводниковых сплавов Cu_{2-d}Se использовался абсолютный компенсационный метод, компенсация тепловых потерь в котором осуществляется компенсационным нагревателем и контролируется поверхностной дифференциальной термопарой. Перепад температуры ΔT по толщине образца составлял 3-5 К. Чтобы исключить окисление образца и деталей установки при высоких температурах, все измерения проводились в кварцевой трубке, заполненной осушенным аргоном. Для предотвращения химического взаимодействия исследуемого образца при высоких температурах с деталями прибора, прилегающие к образцу детали были изготовлены из химически стойкого и высоко-теплопроводящего графита. Относительная погрешность измерения теплопроводности, определялась, в основном, погрешностями измерения и контроля перепада температур по толщине образца, и не превышала $6 \div 7\%$.

Мы думаем, что уменьшение величины коэффициента теплопроводности с уменьшением размеров зерен можно объяснить рассеянием фононов на границах зерен, концентрация которых увеличивается с уменьшением размеров зерен. Есть основания полагать, что в селениде меди Cu_{2-d}Se существует связь между теплопроводностью, размерами зерен и подвижными катионами в исследованных образцах селенида меди.

КРЕЙЗЫ И ТРЕЩИНЫ В СИНДИОТАКТИЧЕСКОМ 1,2 - ПОЛИБУТАДИЕНЕ

Хамидуллин А.Р.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

В работе представлены модели образования крейзов и трещин в частично-кристаллическом полимере – синдиотактическом 1,2 – полибутадиене (1,2-СПБ) марки RB 830 (JSR, Япония) и в состоянии «milk phase»(mpH) [1].

Природа появления крейзов и трещин хорошо изучена и в работах [1-2] приведены условия и механизмы образования этих структур.

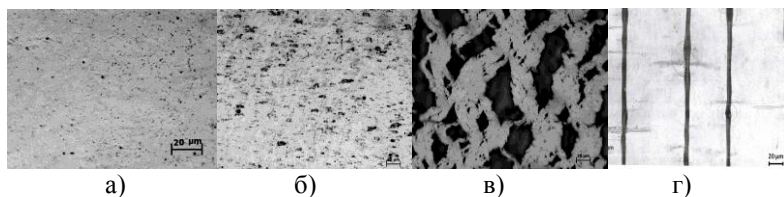


Рис.1 Микрофотографии образцов полимера 1,2-СПБ: а) исходный; б) состояние mpH; в) mpH облученный УФ-светом в течение 180 мин; г) mpH продержанный в жидком азоте в течение 60 мин. На вставках масштабы увеличения

Анализ микрофотографий предоставляет возможность сделать уместные предположения относительно механизмов образования структур крейзов и трещин. При простом одноосном растяжении образцов 1,2-СПБ и образовании mpH никаких «дефектов» не было выявлено, а длительное УФ-облучение и долгое пребывание образцов mpH в жидком азоте действительно способствует образованию интересных структур.

Литература

- [1] Чувывров А.Н., Кинзябулатов Р.Р., Лебедев Ю.А. Доклады РАН, 2011, том 437, № 5, с. 659–662.
- [2] Kambou R.P. J. Polymer Sci. Macromol Rev, 1973, v.7, pp.1-154.
- [3] Волинский А. Л., Бакеев Н. Ф. Высокодисперсное ориентированное состояние полимеров. М., 1984.

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СУБМИКРОСТАЛЛИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ В НИКЕЛЕ ПОСЛЕ КРУЧЕНИЯ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ

Корзникова Е.А.

ФГБУН Институт проблем сверхпластичности металлов РАН,
г. Уфа, Россия

Несмотря на большой объем экспериментальных данных об особенностях субмикроструктурных состояний в металлических материалах после деформации кручением под давлением, наблюдается нехватка работ с количественной аттестацией микроструктуры на различных этапах пластической деформации. В настоящей работе с использованием этих методов проведено исследование субмикроструктурного Ni (99,998 %), полученного кручением под давлением. Изучены характеристики зёрненной структуры, особенности высокодефектной субструктуры объёма и границ зёрен и проведено обсуждение возможных механизмов переориентации кристаллической решётки в процессе ИПД. Методом электронномикроскопического анализа установлено, что после кручения под давлением на пять оборотов в образцах формируется сложное высокодефектное состояние, характеризующееся высокой неоднородностью микроструктуры. Размеры равноосных субмикроструктурных кристаллов лежат в интервале от 0,05 до 1 мкм.

В объеме образца можно выделить отдельные равноосные свободные от субструктуры зерна в которых не наблюдаются высокие напряжения решетки. Образование подобных участков структуры предположительно является следствием протекания процессов типа динамической рекристаллизации.

Другой важной особенностью, оказывающей существенное влияние на характер неоднородности микроструктуры, является формирование двойников деформации. При этом пачки нанодвойников наблюдаются в субмикроструктурах размерами от нескольких десятков нанометров до 1 мкм. Помимо описанных выше особенностей в зернах динамической рекристаллизации обнаружены нанополосы длиной десятки нанометров и шириной несколько нанометров, разориентированные на небольшие ($\sim 1^\circ$) углы. Формирование таких полос объясняется в рамках теории нанодиполей частичных дисклинаций [1].

Литература

[1] Тюменцев А.Н., Дитенберг И.А. // Физическая мезомеханика. – 2011. – том 14. – № 3. – С. 55-68.

УЧЕТ ЗАВИСИМОСТИ ЭНЕРГИЙ МЕЖАТОМНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ НА ФАЗОВЫХ ДИАГРАММАХ СОСТОЯНИЯ

Халиков А.Р.¹, Дмитриев С.В.²

¹⁾ ФГОБУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет

²⁾ ФГБУН Институт проблем сверхпластичности металлов РАН,
г. Уфа, Россия

В некоторых случаях взаимодействие элементов в определённых стехиометрических концентрациях приводит к возникновению сверхструктур.

Исследовав изменения энергий связи пар атомов на первой и второй координационной сфере для простых фазовых диаграмм состояния [1], была рассмотрена диаграмма Ni-Al элементы которой образуют упорядочивающиеся сплавы со сверхструктурами $B2 (NiAl)$, $L1_2 (Ni_3Al)$. Энергии связи пар атомов изменяются с изменением концентрации Ni. Для построения структур аналогичных тем, что присутствуют на диаграмме состояния Ni-Al, необходимо рассматривать диаграмму состояния участками [1]. Каждый такой участок разделяет диаграмму состояния с упорядоченными промежуточными фазами на более простые виды(типы) диаграмм. Например, в интервале от $n=0$ до $n\approx 20\%$ Ni формируется диаграмма с эвтектическим равновесием, в интервале от $n=0$ до $n\approx 45\%$ Ni диаграмма с инконгруэнтно плавящейся промежуточной фазой. В интервале от $n\approx 45$ до $n\approx 70\%$ Ni формируется диаграмма состояния с перитектическим равновесием и в интервале от $n\approx 70$ до $n=99,99\%$ Ni диаграмма состояния с промежуточными фазами образующимися в твёрдом состоянии.

Таким образом, показано, что при учете линейной зависимости энергий межатомных взаимодействий от состава сплава A_nB_m можно добиться более реалистичного описания некоторых элементов фазовых диаграмм состояния двухкомпонентных систем.

Литература

[1] Халиков А.Р., Искандаров А.М., Дмитриев С.В. Влияние состава на энергии бинарных сплавов в разупорядоченном состоянии и после отжига // Ползуновский вестник. 2012, Вып. 1-1, С. 301 – 304.

УДК 539.2

ДИНАМИКА ДЕФЕКТОВ И СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В КАПЛЯХ НЕМАТОХОЛЕСТЕРИКА

Тимиров Ю.И., Гареева Е.Р., Скалдин О.А.
ИФМК УНЦ РАН, г.Уфа, Россия

Исследование ориентационных и структурных переходов является одной из актуальных задач физики конденсированного состояния и физики фазовых переходов. Структурные превращения в жидких кристаллах (ЖК) приводят к радикальным изменениям их свойств [1,2]. При этом наиболее ярко проявляются изменения оптических свойств тонких слоев ЖК, чем обусловлен большой интерес к их оптическим исследованиям.

В последние годы наблюдается большой интерес к капсулированным ЖК, представляющим собой взвеси капель в изотропной среде. В связи с этим в работе экспериментально изучены динамика и взаимопревращение дефектов в нематохолестерических каплях, диспергированных в изотропном окружении, в электрическом поле. Исследуемые образцы представляют собой смесь на основе нематического ЖК – n-(4-метоксибензиден)-4-бутиланилин и холестерического ЖК – холестерилхлорида с равновесным шагом спирали в диапазоне $20 \leq P \leq 350$ мкм. Показано, что в зависимости от соотношения радиуса капли к величине равновесного шага спирали R/P и приложенного напряжения могут быть реализованы различные ориентационно-структурные превращения. В частности, когда соотношение $R/P < 1$ наблюдаются капли с одним разрушенным буджумом. Приложение переменного электрического напряжения приводит к вращению последнего. В случае $R/P \approx 1$ динамика вращения дисклинационной линии трансформируется в процесс периодического распада буджума (с топологическим индексом $S = 1$) на два поверхностных дефекта. В случае, когда $R/P > 1$ изучается процесс образования разрушенного буджума вследствие слияния двух поверхностных дефектов с топологическим индексом $1/2$.

Работа выполнена при поддержке РФФИ № 12-02-97039 и финансовой поддержке компании ОПТЭК.

Литература

- [1] П.Де Жен. Физика жидких кристаллов, М.:Мир, 1977, 400с.
- [2] С.А.Пикин. Структурные превращения в жидких кристаллах, М.: Наука, 1981, 336с.

УДК 620.22

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МУЛЬТИФЕРРОИКОВ В СВЧ ДИАПАЗОНЕ

Калганов Д.А.

Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Задача разработки и исследования свойств новых мультиферроиков с высокими температурами упорядочения становится всё более актуальной. Композитные материалы на их основе применяются в датчиках магнитного поля, электронных компонентах и СВЧ устройств нового поколения[1]. Цель данной работы состоит в разработке методов синтеза и исследования свойств мультиферроиков на основе керамики феррониобата свинца (PFN) и манганита лантана.

Синтез образцов керамики PFN осуществлялся методом твердофазных реакций с использованием прекурсора FeNbO_4 , что позволило обойти проблемы образования соединений типа пироклор и испарение оксида свинца. Образцы манганита лантана были получены из нитратов золь-гель методом - экономически и энергетически выгодным благодаря малым температурам и временам синтеза.

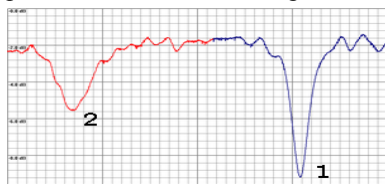
Диэлектрическая проницаемость образцов мультиферроиков вычислялась в приближении статистической двухкомпонентной смеси, в которой частицы расположены хаотично по формуле предложенной Одолеевским[2]:

где x_1 и x_2 – объёмные концентрации компонент

Был разработан и апробирован метод измерений диэлектрической проницаемости по сдвиг резонансной частоты плоского индуктивно-щелевого резонатора.

1 \ddot{I} резонансная частота без образца

2 \ddot{I} резонансная частота с образцом PFN



Литература

3. C.W. Nan et al., J. App. Phys. 103, 031101 2008.
4. А.А. Брандт. Исследование диэлектриков на СВЧ. М.,1964.

УДК 620.172

МИКРОСТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛИ 08X18N10T, ПОДВЕРГНУТОЙ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ КРУЧЕНИЕМ ПО РАЗЛИЧНЫМ РЕЖИМАМ

Халитова А.В., Абрамова М.М., Александров И.В.

Уфимский государственный авиационный технический университет,
г. Уфа, Россия

В настоящем работе исследовано влияние формирования ультрамелкозернистой структуры, полученной методом интенсивной пластической деформации (ИПД), на характер упрочнения термонеупрочняемой хромоникелевой нержавеющей стали 08X18N10T с матричной структурой.

Исследованиям подвергались исходное закаленное состояние со средним размером зерен 25 мкм, состояние 1, полученное по режиму, обеспечивающему образование мартенсита деформации ($\gamma \rightarrow \beta$ превращение) со средним размером структурных компонентов около 40 нм; двухфазное состояние 2, полученное по режиму, при котором не происходит мартенситного превращения и сохраняется $\gamma + \beta$ смесь фаз, с размером структурных компонентов около 120 нм; двухфазное состояние 3, полученное по режиму, обеспечивающему $\gamma \rightarrow \beta \rightarrow \gamma$ превращения, с размером структурных компонентов около 130 нм.

ИПД осуществлялась методом кручения под высоким давлением. Для реализации вышеуказанных состояний были выбраны следующие режимы деформации:

- 1) $T = 20^\circ\text{C}$, $n = 10$ оборотов – состояние 1;
- 2) $T = 490^\circ\text{C}$, $n = 10$ оборотов – состояние 2;
- 3) $T = 20^\circ\text{C}$, $n = 5$ оборотов + $T = 490^\circ\text{C}$, $n = 5$ оборотов – состояние 3.

Деформация проводилась при гидростатическом давлении равном 6ГПа, со скоростью вращения нижнего бойка 1 об/мин.

По результатам исследования микроструктуры и механических свойств исследований были сделаны следующие выводы:

- после закалки без деформации сталь имеет низкий показатель прочности $y_b = 540$ МПа и высокий показатель пластичности $d = 75\%$,

- состояние 1 характеризуется высоким показателем прочности $y_b = 1800$ МПа (увеличение более чем в 3 раза), но показатель пластичности резко снизился до 0,3%,

- состояние 2 характеризуется увеличением прочности по сравнению с соответствующим значением для исходного состояния более чем в 2 раза ($y_b = 1310$ МПа),

- наиболее интересными представляются результаты для состояния 3, которое характеризуется максимальным значением прочности $y_b = 1990$ МПа при сохранении некоторой пластичности ($d = 3,3\%$).

УДК 621.81

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ БИМЕТАЛЛА 9ХС-45ХНМ, ПОЛУЧЕННОГО СВАРКОЙ ВЗРЫВОМ

Южанина В.А.

Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет,
г. Уфа, Россия

Цель: изучение структуры и свойств биметалла 9ХС-45ХНМ, полученного сваркой взрывом без предварительного подогрева и с подогревом исходных материалов до 150°С.

Для достижения поставленной цели использовались следующие методики: методика растровой электронной микроскопии, методика оценки микротвердости, методика механических испытаний.

Объектом исследования являются два образца, полученного сваркой взрывом сталей 9ХС и 45ХНМ. Один образец получен без подогрева, а второй с подогревом исходных материалов до 150°С. Сталь 9ХС имеет после сварки взрывом структуру троостита и микротвердость 365 НV, сталь 45ХНМ – феррит с частицами карбидов и твердость 310 НV. В зоне шва наблюдается резкое увеличение микротвердости (415 НV), что вызвано деформационным упрочнением в результате взрыва.

Исследовали структуру и свойства биметалла, полученного без подогрева. Выявили высокую микротвердость, но сварной шов плохого качества. Выявлены растрескивания в оба материала и магистральные трещины. Из литературных источников стало известно, что такие дефекты связаны с высокими остаточными напряжениями, получаемые из-за высокого предела текучести. Понизить предел текучести можно с помощью нагрева. Опытным путем заметили снижение предела текучести в стали 9ХС с 445 МПа до 405 МПа, в стали 45ХНМ с 685 МПа до 370 МПа.

Биметалл, полученный с предварительным подогревом исходных материалов, имеет ровный сварной шов без трещин.

**ОБ ЭФФЕКТЕ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ НА
СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ХОЛОДНОКАТАНОГО
АЛЮМИНИЕВОГО
СПЛАВА 1570С**

Ильясов Р.Р.^{1,2}, Автократова Е.В.¹, Валеев И.Ш.^{1,2}, Ситдииков О.Ш.^{1,2}
Маркушев М.В.¹

¹Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, г. Уфа, Россия

²Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Исследованы особенности формирования структуры и изменение микротвердости холоднокатаных листов алюминиевого сплава 1570С системы Al-Mg-Sc-Zr при электроимпульсной обработке (ЭИО) в интервале энергий $1,66 - 1,94 \cdot 10^4 \text{ A}^2 \cdot \text{с}/\text{мм}^4$.

Обнаружено, что в результате ЭИО происходит снижение микротвердости сплава со 142 HV в исходном холоднокатаном состоянии до 118 HV при энергии обработки $1,66 \cdot 10^4 \text{ A}^2 \cdot \text{с}/\text{мм}^4$ и до 87 HV – при значениях энергии, превышающих $1,79 \cdot 10^4 \text{ A}^2 \cdot \text{с}/\text{мм}^4$.

При обработке в интервале энергий от $1,66 \cdot 10^4$ до $1,68 \cdot 10^4 \text{ A}^2 \cdot \text{с}/\text{мм}^4$ происходит формирование рекристаллизованных зерен, со средним размером $\sim 3 - 4$ мкм, которое начинается преимущественно внутри полос сдвига, внесенных в материал в процессе холодной прокатки. При увеличении энергии от $1,68 \cdot 10^4$ до $1,94 \cdot 10^4 \text{ A}^2 \cdot \text{с}/\text{мм}^4$ наблюдается постепенно распространение рекристаллизованных областей в тело исходных зерен с сохранением размера зерна $\sim 3 - 4$ мкм, что приводит к формированию более гомогенной структуры. При этом объемная доля рекристаллизованных зерен увеличивается от 17 до 64%. Такая стабильность зеренной структуры обусловлена наличием в материале дисперсных частиц $\text{Al}_3(\text{Sc}, \text{Zr})$, которые по результатам просвечивающей электронной микроскопии сохраняют свою когерентность во всем интервале энергий обработки и, тем самым, являются эффективными препятствиями для миграции высокоугловых границ.

Показано, что образование новых мелких зерен при ЭИО холоднокатаного сплава качественно не отличается от процессов формирования статически рекристаллизованных зерен, происходящих при его печном нагреве и отжиге при температуре 520°C ($\sim 0,85 T_{\text{пл}}$) длительностью от 10 до 120 минут. При этом размер рекристаллизованных зерен после отжига сплава во всем исследованном временном интервале также составил $\sim 3-4$ мкм. Однако их объемная доля была значительно меньше, чем при ЭИО, и даже после 120-минутной выдержки не превышала 25-30 %.

Сделано заключение о том, что ЭИО может являться перспективным методом обработки листов из алюминиевых сплавов типа 1570С для получения однородной мелкозернистой структуры.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ПОСЛЕДУЮЩЕГО ОТЖИГА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СТАЛИ 45 С ИСХОДНОЙ ФЕРРИТНО-МАРТЕНСИТНОЙ СТРУКТУРОЙ

Рамазанов И.А.¹, Зарипов Н.Г.², Киселева С.К.³, Караваяева М.В.⁴
Уфимский государственный авиационный технический университет,
г. Уфа. Россия

Цель: исследование влияния ИПДК стали 45 в ферритно-мартенситном состоянии при повышенной температуре на структуру и свойства, а также оценка термической стабильности полученной структуры.

В качестве исходного материала применяли сталь 45 стандартного химического состава. В состоянии поставки сталь имела ферритно-перлитную структуру. Нагрев стали до 770 °С с последующим быстрым охлаждением в воде приводит к получению ферритно-мартенситной структуры. Твердость стали после неполной закалки очень высокая, поэтому деформация при низких температурах не представляется возможной. ИПДК проводили при повышенной температуре 350°С. Для того чтобы проверить как влияет температура нагрева на свойства, подготовили образцы-свидетели, т.е. образцы прошедшие термическую обработку без деформации.

После ИПДК закаленной стали микротвердость составляет 607 МПа, что выше примерно в 1,5 раза по сравнению с микротвердостью образцов-свидетелей (490 МПа).

При закалке стали достигаются высокие прочностные свойства при практически нулевой пластичности: $\sigma_B=1780$ МПа.

ИПДК приводит к существенному повышению не только прочности ($\sigma_B=2117$ МПа), но и пластичности ($\delta=6,7\%$).

Образцы, полученные ИПДК, показали высокую термическую стабильность до температуры 300 °С, тогда как после закалки падение микротвердости наблюдается при более низких температурах. Предполагается, что высокая термостабильность стали с полученной в результате ИПДК нанокристаллической структурой объясняется выделением высокодисперсных карбидов размером 20-30 нм, которые являются сильным препятствием для роста зерен при последующем нагреве.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В СИСТЕМАХ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ МАНГАНИТОВ ЛАНТАНА

Павлухина О.О., Бучельников В.Д.

Челябинский государственный университет, Челябинск, Россия

Существенным фактором, стимулирующим теоретические и экспериментальные исследования в области магнитокалорических свойств твердых тел является возможность их практического применения при создании охлаждающих устройств на основе твердотельных хладагентов [1]. Изучение процессов переноса тепла является одним из основных разделов современной науки и имеет большое практическое значение. Полученные нами ранее результаты показывают, что манганиты La-Ba-MnO₃ могут быть с успехом использованы для создания магнитных охлаждающих систем, работающих при комнатных температурах [2]. В связи с этим, данные вещества были выбраны для дальнейшего исследования их в качестве рабочего тела при моделировании устройства магнитного охлаждения.

Авторами различных работ, посвященных конструкции охлаждающих устройств, предлагается использовать в качестве конструкции материала, обладающего магнитокалорическими свойствами сеточные структурные конфигурации [3]. Такая структура была выбрана нами для наших исследований. В нашей работе решены трехмерные задачи теплопереноса в системе изготовленной из La_{0,7}Ba_{0,3}MnO₃. Проведены исследования выбора материала обладающего МКЭ, скорости потока теплоносителя влияющей на эффективность теплопереноса. Время релаксации пластины изготовленной из материала La_{0,7}Ba_{0,3}MnO₃ оказалась ниже, чем для пластины, изготовленной из гадолиния, что говорит о том, что данный материал подходит для использования в устройствах, работающих на основе магнитного охлаждения.

Работа выполнена при поддержке федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009 – 2013 годы», государственный контракт № 14.740.11.1442, а также гранта фонда поддержки молодых ученых ФГБОУ ВПО «ЧелГУ» и гранта губернатора Челябинской области 2012г.

Литература

- [1] V.K.Pecharsky, K.A.Gschneidner, J. Magn. Magn. Mater., 200, 1999. -44.
- [2] Buchelnikov V.D., Pavluchina O. O., Functional Materials. 19, 2012 - 97.
- [3] Kuhn T. Journal of Physics: Conference Series 303, 2011. -012082.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ8-1

Султанбекова Д.Д.¹, Сиренко А. А.²

Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа

Цель: изучение эксплуатационных и технологических характеристик титанового сплава ВТ8-1 во взаимосвязи со структурой.

В качестве объекта исследования был выбран титановый сплав ВТ8-1. В состоянии поставки образцы представляли собой темплеты, вырезанные из периферийной части диска. Исходной структурой титанового сплава являлись первичные α - и β -фазы, пластины α' -фазы, образовавшиеся внутри зерен β -фазы в процессе охлаждения после горячей деформации.

Для анализа деформационного поведения сплава ВТ8-1 по результатам обработки первичных кривых растяжения были построены зависимости предела текучести, предела прочности и относительного удлинения от температуры ($20^{\circ}\text{C} \dots 1000^{\circ}\text{C}$) и скорости деформации ($10^{-3} \dots 10^0 \text{ c}^{-1}$). При температурах 700°C и выше наблюдается интенсивное разупрочнение сплава при одновременном увеличении пластичности. В исследуемом диапазоне температуры и скоростей деформации сплав ВТ8-1 имеет слабую скоростную чувствительность. Структура титанового сплава после упрочняющей термической обработки, состоящая из закалки в воду с 970°C и последующего старения при 550°C в течение 1 ч и охлаждения на воздухе, представлена зернами первичной α -фазы на фоне превращенной β -фазы. Старение при 550°C приводит к распаду метастабильных β - и α'' -фаз с образованием главным образом α -фазы и стабильной β -фазы. Для исследования влияния упрочняющей термической обработки на механические свойства были проведены испытания на растяжение при скорости деформации 10^{-3} c^{-1} и температурах 20°C , 350°C , 400°C , 450°C . Микротвердость сплава после термической обработки возросла от 360HV до 500HV.

Термическая обработка привела к увеличению прочностных свойств до 40% и падению пластических из-за распада нестабильных фаз.

УДК 620.172:621.785.789

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ТЕРМООБРАБОТКИ НА МИКРОСТРУКТУРУ И МИКРОТВЕРДОСТЬ ПОДШИПНИКОВОЙ СТАЛИ 110X18M

Акчурина А.Г., Караваева М.В.

Уфимский государственный авиационный технический университет,
г. Уфа, Россия

Развитие машиностроения требует создания прецизионных приборных подшипников, обладающих высокой степенью надежности и долговечности, и обеспечивающих стабильный уровень выходных характеристик изделий в процессе длительной эксплуатации. Одним из способов повышения прочностных свойств материалов в настоящее время является получение субмикроструктурного, ультрамелкозернистого или наноструктурного состояния в различных материалах. Наиболее эффективным способом измельчения структуры является интенсивная пластическая деформация (ИПД). ИПД позволяет получить объемные целостные беспористые заготовки. Основными приемами ИПД являются кручение под высоким давлением, равноканальное угловое прессование (РКУП), всесторонняя ковка и т.д.

В данной работе была исследована микроструктура и микротвердость конструкционной подшипниковой стали 110X18M после ИПД и последующей термообработки. Интенсивную пластическую деформацию осуществляли методом РКУП при температуре 500°C, заготовка диаметром 20 мм и длиной 120 мм подвергалась 4 проходам по режиму В_c (поворотом на 90° после каждого прохода), угол между каналами составил 120°. После РКУП проводили стандартную термообработку (ТО) для данного материала (закалка в масло с 1050°C и отпуск при 170°C в течении 2 часов)

В результате после РКУП и ТО микротвердость увеличилась более чем в 2 раза и составила 820 (в исходном состоянии микротвердость- 370 Нv) В микроструктуре в исходном состоянии отчетливо видны карбиды (до 1 мкм) равномерно распределенный по всему образцу, так же встречаются крупные карбиды, размером до 15 мкм. РКУП с ТО приводит к заметному измельчению структуры и карбидов. Количество крупных карбидов (до 7 мкм) значительно сократилось.

Полученные результаты показывают, что в результате РКУП и ТО стали 110X18M удалось повысить механические характеристики в материале, что вызвано измельчением структуры и выделением дисперсных карбидов в материале.

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ В ШИРОКОМ
ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР**

Искандаров А.М.

Институт проблем сверхпластичности металлов РАН,
450001, г. Уфа, ул. Степана Халтурина, 39.

Теоретическая прочность материалов представляет собой максимальные внутренние напряжения, которые бездефектный кристалл способен выдержать без потери механической устойчивости кристаллической решетки. До недавнего времени значения теоретической прочности оставались далеко за пределами достижимости в экспериментах, так как прочность материалов существенно понижается из-за присутствия в них дефектов. Одним из способов упрочнения является интенсивная пластическая деформация, основанная на измельчении зерен поликристаллов, что согласно закону Холла-Петча повышает напряжения течения за счет увеличения плотности дефектов, в первую очередь - границ зерен. Другой способ достижения высокой прочности заключается в упрочнении материалов посредством создания в них состояния близкого к бездефектному. Действительно, с появлением возможности испытывать на прочность малые объемы вещества (наноиндентирование, сжатие наностолбиков), в которых могут полностью отсутствовать дефекты, была продемонстрирована возможность достижения прочности, близкой к теоретической [1]. Особенно актуальным вопрос теоретической прочности становится в наши дни в связи с распространением наноматериалов.

Помимо знания величин самой теоретической прочности материалов важно хорошо представлять влияние на неё различных внешних факторов, в первую очередь – температуры. Температура способна понизить теоретическую прочность материалов за счет вклада термофлуктуаций в потерю механической устойчивости кристаллических решеток.

В настоящей работе проведены компьютерные расчеты для широкого интервала температур теоретической прочности объемных материалов (Al, Cu, Si) на сдвиг. Показано существенное влияние температуры на теоретическую прочность материалов. У исследованных материалов при комнатной температуре прочность на сдвиг на 15-25% ниже, чем при абсолютном нуле температур. Потеря устойчивости кристаллических решеток исследованных материалов имеет ярко выраженный термоактивированный характер.

Литература

[1] T. Zhu, J. Li, Ultra-strength materials, Progress in Materials Science 55, 710–757 (2010).

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЛКИХ МОНОКРИСТАЛЛОВ $Sr_3Ti_2O_7$, $SrTiO_3$ и Sr_2TiO_4 В РАСПЛАВЕ KCl

Мавлютов А.М.

Башкирский государственный университет,
г. Уфа, Россия

Темплетный рост зерен является одним из способов получения текстуры в керамиках с перовскитной структурой. Суть темплетного метода заключается в следующем. В смесь порошка матричной (основной) керамики с органическим связующим добавляют небольшое количество (до 5 об %) темплетов. Темплеты – это небольшие (несколько десятков мкм) монокристаллы химически инертных оксидов пластинчатой формы. Темплеты должны иметь такую же решетку, что и матричная фаза, а параметры решетки темплетта и матричной фазы не должны отличаться более чем на 15%. Часто в качестве темплетов используют мелкие монокристаллы системы Sr-Ti-O [1].

Целью данной работы был синтез мелких монокристаллов пластинчатой формы трех фаз системы Sr-Ti-O ($Sr_3Ti_2O_7$, $SrTiO_3$ и Sr_2TiO_4). Исходными компонентами для синтеза монокристаллов были $SrCO_3$ и TiO_2 . Синтез проводили в расплаве KCl. Режим термообработки:

- 1) нагрев до 1100 – 1270 °С со скоростью 7 °С/мин;
- 2) выдержка в течение 2 – 5 часов;
- 3) охлаждение до 700 °С со скоростью 5 °С/мин.

Полученные монокристаллы имеют пластинчатую форму. Кристаллы имеют следующие размеры: линейный размер 5 – 15 мкм, толщина 1 – 3 мкм (рис.1,2).

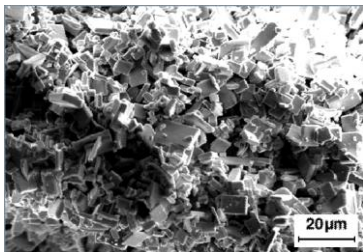


Рис. 1 Микрофотография $Sr_3Ti_2O_7$

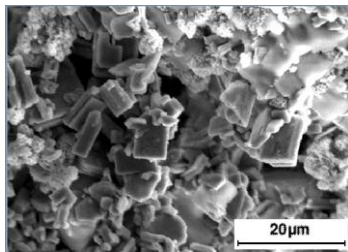


Рис. 2 Микрофотография $SrTiO_3$

[1] G. L. Messing et al. Templated grain growth of textured piezoelectric ceramics. *Critical Reviews in Solid State and Materials Sciences* 29 (2004) 45–96.

УДК 538.91

РАСЧЕТ ЗОННОЙ СТРУКТУРЫ СУПЕРИОННЫХ ПРОВОДНИКОВ Cu_2S И Ag_2S ИЗ ПЕРВЫХ ПРИНЦИПОВ

Давлетшина А.Д.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Халькогениды меди и серебра являются смешанными ионно-электронными проводниками. Данные соединения широко используются в различных технических устройствах. При этом к электронной составляющей проводимости предъявляются особые требования. Электронное строение позволяет установить характер связи между ионами, что необходимо для понимания ионной проводимости. Этим обусловлен интерес к исследованию электронного строения халькогенидов меди и серебра.

Расчет зонной структуры суперионных проводников Cu_2S (ГЦК) и Ag_2S (ОЦК) в высокотемпературной кубической фазе был выполнен из первых принципов с помощью программного пакета Quantum Espresso [1]. При высоких температурах наблюдается особое суперионное состояние, характеризующееся структурным разупорядочением кристаллической решетки. Фазовые переходы в кристаллах с перестройкой кристаллической решетки вызывают изменения зонной структуры [2, 3].

При расчетах зонной структуры были использованы ультрамягкие псевдопотенциалы для Cu и Ag, а для S - сохраняющие норму. Энергия обрезки плоских волн имела величину, равную $35 R_y$ (476 эВ). Использовался автоматический выбор точек обратной решетки (k-точек) при помощи метода Монкхорста-Пака. Размерность k-сетки для интегрирования по зоне Бриллюэна составляла $3 \times 3 \times 3$.

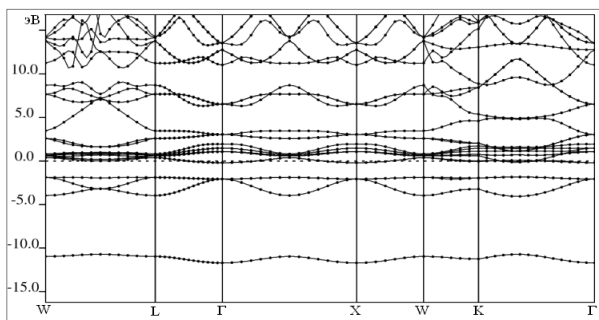


Рис. 1 Зонная структура Cu_2S

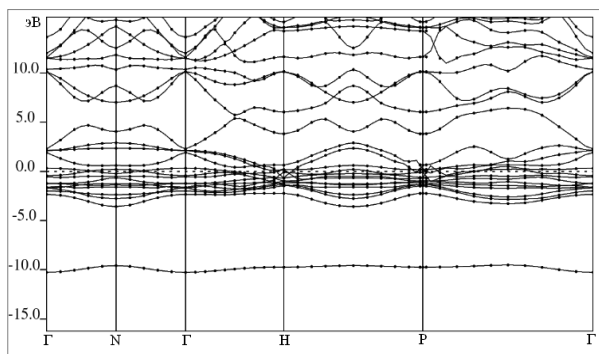


Рис. 2 Зонная структура Ag_2S

Зонная структура Cu_2S и Ag_2S представлена на рис.1 и 2, соответственно. Зависимость энергии от волнового вектора в обоих соединениях имеет подобный характер. Для зонной структуры Ag_2S характерна гибридизация d-состояний металла как с s-, p-состояниями аниона, так и с собственными s-, p-орбиталями. В случае Cu_2S 2s-, 2p-, 3s-состояния серы не участвуют в гибридизации. В результате чего Ag_2S имеет более высокую ионную проводимость по сравнению с Cu_2S и как следствие меньшую энергию активации. Потенциал кристаллической решетки становится более однородным. Для зонной структуры исследуемых соединений в суперионном состоянии характерно отсутствие запрещенной зоны, т.е. халькогениды меди и серебра являются бесщелевыми полупроводниками.

5. Quantum-ESPRESSO: <http://www.quantum-espresso.org>
6. Garba E.J.D., Jacobs R.L., Physica. 138 B, 253 (1986).
7. Kashida S., Watanabe N. et al., Solid State Ionics. 148, 193 (2002).

© Давлетшина А.Д., 2012 г.

АТТЕСТАЦИЯ ФАЗОВОГО СОСТАВА МИКРОТВЕРДОСТИ И ТЕКСТУРЫ В СПЛАВЕ НИКЕЛИДА ТИТАНА

Салихов А.Р.

Институт проблем сверхпластичности материалов РАН, г.Уфа, Россия

Сплавы на основе никелида титана являются известными функциональными материалами с эффектами памяти формы (ЭПФ), обусловленными термоупругими мартенситными превращениями[1]. Эти сплавы широко используются в качестве функциональных материалов в медицине и технике[2]. Целью данной работы является изучение фазового состава, микротвердости и текстуры сплава никелида титана.

Фазовый состав сплава изучался рентгеноструктурными методами и измерением термосопротивления, для определения температур фазовых превращений. Из анализа кривой термосопротивления установлено, что температура прямого и обратного мартенситного превращения соответственно $M_s \approx 13 \text{ }^\circ\text{C}$ $A_s \approx 18 \text{ }^\circ\text{C}$, это подтверждается рентгеноструктурными методами. При температуре $16 \text{ }^\circ\text{C}$ на дифрактограмме присутствуют небольшие пики фазы $B19'$ (моноклинная) [3], в то время как при $20 \text{ }^\circ\text{C}$ эти пики не наблюдаются. В основном при этих температурах преобладает фаза $B2$ (ОЦК) [3].

Микротвердость сплава измерялась на сканирующем нанотвердомере и составила H (ГПа) = $3,92 \pm 0,58$ (14,92%), что в свою очередь согласуется с [4].

Анализ текстуры проводился по прямым и обратным полюсным фигурам построенным при помощи текстурного дифрактометра ДРОН 3. В сплаве присутствует текстура прокатки, она является двухкомпонентной.

Литература

- [1] Хачин В.Н. Никелид титана: структура и свойства / В.Н. Хачин, В.Г. Пушин, В.В. Кондратьев. – М.: Наука, 1992
- [2] Гюнтер В.Э., Ходоренко В.Н., Ясенчук Ю.Ф., Чекалкин Т.Л. Никелид титана. медицинский материал нового поколения. Томск: изд-во МИЦ, 2006. - 296 с.
- [3] K. Otsuka, X. Ren / Progress in Materials Science 50 (2005) 511–678
- [4] Штанский Д.В., Петржик М.И., Башкова И.А. Адгезионные, фрикционные и деформационные характеристики покрытий $Ti-(Ca,Zr)-(C,N,O,P)$ для ортопедических и зубных имплантатов Физика твердого тела, 2006, т.48, вып. 7 1231-1238 с.

ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ ВТСП КЕРАМИКИ ПОДВЕРГНУТОЙ КРУЧЕНИЮ ПОД КВАЗИГИДРОСТАТИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ ПРИ НИЗКИХ СКОРОСТЯХ КРУЧЕНИЯ

Салихов А.Р.

Институт проблем сверхпластичности материалов РАН, г.Уфа, Россия

ВТСП керамика $\text{Bi(Pb)}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+d}$ $\{\text{Bi(Pb)2223}\}$ благодаря своей нетоксичности и высокой температуре перехода в сверхпроводящее состояние ($T_c = 105 - 110\text{K}$) перспективна для практического применения как в качестве лент и проводов, так и в виде объемных изделий [1].

Для получения высоких значений сверхпроводящих свойств в материале необходимо создать очень острую текстуру. В объемных сверхпроводниках для получения острой текстуры наиболее целесообразно использовать горячую деформацию методом кручения под квазигидростатическим давлением. В работе [3] установлено, что уровень текстуры зависит как от температуры деформации, так и угла кручения. При понижении температуры деформации максимум текстуры смещается к меньшим углам кручения. Целью данной работы является фазовый анализ ВТСП керамики Bi(Pb)2223 подвергнутой горячей деформации кручения под квазигидростатическим давлением.

Химический состав определялся методом EDX на растровом электронном микроскопе Tescan VEGA. Полученные данные соотносились со снимками в поляризованном свете и анализировался фазовый состав материала.

Сложная зависимость уровня текстуры образца, предположительно, может быть объяснена появлением новых частиц при высоких температурах, растворением ранее существовавших, при низких температурах, частиц вторых фаз и их отсутствием при температурах, в которых наблюдается максимум текстуры.

Литература

- [1]. Parinov I. A. Microstructure and properties of High -Temperature Superconductors. Berlin, Heidenberg. New York: SpringerVerlag, 2007, 583.
- [2]. Имаев М.Ф. Структура и свойства высокотемпературных сверхпроводящих керамик, подвергнутых деформационным и термическим воздействиям: диссертация д.ф.- м.н.: 01.04.07. - Уфа, 2010. - 318 с.
- [3]. Пархимович Н.Ю., Имаев М.Ф. Влияние температуры деформации кручением под давлением на текстуру ВТСП керамики Bi(Pb)2223 .

МЕЖКРИСТАЛЛИТНАЯ КОРРОЗИЯ КРИОДЕФОРМИРОВАННОГО АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА Д16

Мухаметдинова О.Э., Крымский С.В., Ильясов Р.Р.

Стажер-исследователь; асп.3 г.о. ИПСМ РАН, маг.2г.о. БашГУ г. Уфа

Науч. рук. Ситдинов О.Ш., к.ф.-м.н., с.н.с. ИПСМ РАН, г. Уфа

Маркушев М.В., д.т.н., зав.лаб. №8 ИПСМ РАН, г. Уфа

Институт проблем сверхпластичности материалов РАН, г.Уфа, Россия

В данной работе исследовали эффект низкотемпературной термомеханической обработки, включающей упрочняющую термическую обработку (закалку и старение) и криогенную прокатку, на сопротивление межкристаллитной коррозии (МКК) промышленного алюминиевого сплава Д16 (Al-4,4Cu-1,4Mg-0,7Mn, вес. %). Сначала сплав был отожжен при температуре 505°C в течении одного часа и закален в воду, затем прокатан с суммарной степенью $\epsilon \sim 2$ при температуре жидкого азота, после чего состарен с различной длительностью в интервале температур от комнатной (Т) до 190 °С (Т1). Интенсивность и глубину коррозионного поражения определяли с помощью оптического микроскопа.

Обнаружено, что криогенная прокатка снижает глубину проникновения коррозии, а старение при более низкой температуре и с меньшей выдержкой усиливает сопротивление сплава МКК. Криопрокатанный и естественно состаренный в течение ~ 6 суток сплав показал глубину и интенсивность поражения 35 мкм и 14 %, что незначительно больше, чем в недеформированном и состаренном по тому же режиму состоянии (25 мкм и 4%, соответственно). В случае сплава, состаренного при 190 °С, криопробатка значительно повышает глубину поражения (~ 475 мкм) при почти 90% его интенсивности, превышающей почти в два раза интенсивность МКК недеформированного сплава в состоянии Т1, глубина и интенсивность коррозионного поражения которого составили 525 мкм и 50%, соответственно.

Обсуждены причины коррозионного поведения сплава с учетом выявленных изменений зеренной структуры, первичных и вторичных фаз, вызванных прокаткой и последующим старением, и влияния фазовых превращений на преобразования развитой ячеистой структуры прокатки за счет возврата и рекристаллизации, протекающих при пост-деформационном вылеживании и искусственном старении.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013годы. (гос. контракт № 14.740.11.02.78).

© Мухаметдинова О.Э., 2012г

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ В ХОЛОДНОКАТАНОМ УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОМ СПЛАВЕ $Al-5Mg-0,2Sc-0,08Zr$ ПРИ ОТЖИГЕ

Мухаметдинова О.Э.

Стажер-исследователь ИПСМ РАН, г. Уфа

Со рук. Автократова Е.В., к.т.н., с.н.с. ИПСМ РАН, г. Уфа

Со рук. Ситдииков О.Ш., к.ф.-м.н., с.н.с. ИПСМ РАН, г. Уфа

Науч. рук. Маркушев М.В., д.т.н, зав.лаб. 08 ИПСМ РАН, г. Уфа

Институт проблем сверхпластичности материалов РАН, г.Уфа, Россия

В данной работе проводили исследования на алюминиевом сплаве $Al-5Mg-0,2Sc-0,08Zr$, содержащем высокую плотность нанодисперсных частиц $Al_3(Sc,Zr)$. Сплав подвергали равноканальному угловому прессованию (РКУП) при температуре 325 °С до 8 и 10 проходов, которое обеспечило формирование двух структурных состояний с одинаковым средним размером зерен (~1 мкм), но отличавшихся удельной долей высокоугловых границ ($f_{вуг} \sim 0,6$ и $0,9$, соответственно). После этого оба состояния сплава прокатывали при комнатной температуре до общей степени деформации ~ 80% и отжигали в течение одного часа в интервале температур 350-520 °С. Структуру сплава анализировали методом оптической и электронной микроскопии, а его микротвердость измеряли с помощью микротвердомера ПМТ-3.

Установлено, что оба структурных состояния, сформированные РКУП, обладают хорошей термической стабильностью до 425 °С. После часового отжига при этой температуре размер зерна увеличился лишь до ~ 2 мкм, и микротвердость сплава снизилась со 115 до 105 HV, независимо от исходной удельной доли высокоугловых границ. Отжиг сплава при более высоких температурах сопровождался дальнейшим снижением микротвердости до 95...90 HV и ее стабилизацией на этом уровне выше 475 °С. Соответственно этому, размер зерна сначала увеличился незначительно и после отжига при температуре 475 °С составил ~ 3 мкм, а с дальнейшим ростом температуры отжига до 520 °С наблюдался более интенсивный рост зерен, но и в этом случае, их средний размер не превысил 5 мкм.

Показано, что удельная доля высокоугловых границ, получаемая при РКУП, является одним из существенных параметров, определяющих структурные изменения в холоднокатаном ультрамелкозернистом сплаве при отжиге. Так в сплаве с исходной долей высокоугловых границ ~ 0,9 наблюдался аномальный рост ультрамелких зерен при отжиге даже при 425 °С, в то время как в состоянии с меньшей долей высокоугловых границ ~0,6 при таком отжиге формировалась мелкозернистая структура со средним размером зерна ~ 2 мкм.

©Мухаметдинова О.Э., 2012г.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЭФФЕКТ ПЕЛЬТЬЕ В Cu_2S

Мунасипов А.З., Шакиров Р., Ишембетов Р.Х.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Халькогениды меди и их сплавы проявляют свойства смешанных электронно-ионных проводников. По электронным свойствам – это полупроводники, которые уже нашли применение в солнечных элементах, термоэлектрических генераторах, полупроводниковых лазерах и т.д.

Одним из перспективных практических приложений халькогенидов меди является использование их в качестве р-ветвей гетеропереходов для полупроводниковых холодильников, работающих на эффекте Пельтье. Модули Пельтье в настоящее время находят широкое применение в кулерах для охлаждения компьютерных процессоров и других элементов электрических схем.

Целью данной работы было исследовать эффект Пельтье в Cu_2S .

Измерения проводились на поликристаллических образцах, спрессованных из порошка, состоящих из нанопроволок. Идентификация фаз проводилась методами РСА и электронной микроскопии. Для определения коэффициента Пельтье использовалось соотношение $\Pi = \beta T$, где β – коэффициент термо-эдс, T – абсолютная температура. Коэффициент электронной термо-эдс измеряли по широко известной методике подавления ионной составляющей. Электронными зондами служили рабочие спай хромель-алюмелевых термопар, применяемых для измерения температуры, между хромелевыми ветвями которых измерялась электронная термо-эдс. При измерениях поддерживался постоянный градиент температуры вдоль образца порядка 10 К/см. Погрешность измерений не превышала 4-5 %.

Наблюдаемые значения коэффициента Пельтье образцов Cu_2S с находятся в пределах 0.1ч0.36 Дж/А, что несколько выше, чем у теллурида висмута.

УДК 536

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ ЗЕРЕН НА ИОННУЮ ПРОВОДИМОСТЬ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО СЕЛЕНИДА МЕДИ

Усманов И., Халилова Г, Ишембетов Р.Х.

Башкирский государственный университет, Уфа, Россия

В суперионных проводниках ионная проводимость имеет порядок 10^{-1} Ом⁻¹см⁻¹ при комнатной температуре, что близко к проводимости концентрированных растворов жидких электролитов. Халькогениды меди обладают одновременно с рекордно высокой для твердых тел катионной проводимостью (4 Ом⁻¹см⁻¹) высокой электронной проводимостью и интересными полупроводниковыми свойствами[1]. В исследовании суперионных проводников в последние годы были достигнуты большие успехи. Однако влияние размеров зерен на электронную и ионную проводимость изучено слабо. Обзор как отечественной, так и зарубежной (доступной нам) литературы по данной тематике показывает, что обычно исследовались образцы с размерами зерен порядка 50-100 мкм в лучшем случае до нескольких микрон, т.е. область меньше микрона оставалась не изученной.

В работе исследована зависимость ионной проводимости от температуры наноструктурированного состава и проведено сравнение с той же зависимостью в крупнозернистых составах. Выявлено, что уменьшение размеров зерен приводит к уменьшению ионной проводимости.

Литература

1. Полупроводниковые халькогениды и сплавы на их основе / Под. ред. Н.Х.Абрикосова, В.Ф.Банкиной, Л.В.Порецкой и др. - М.: Наука, 1975. - 219 с.

ПОВЕДЕНИЕ ПРИМЕСНЫХ АТОМОВ ПРИ ДИФФУЗИОННОМ ОТЖИГЕ ДВУМЕРНОГО ПОЛИКРИСТАЛЛА В ЗАВИСЕМОСТИ ОТ РАЗМЕРА ПРИМЕСНЫХ АТОМОВ

Мурзаев Р.Т., Дмитриев С.В.

Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, Уфа, Россия

Хорошо известно, что границы зерен в металлах, обладая повышенным свободным объемом и измененным химическим потенциалом, могут играть роль стоков примесных атомов, которые, в свою очередь, существенно изменяют свойства границ. Известны примеры как отрицательного, так и положительного влияния сегрегаций на прочность металлов, однако до сих

пор преимущественно изучались вредные сегрегации, приводящие к зернограничному охрупчиванию или снижению коррозионной стойкости. Это связано с тем, что для возникновения и распространения трещины достаточно иметь в материале лишь одну слабую границу, в то время как эффект сегрегационного упрочнения может стать заметным лишь при наличии достаточно плотной сетки границ.

Представляется важным исследовать поведение неравновесных сегрегаций при зарождении и движении границ зерен и дислокаций в поле напряжений, в то время как на сегодняшний день апробированные теории существуют только для равновесных или слабо-неравновесных сегрегаций, контролируемых диффузионными процессами. Работая с конкретными системами, экспериментаторам бывает нелегко установить общую картину явления. Таким образом, целью настоящей работы является изучение методом молекулярной динамики, с использованием двухмерной модели поликристалла с наноразмерными зернами, движения примесных атомов в ходе активной пластической деформации, исходно находящихся либо в твердом растворе, либо на границах зерен.

Исходная двумерная структура поликристалла состояла из 40 зерен размером 30 нм. Данная структура была хорошо отрелаксирована и в нее внедрялись примесные атомы, доля которых составляла 10%. Внедрение примесных атомов осуществлялась тремя способами: примеси внедрялись только по границам зерен; внедрение примесных атомов проводилось равномерно по всему объему; 50% примесных атомов располагались по границам зерен и 50% по объему материала.

Для моделирования использованы модельные парные потенциалы описывающие три вида взаимодействий: φ_{AA} - взаимодействие между атомами твердого раствора, φ_{BB} - между примесными атомами, φ_{AB} - взаимодействие между атомами твердого раствора и примесными атомами. Было исследовано влияние силы взаимодействия между атомами на диффузионную перестройку атомной структуры. Вариации размеров примесных атомов были следующими $r_B = (0.9...1.1) r_A$. Показано, что когда размеры примесных атомов больше размеров атомов твердого раствора ($r_B > r_A$) наблюдается образование кластеров из примесных атомов по границам. В случае, когда размер примесных атомов меньше размера атомов твердого раствора ($r_B < r_A$), наблюдается полное растворение примесных атомов по всему объему материала.

СЕКЦИЯ «НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОЭЛЕКТРОНИКА»

УДК 538.911

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ГРАФАНОВЫХ СЛОЕВ

Беленкова Т.Е.

Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Графановые слои впервые были синтезированы в 2009 году. Они были получены в результате присоединения по одному атому водорода к каждому из углеродных атомов графенового слоя. Графан (в отличие от графена) является диэлектриком. Он устойчив относительно десорбции водорода при нормальных условиях, и поэтому может использоваться в нанoeлектронных устройствах работающих при комнатной температуре. В синтезированной к настоящему времени структурной разновидности графана атомы водорода присоединяются попеременно к атомам углерода с каждой из сторон слоя. Другие структурные разновидности графана пока не изучены и в данной работе выполнен анализ возможной структуры графановодородных слоев.

Как показал теоретический анализ – существует всего пять различных способов присоединения неуглеродных атомов с двух сторон графанового слоя, так чтобы позиции всех углеродных атомов оказались кристаллографически эквивалентными. Первая из разновидностей имеет структуру эквивалентную структуре экспериментально синтезированного графана. Возможность существования четырех остальных структурных разновидностей графановых слоев установлена в данной работе впервые. Различных структурных разновидностей графановых слоев с неэквивалентными позициями углеродных атомов может быть больше, однако термодинамически устойчивыми должны быть в первую очередь слои с эквивалентными позициями атомов.

Измерения структурных параметров геометрически оптимизированных методом ММ+ слоев показали, что графановые слои различного типа существенно отличаются структурой. У слоев различные элементарные ячейки отличающиеся параметрами и количеством содержащихся атомов. Длина углерод-углеродных связей в слоях варьируется незначительно, однако только у слоя первого типа длины всех С-С связей одинаковы. Углерод-водородные связи короче в слоях первого, третьего и четвертого типа, по сравнению со слоями второго и пятого типов. Углы между связями для всех слоев отличаются от значения $109,47^\circ$ характерного для алмаза. Графановые слои можно подвергнуть локальной графитации, за счет удаления части неуглеродных атомов и таким образом получить нанoeлектронные устройства различного назначения.

УДК 538.911

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ СЛОЕВ ГРАФЕНА НА ПОВЕРХНОСТИ НАНОАЛМАЗОВ

Миннибаев И.Н.

Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Структура нанокристаллов и свойства нанокристаллических систем отличаются от структуры и свойств кристаллов имеющих макроскопические размеры. Наиболее отчетливо это прослеживается для нанокристаллов из углеродных атомов. Структура углеродных графитоподобных нанокристаллов достаточно изучена, каковы же особенности структуры нанокристаллов алмаза до сих пор остается неясным. Наноалмазы можно получить в результате воздействия взрывов на графит. Полученными таким способом наноалмазы называются детонационными. На экспериментальных электронно-микроскопических фотографиях поверхности детонационных наноалмазов наблюдаются слоевые структуры, природа возникновения которых неясна. В данной работе выполнено моделирование структуры поверхности детонационных наноалмазов.

Модельные расчеты были выполнены методом молекулярной механики ММ+. На первом этапе расчетов была найдена геометрически оптимизированная структура монокристаллов алмаза содержащих 6128 атомов. В качестве допущения было принято, что слоевые структуры на поверхности кристалла наноалмаза образуются в результате отрыва поверхностного слоя атомов при затухании в нем ударных волн. Поэтому на втором этапе моделировали структуру поверхности, на которой произошел разрыв некоторых связей между атомами углерода поверхностного слоя и основным объемом кристалла алмаза. Полученные структуры подвергались геометрической оптимизации. В результате выполненных расчетов было установлено, что на поверхности алмаза образуются графеновые слои в форме полусфер. Кривизна полусфер зависит от количества атомов, между которыми удалялись связи, т.е. чем больше размер графенового слоя, тем больше кривизна. Результаты модельных расчетов сопоставляли с электронно-микроскопическими изображениями поверхности детонационных наноалмазов полученных экспериментально. Параметры структур смоделированных на поверхности наноалмазов хорошо согласуются с параметрами на экспериментальных изображениях, поэтому структуры, образующиеся на поверхности наноалмазов, по-видимому, состоят из слоев графена.

**ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ НАНОПЛЕНКИ СПЛАВА β -NiAl С
РАЗНОЙ ОРИЕНТИРОВКОЙ ОСИ РАСТЯЖЕНИЯ**

Букреева К.А., Искандаров А.М.

Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, г.Уфа, Россия

Нанообъекты широко исследуются в настоящее время, потому что они обладают уникальными физическими и механическими свойствами. Один из методов их исследования - компьютерное моделирование, с помощью которого изучают структуру и свойства нановолокон из чистых металлов подвергнутых пластической деформации [1-3]. Однако мало внимания уделяется изучению подобных характеристик для сплавов особенно упорядоченных. Поэтому целью данной работы является исследования влияния ориентировки оси растяжения на механизмы пластической деформации нанопленки из интерметаллидного сплава β -NiAl.

Для анализа механизмов высокоскоростной пластической деформации была смоделирована нанопленка ОЦК сплава NiAl с B2 симметрией. Расчетная область содержала около 100000 атомов. Были выбраны четыре направления оси растяжения Oх нанопленки, лежащие в плоскости (110): [559], [557], [556] и [111]. Моделирование проводилось при температуре 300К и скорости деформации 10^8 с^{-1} .

В результате компьютерного моделирования было обнаружено, что растяжение вдоль направлений [559] и [557] идет по бездислокационному механизму, который связан с разворотом элементарной ячейки сверхструктуры типа B2 относительно оси [001] на угол $\beta=12,5^\circ$. Деформация вдоль [556] идет благодаря дислокационному скольжению, а при растяжении вдоль [111] наблюдается двойникование. Максимальная степень деформации 42% была достигнута в результате растяжения вдоль направления [557].

Литература

- [1] Park H.S., Zimmerman J.A. Stable nanobridge formation in $\langle 110 \rangle$ gold nanowires under tensile deformation // Scripta Materialia. – 2006. – V. 54. – P. 1127-1132.
- [2] Koh S.J.A., Lee H.P. Molecular dynamics simulation of size and strain rate dependent mechanical response of FCC metallic nanowire // Nanotechnology. – 2006. – V. 17. – P. 3451-3467.
- [3] Sutrarak V.K., Roy Mahapatra D. Superplasticity in intermetallic NiAl nanowires via atomistic simulation // Materials letters. – 2010. – V. 64. – P. 879-881.

УДК 538.1.

ДИСКРЕТНЫЙ БРИЗЕР В ДЕФОРМИРОВАННОМ ЛИСТЕ ГРАФЕНА ОРИЕНТАЦИИ КРЕСЛО

Корзникова Е.А.

ФГБУН Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, Уфа, Россия

Значительный интерес представляют линейные и нелинейные колебательные моды кристаллической решетки графена и влияние на них однородной упругой деформации, которая может приводить к появлению щели в фоннном спектре графена, что обеспечивает возможность существования щелевых дискретных бризеров.

В работе исследована плоская нанолента графена со свободными краями типа кресло образуемая путем трансляции примитивной ячейки в продольном направлении.

Нанолента подвергалась одноосной деформации в направлении кресло. Установлено, что лента шириной 120 атомов сохраняет стабильность до степени деформации 29%. Показано, что фоннные моды разбиты на два подмножества, в одних модах атомы осуществляют колебания в плоскости наноленты (XY моды), а в других – по нормали к этой плоскости (Z моды). начиная со степени деформации 10% в (XY) спектре дисперсионных кривых, появляется щель. При этом (Z) спектр практически не изменяется. В щели спектра (XY) мод обнаружены две колебательные моды с частотой, слабо зависящей от волнового числа q , сильно локализованные на краю наноленты. Одна из этих мод использовалась для задания начальных перемещений атомов при построении дискретного бризера (ДБ), который представляет собой колебательную моду большой амплитуды в плоскости XY , локализованную на четырех атомах на краю наноленты. Период колебаний ДБ составил $T=0.04$ пс, что соответствует частоте около 800 см⁻¹. X -компонента амплитуды крайнего атома изменяется от 0.021 до 0.14 Е, Y -компонента колебаний данного атома примерно в 2 раза меньше. С увеличением амплитуды ДБ имеет место уменьшение его частоты от 830 до 795 см⁻¹, что свидетельствует о мягком типе нелинейности данной колебательной моды.

Результаты, полученные в данной работе, могут оказаться полезными при обсуждении прочности на разрыв нанолент графена, поскольку есть все основания полагать, что разрыв инициируется на краях наноленты и ДБ, локализуя значительную энергию, могут способствовать зарождению трещин.

ВЛИЯНИЕ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ МИЦЕЛЛ НА ЯДЕРНУЮ СПИН-РЕШЕТОЧНУЮ РЕЛАКСАЦИЮ

Мердеев. М.И., Чернов В.М.

Челябинский Государственный Университет, г. Челябинск, Россия

Методом импульсного спин-локинга ядерного магнитного резонанса получены ориентационные зависимости времени спин-решеточной релаксации $T_{1\rho}$ в ламеллярной и нематической фазах лиотропного жидкого кристалла водного раствора перфторнонаноата цезия. Структурной единицей исследуемой системы являлась дискотическая мицелла. Благодаря тому, что амфифильная молекула внутри мицеллы совершает быстрые вращательные движения вокруг своей длинной оси, в модельных расчетах было принято, что в спин-решеточной релаксации во вращающейся системе координат она эквивалентна жесткому узкому стержню с нанизанными на него ядерными спинами, связанными друг с другом диполь-дипольными взаимодействиями. Поскольку вклад в $T_{1\rho}$ от молекул, расположенных на боковой поверхности мицеллы пренебреженно мал, в расчетах использована модель мицеллы с плоскими поверхностями, перпендикулярно к которым расположены молекулы-стержни. Сама мицелла совершает нутационно-прецессионные движения относительно директора системы. При этом ее нутационное движение ограничено по амплитуде, определяющейся параметром порядка жидкого кристалла. Для расчета вращательной ограниченной диффузии мицелл применялось уравнение следующего вида:

$$\frac{\partial \Psi}{\partial t} = D_{\theta} \left(\frac{\partial^2 \Psi}{\partial \theta^2} + \operatorname{ctg}(\theta) \frac{\partial \Psi}{\partial \theta} \right) + \frac{D_{\varphi}}{\sin^2(\theta)} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial \varphi^2}, \quad (1)$$

с заданными начальными и граничными условиями. В (1) θ и φ углы нутации и прецессии мицеллы, а D_{θ} и D_{φ} – коэффициенты диффузии для нутационного и прецессионного движений, соответственно. Кроме этого учитывается инерция движения, поэтому D_{θ} и D_{φ} зависят от времени, массы и линейных размеров мицеллы. Уравнение (1) было рассчитано численным методом. Это позволило вычислить функции автокорреляции и соответствующее им время релаксации $T_{1\rho}$.

Рассчитанные ориентационные зависимости $T_{1\rho}$ подогнаны к экспериментальным. Путем их сопоставления найдены коэффициенты диффузии D_{θ} и D_{φ} .

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИССОЦИАТИВНОГО ЗАХВАТА ЭЛЕКТРОНОВ МОЛЕКУЛАМИ ТРИФТОРУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ

Щукин П.В., Файзуллин М.Г., Муфтахов М.В.
ИФМК УНЦ РАН, г. Уфа, Россия

В настоящей работе методом масс-спектрометрии отрицательных ионов исследованы процессы резонансного присоединения электронов к молекулам трифторуксусной кислоты CF_3COOH . Спектр отрицательных ионов CF_3COOH состоит из пиков шестнадцати фрагментных ионов, образующихся в диапазоне энергии 0 – 13 эВ. Кривые эффективного выхода ионов в функции от энергии захватываемых электронов показаны на Рис. 1.

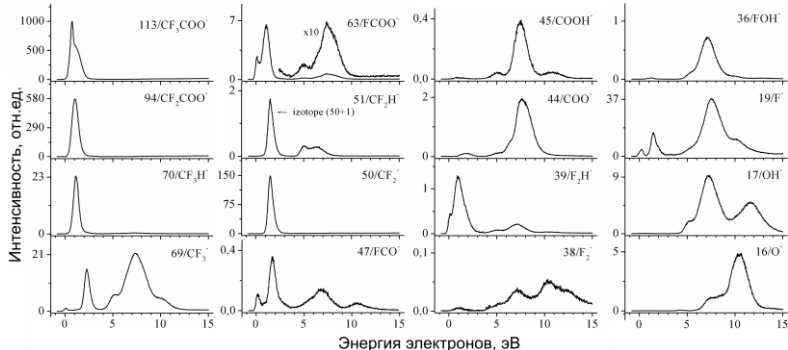


Рис.1 Кривые эффективно выхода отрицательных ионов из CF_3COOH

Полученный спектр хорошо согласуется с результатами предыдущих исследований, дополняя их несколькими впервые зарегистрированными малоинтенсивными ионами. Судя по элементному составу осколочных ионов, в трифторуксусной кислоте они генерируются не только в реакциях простого разрыва связи, но и в перегруппировочных процессах, причем некоторые ионы имеют кластерную структуру. Разброс ионов по интенсивности выхода достигает четырех порядков. В масс-спектре доминирует группа ионов CF_3COO^- , CF_2COO^- и CF_2^- , образующихся в диапазоне 0–3 эВ. Выход других отрицательных ионов значительно ниже и в некоторых случаях не превышает 0.1 % от максимальной интенсивности.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант №12-03-31533 мол_а).

УДК 678.1; 544.7; 615.40:54

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ
ЧАСТИЦ ПОЛИМЕР-КОЛЛОИДНЫХ КОМПЛЕКСОВ В
ИЗОТОНИЧЕСКОМ РАСТВОРЕ**

Бабаев М.С.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт органической химии Уфимского научного центра РАН, г. Уфа, Россия

В Институте органической химии УНЦ РАН ведутся работы по получению ПКК на основе ПАС и анионного мицеллообразующего ПАВ – додецилсульфатом натрия (ДДС), содержащих фармакофоры. Для испытаний таких лекарственных форм на животных, необходимо чтобы комплексы находились в изотоническом растворе (0.9% раствора хлорида натрия). В связи с этим возникла задача разработки методики получения наноразмерных частиц ПКК в изотоническом растворе.

Показано, что увеличение содержания хлорида натрия при формировании ПКК приводит к закономерному изменению предельного состава образования дисперсно устойчивых частиц поликомплексов. Присутствие соли в момент формирования ПКК также заметно влияет на изменение размеров частиц поликомплексов. Так, например, если система, полученная при мольном соотношении компонентов $z < z_{\text{пред}}$ без добавок хлорида натрия практически остается стабильной в отношении изменения размеров (размер частиц 45 нм), присутствие же хлорида натрия в сравнительно небольшом количестве приводит к заметному увеличению размеров частиц до 92 нм при времени выдержки 10 суток и 235 нм при выдержке 30 суток. Установлено, что добавление хлорида натрия до 9 г·л⁻¹ в раствор предварительно сформированных частиц ПКК не сказывается на изменении как размеров частиц ПКК, так и их доли в первый день эксперимента.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы (мероприятие 1.1), номер заявки 2012-1.1-12-000-1015-027

НАНОЧАСТИЦЫ ГЕМАТИТА ДЛЯ СОРБЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Бадамшина А.Р., Ильясова Р.Р., Массалимов И.А.
ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет,
г. Уфа, Россия

Промышленные сточные воды многих химических, машиностроительных заводов, предприятий цветной металлургии и других в большей или меньшей степени загрязнены солями тяжелых металлов: цинка, кадмия, меди и др. Загрязнение водной среды ионами тяжелых металлов опасно их токсичным влиянием на живые и растительные организмы, т.к. тяжелые металлы имеют тенденцию к накоплению в пищевых цепочках, что усиливает их опасность для человека.

Истощение природных ресурсов и загрязнение окружающей природной среды заставляют искать способы ее очистки. В настоящее время наряду с кристаллизацией, коагуляцией и др. методами очистки воды применяется и сорбция, часто с использованием в качестве сорбентов углеродных материалов.

Целью настоящей работы явилось решение ряда теоретических и практических вопросов, связанных с изучением закономерностей сорбции меди из водных растворов ее солей на наночастицах α – гематита, а также возможность применения наночастиц гематита в качестве сорбента для очистки сточной воды.

Исходные растворы готовили растворением хлорида меди (II) в дистиллированной воде. Растворы с меньшими концентрациями меди готовили разбавлением исходных. Количество сорбированного металла определяли по разности содержания в растворе до и после процесса сорбции. Концентрацию металла определяли методом тонкослойной хроматографии.

Авторами проведено сравнительное исследование закономерностей сорбции катиона меди (2+) на поверхности активированного угля, силикагеля, гематита. Изучено влияние концентрации соли на протекание сорбционных процессов на поверхности указанных сорбентов.

Полученные экспериментальные данные применены для расчета величин сорбции, построения изотерм сорбции.

Полученные результаты свидетельствуют о более высоких значениях сорбции катиона меди (2+) на наночастицах гематита по сравнению с другими изученными сорбентами.

**НИТРАТЫ ПИРИДИНА И ХИНОЛИНА ПРИ СИНТЕЗЕ
НАНОДИСПЕРСНОГО ОКСИДА НИКЕЛЯ**

Салихова Л.А., Ильтуганов А.Я., Идрисова Э.С.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Существенными условиями, определяющими высокие показатели функциональных материалов и изделий на их основе, являются достижение однородности химического, фазового и морфологического состава синтезированных продуктов. В настоящее время большое внимание уделяется получению мелкодисперсных, особенно наноразмерных материалов. Известно [1], что мелкодисперсный монооксид никеля, обладающий узким распределением частиц по размеру, может использоваться для производства керамических, магнитных, электрохромных материалов, гетерогенных катализаторов.

При синтезе оксида никеля используют различные методы, в том числе ультразвуковые воздействия, фотонную обработку, обратную микроэмульсию и т.д., каждый из которых обладает своими преимуществами и, безусловно, также недостатками. Поэтому актуально моделирование и изучение фазообразования, фазовых равновесий и взаимодействия в трехкомпонентных системах с участием нитратов аминов с водными растворами нитратов некоторых s-, p-, d- и f – элементов при различных температурах.

В данной работе приводятся экспериментальные данные по исследованию растворимости тройных водно-солевых систем на основе нитрата никеля – нитратов гетероциклических аминов – вода. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие основные задачи:

1. определение температурно-концентрационных границ сосуществования фаз;
2. исследование состава, свойств синтезированных нитратных комплексов с помощью физико-химических методов;
3. возможность применения количественных характеристик диаграмм состояния при получении нитратных комплексов, при разложении которых образуются нанодисперсные оксиды.

Как показали экспериментальные данные обе системы являются системами с химическим взаимодействием исходных солевых компонентов, в которых обнаружены новые донные фазы, характеризующиеся хорошо развитыми полями кристаллизации. Вновь образованные химические соединения состава нитрат никеля : нитрат амина : вода, как 1:1:3 выделены препаративно. После обжига в муфельной печи в течении 4-х часов при температурах 350 и 500 °С, чистота полученного оксида никеля

контролировалась методом рентгенофазового анализа на дифрактометре ДРОН 4-07 на излучении $\text{Cu}\alpha$, рассчитаны параметры кристаллической решетки. Полученные результаты находятся в хорошем соответствии с известными литературными данными.

Гранулометрический анализ показал, что при разложении комплекса никеля с нитратом пиридина при температуре 350°C , получается оксид никеля размером 10 нм (44,9%), а с нитратом хинолина подобные частицы составляют 68%. Выявлено, что повышение температуры обжига приводит к укрупнению частиц: до 79 нм в случае с нитратом пиридина и до 28 нм с нитратом хинолина. По всей вероятности, повышение температуры обжига способствует агломерации оксида никеля.

Таким образом, исследование фазовых диаграмм состояния трехкомпонентных водно-солевых систем на основе нитрата никеля – нитратов гетероциклических аминов – вода позволили предсказать возможность получения нитратных комплексов, взрывоподобное разложение которых способствует синтезу нанодисперсных оксидных материалов. В работе показано, что на размер синтезированного оксида никеля влияние оказывает и природа нитрата амина и температура обжига.

Литература

[1] Жилиев А.П. Сверхпластичность и границы зерен в ультрамелкозернистых материалах. - М.: физ.-мат. лит., 2008. – 152.

ПРОВОДЯЩИЕ СВОЙСТВА ДОПИРОВАННОГО ФУЛЛЕРЕНОМ ПОЛИАНИЛИНА

Биглова Ю.Н.¹, Торосян С.А.², Михеев В.В.¹, Шаяхметов Р.У.¹,
Салихов Р.Б.¹, Мустафин А.Г.¹

¹Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

²Институт органической химии, г.Уфа, Россия

Полианилины отличаются высокой электропроводностью. Из литературных источников известно, что включение C_{60} в полимерную матрицу в качестве электроактивных блоков приводит к новым материалам с интересными свойствами [1]. В этой связи небезынтересно исследование свойств продукта модификации полианилина фуллереном с целью создания электро-, фотопроводящих материалов.

Полианилин был получен и выделен по известной методике [2]. В процесс модификации вовлекали эмеральдиновую форму полианилина. Последний растворяли в диоксане и вводили гидрид натрия. После интенсивного перемешивания в течение 1 часа rt в реакционную массу добавляли растворенный в толуоле фуллерен. Модификацию полианилина фуллереном осуществляли 24 часа. Структура синтезированного соединения доказана ЯМР ^{13}C спектроскопией.

Далее изучены проводящие свойства модифицированного фуллереном полианилина, в частности, вольт-амперные характеристики. Проведенные исследования показали, что наличие тонких диэлектрических слоев (C_{60} , модифицированный фуллереном полианилин) на поверхности вольфрама существенно снижает эффективную работу выхода электрона в такой системе и повышает ее эмиссионные свойства. Например, если при нанесении на вольфрам C_{60} электропроводность возрастает в 2 раза, то в случае использования продукта модификации полианилина фуллереном — в 4 раза. В итоге возможно использование модифицированного фуллереном полианилина в качестве технологичных долговечных покрытий, обладающих высокой эмиссионной стабильностью.

Литература

- [1]. Miller J.G., Lupton J.M., Feldmann J. // Phys.Rev. 2005. В 72. Р. 195.
[2]. Wang P., Tan K.L. // Chem.Mater. 2001. 13. Р. 581.

СЕКЦИЯ «ГЕОФИЗИКА»

УДК 532.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН-УБИЙЦ

Шамин Р.В.

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН,
г. Южно-Сахалинск, Россия

Юдин А.В.

Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия

В последнее время большое внимание уделяется изучению аномально больших поверхностных волн в океане — волн-убийц. Эти волны возникают внезапно и могут достигать значительной амплитуды (до 30м). Научное внимание к таким волнам уделяется на самом высоком академическом уровне (см. [1]). Наиболее действенным способом изучения таких волн является численное моделирование. С другой стороны в натуральных экспериментах, как правило, волны-убийцы обнаруживаются при анализе мареограмм. В настоящее время успехи применения уравнений в конформных переменных для точного моделирования нелинейных волн на воде (см. [2]) позволяют исследовать пространственно-временные картины динамики поверхностных волн и, в частности, наблюдать волны-убийцы.

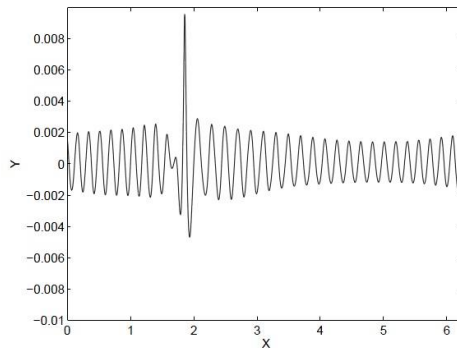


Рис. 1 Типичный профиль волны-убийцы

Литература

- [1] Нигматулин Р.И. Океан: климат, ресурсы, природные катастрофы // Вестник Российской академии наук. 2010. Т. 80. №8. С. 675—679.
[2] Шамин Р.В. Вычислительные эксперименты в моделировании поверхностных волн в океане. — М.: Наука, 2008.

УДК 622.276.2

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ КОЭФФИЦИЕНТА ОХВАТА ВЫТЕСНЕНИЕМ ПО РАЗРЕЗУ В РАЗНОУДАЛЕННЫХ ОТ СКВАЖИН ЗОНАХ

Маргарит Л.Т.

ООО «Газпромнефть НТЦ», Санкт-Петербург, Россия

Главная задача разработки нефтяного пласта – обеспечение условий и проведение мероприятий, способствующих максимальному извлечению нефти из недр. Это может быть достигнуто, если весь объем нефтенасыщенной части пласта будет охвачен процессом разработки, т.е. при коэффициенте охвата вытеснением, приближающимся к 100 %. Оценить величину данного коэффициента позволяет комплекс ГИС-ПГИ-ГДИС исследований.

В данной работе оценены и сопоставлены фактические значения коэффициентов охвата по вышеперечисленным комплексам, в результате показано, что значительная часть запасов не охватывается вытеснением.

Для решения этой проблемы необходим системный и комплексный подход к исследованиям подземных резервуаров, который позволит оценивать коэффициент охвата по разрезу в разноудаленных от скважин зонах.

Литература

1. Ипатов А.И., Кременецкий М.И. Геофизический и гидродинамический контроль разработки месторождений углеводородов. – Ижевск: РХД, 2005, 780 с.
2. Ридель А.А, Мажар В.А, Гарифуллина Р.А, Маргарит А.С Применение метода гидропрослушивания для уточнения работающих толщин и оценки коэффициента охвата пласта//Нефтяное хозяйство. – 2010. - №12. – С. 56-58.
3. Лысенко В.Д. Разработка нефтяных месторождений. Проектирование и анализ. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. – 638 с.

ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ В НЕОДНОРОДНОЙ ТРЕЩИНОВАТО-ПОРИСТОЙ СРЕДЕ

Салихов Т.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В работе рассмотрена математическая модель неизотермической фильтрации в трещиновато-пористом пласте и решена система из четырех уравнений

$$C_c \frac{\partial T_i}{\partial t} - m_i \rho_c \eta \frac{\partial P_i}{\partial t} + \rho_c \bar{v}_i \left(\frac{\partial T_i}{\partial r} + \varepsilon \frac{\partial P_i}{\partial r} \right) = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \lambda_i \frac{\partial T_i}{\partial r} \right) \mp \chi S (T_1 - T_2) \mp q c_p (T_1 - T_2) \quad (1,2)$$

$$\frac{\partial (\rho_i \cdot m_i)}{\partial t} = - \left(\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (\rho_i \cdot v_i \cdot r) \right) \pm q \quad (3,4)$$

где $q = \alpha_0 \cdot \frac{P_0}{\eta} \cdot (p_2 - p_1)$ - интенсивность перетока.

Начальные и граничные условия:

$$T_i|_{r=R_k} = T_{nl}, \quad T_i|_{t=0} = T_{nl}, \quad P_i|_{r=R_k} = P_{nl}, \quad P_i|_{r=R_{ck}} = P_{ck}, \quad P_i|_{t=0} = P_{nl},$$

$i = 1, 2$ (1) - трещины, (2) - поры.

Сначала была решена система уравнений неразрывности (3,4) и получены распределения давлений. Давление в порах оказалось выше, чем в трещинах, как и предполагалось в теории. Выравнивание давлений происходило через продолжительный промежуток времени (более суток).

Полученные значения давлений использовались при решении системы уравнений теплового баланса (1,2) и были вычислены распределения температур для обеих сред. По результатам расчетов оказалось, что температура в трещинах выше, чем в порах. Стационарное распределение температуры также устанавливается через продолжительный интервал времени.

Наибольшее влияние на изменение температуры имеет эффект Джоуля-Томсона. Исследовано влияние коэффициента теплообмена между трещинами и порами на температурное поле. Обнаружено, что теплообмен играет важную роль для распределения температуры в трещиновато-пористом пласте.

В данный момент рассматривается случай с неоднородной проницаемостью пор и трещин пласта. Будет проанализировано влияние изменения значения проницаемости и размера области с уменьшенной проницаемостью в прискважинной зоне на распределение температурного поля в трещиновато-пористой среде.

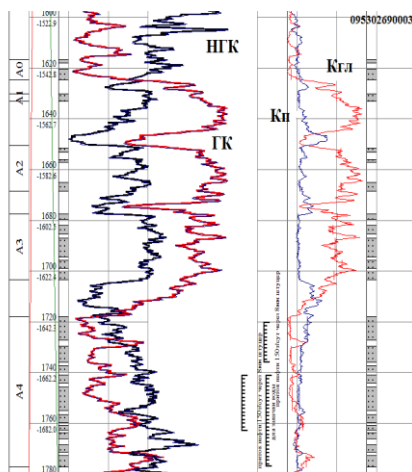
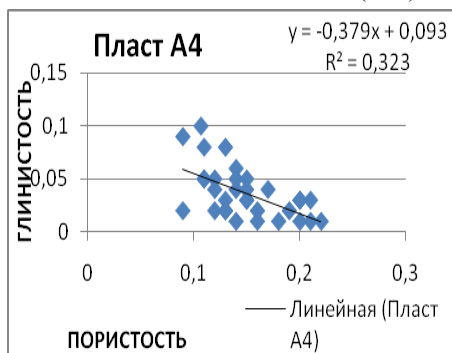
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ $K_p = F(K_{гл})$ НА КУЛЕШОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Гафуров А.И.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Коэффициент пористости (K_p) и коэффициент глинистости ($K_{гл}$) являются очень важными емкостными характеристиками. Коэффициент пористости характеризует емкость коллекторов, а коэффициент глинистости показывает, насколько коллектор «хороший» или «плохой». Зная такую зависимость по конкретному месторождению, можно использовать ее для интерпретации скважинных данных соседних месторождений. Пористость мы можем определить по диаграмме нейтронного гамма-каротажа (НГК). Глинистость определяется по диаграмме гамма-каротажа (ГК).

В этой работе были исследованы данные ГК и НГК по скважинам Кулешовского месторождения и исследована зависимость $K_p = f(K_{гл})$.



Зависимости были построены для 8 пластов месторождения. В результате явной зависимости не прослеживается. В дальнейшем работа будет продолжена с учетом данных керна.

Литература

- [1] Сковородников И. Г. Геофизические исследования скважин: Курс лекций.-2 издание, исправленное,- Екатеринбург: УГГУ, 2005.
- [2] Добрынин В. М. Промысловая геофизика: Учебник для вузов:Недра,1986.

УДК 622.

СТРУКТУРА ДВУХФАЗНОГО (ГАЗ, ВОДА) ТЕЧЕНИЯ В ВЕРТИКАЛЬНОЙ И НАКЛОННОЙ СКВАЖИНЕ

Тимербаев Д.Р.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Двухфазные потоки в виде смеси жидкости и газа встречаются в разных областях техники: в добыче нефти и газа, в химической и пищевой промышленности, в энергетике, в коммунальном хозяйстве. Для учета добытого углеводородного сырья, управления технологическими установками, контроля стоков, необходимо измерение расхода жидкой и газовой фаз по отдельности. В нефтяной промышленности проблема измерения расходов таких потоков возникла еще в начале 1980-х годов.

Рассчитать характеристики потока, состоящего из двух или более фаз, намного сложнее, чем параметры однофазного потока. Вследствие разности плотностей и вязкостей, поведение фаз в потоке может существенно различаться. Сила касательного напряжения на стенке трубы зависит от реологических свойств каждой из фаз. Уменьшается давление по потоку, что приводит к расширению сильно сжимаемой фазы - газа, и, в свою очередь, к увеличению объемного расхода газа. Как следствие, газ и жидкость перемещаются по трубе с разными скоростями. В восходящем потоке более сжимаемая, менее плотная и менее вязкая газовая фаза течет с большей скоростью, чем жидкая фаза. При этом наблюдается явление, называемое проскальзыванием. Однако при нисходящем потоке жидкость, как правило, течет быстрее газа.

Наиболее характерной особенностью многофазного потока является изменение физического распределения фаз в трубном пространстве, поэтому определение и предсказание режимов течения является важной частью в определений характеристик многофазного потока. В этом случае говорят об изменении режима течения многофазного потока.

В данной работе была проанализирована структура двухфазного потока (газ, вода), режимы течения в скважине и эволюция режимов течения в трубном пространстве. Определены зависимости характеристик смеси от внешних условий, и смена режимов течения в зависимости от этих характеристик.

Литература

[1] Х.Мукерджи, Дж. Брилл Многофазные потоки в скважинах.- М.: ИКИ , 2006.-384 с.

УДК 553.98

МОДУЛЬ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО КАЛЬКУЛЯТОРА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ «ГИДРОЗОНД»

Мухутдинова Л.К.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Гидродинамические исследования скважин являются одним из основных методов получения наиболее достоверной информации о продуктивном пласте.

При обработке используется большое количество ГДИ параметров, которые должен уметь рассчитывать специалист (коэффициенты, дебиты/расходы, объемы и т.п.). Так как это ежедневная операция, то автоматизация расчетов достаточно востребованная задача.

Гидродинамический калькулятор – специальный модуль, который предназначен для помощи специалистам и студентам геологических специальностей при выполнении гидрогеологических и инженерно-геологических расчетов.

Были проанализированы формулы, наиболее часто используемые в расчетах (9 параметров по скважине и 7 параметров по пласту), а также единицы измерения, в которых они чаще всего встречаются на производстве. Разработанный модуль включается в меню систему Гидрозонд и его можно использовать при работе для расчета необходимых параметров. Его можно использовать для проверки расчетных параметров, получаемых при интерпретации в какой-либо программе, обрабатывающей гидродинамические данные (например, Гидрозонд, ГИС-Эффект, Каппа, Сапфир и т.п.). При необходимости в модуль можно добавить новые формулы для расчетов.

Литература

- [1] Басниев К.С., Кочина И.Н., Максимов В.М. Подземная гидромеханика: Учебник для вузов. -М.:Недра, 1993.-416с.
- [2] Описание алгоритмов и инструкция по работе в системе Гидрозонд.
- [3] Фаронов В.В. Программирование в Delphi 7.
- [4] Шагиев Р.Г. Исследование скважин по КВД.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОПРОСЛУШИВАНИЯ ПЛАСТОВ

Диваев А.М.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Гидродинамические исследования скважин являются одним из основных методов получения наиболее достоверной информации о продуктивном пласте. Одним из методов ГДИ является метод гидропрослушивания пластов.

Если пластовая система или изменение дебита во времени достаточно сложны, то такие расчеты могут потребовать много времени или же должны быть основаны на идеализированных и упрощенных моделях. Следовательно, вполне разумно использовать моделирование для планирования исследования, чтобы сэкономить труд.

Такие расчеты по планированию исследования позволяют оценить ожидаемое изменение давления, исходя из предполагаемых параметров пласта, или диапазон изменения давления, соответствующий возможному интервалу значений параметров пласта.

Целью данной работы является моделирование гидропрослушивания пластов методом фильтрационных волн давления (ФВД). Задача данной работы – разработка и программная реализация алгоритма моделирования изменения давления в пласте для реагирующей скважины по истории изменения дебитов в возмущающей скважине.

Разработана математическая модель, основанная на основной формуле упругого режима фильтрации в пласте и методе суперпозиции. На основе этой модели создана диалоговая компьютерная программа для моделирования нестационарного поля давления в возмущающей скважине.

Компьютерная программа может использоваться при дизайне исследований пласта методом гидропрослушивания и при интерпретации полученных данных.

Литература

- [1] Басниев К.С., Кочина И.Н., Максимов В.М. Подземная гидромеханика: Учебник для вузов. – М.: Недра. 1993
- [2] Непримеров Н.Н. Трехмерный анализ нефтеотдачи охлажденных пластов: -Казань. Изд-во Казанского университета, 1978.
- [3] Михаил Голованов, Евгений Веселов.Создание компонентов в среде Delphi.БХВ-Петербург, 2004.
- [4] Фаронов В.В. Программирование в Delphi 7.

УДК 548.56:622.279

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАТЕРИАЛА РЕАКТОРНОЙ КАМЕРЫ НА КИНЕТИКУ ОБРАЗОВАНИЯ ГАЗОВОГО ГИДРАТА

Вахитов М.А.

БашГУ, Уфа, Россия

Галеев Р.Г.

ОАО «Когалымнефтегеофизика», Когалым, Россия

Интерес к газовым гидратам в настоящее время непрерывно растет. Природные газовые гидраты рассматриваются как фактор, осложняющий добычу нефти и газа, как альтернативный источник углеводородного сырья, а также как индикатор более глубоких залежей углеводородов. Все это способствует дальнейшему более глубокому и всестороннему изучению газовых гидратов.

Одним из наименее изученных вопросов кинетики образования кристаллов гидрата является теоретические и экспериментальные исследования влияния электрических полей на процессы гидратообразования.

В ходе выполнения экспериментальных работ было замечено, что на рост гидрат оказывает влияние материал, из которого выполнена реакторная камера.

В данной работе в ячейках – реакторных камерах, выполненных из двух различных марок стали (сталь 45 и нержавеющая сталь) экспериментально исследовалась кинетика образования гидрата углекислого газа без поля и в постоянном электрическом поле.

В ходе выполнения работы было отмечено:

- в ячейке, выполненной из стали 45 гидрат, начав рост на границе газ – вода и на стенке ячейки в газовой фазе, постепенно заполнил все пространство в верхней части камеры. В ячейке из нержавеющей стали гидрат преимущественно рос в области ячейки, заполненной водой.

- в отсутствие поля первые зародыши кристаллов в ячейке из стали 45 появлялись значительно позднее, чем в поле; в ячейке из нержавеющей стали первые зародыши без поля появлялись значительно раньше, чем в поле.

Данную работу необходимо продолжить, используя более широкий набор материалов.

УДК 550.8.05

СЕЙСМОЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МЕТОД ПРЯМЫХ ПОИСКОВ, ДЕТАЛЬНОЙ РАЗВЕДКИ, ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ И МОНИТОРИНГА ЗАПАСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ В НЕФТЕГАЗОВОМ ПЛАСТЕ

Добрынин С.И., Головин С.В., Рахматуллин И.И.

Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, Малое инновационное предприятие ЗАО «ИНГЕОТЕХ», г. Москва, Россия

Метод основан на вызванном сейсмоэлектромагнитном эффекте, возникающем непосредственно в нефтегазовом пласте при одновременном воздействии на него нескольких достаточно мощных электрических полей и сейсмических (упругих) колебаний с соответствующим образом подобранными спектральными и временными характеристиками.

При этом в пласте протекают сложные электродинамические, механоэлектрические, электрокинетические, электрохимические и электрические поляризионные процессы, которые возбуждают вокруг нефтегазовой залежи вторичное электромагнитное поле специфической, весьма сложной формы. Измеряя параметры вторичного электромагнитного поля можно не только обнаруживать продуктивные пласты углеводородов на суше и на море до глубин 5 км, но и детально их изучать, определяя:

- мощность продуктивного нефтегазового пласта в целом, т.е. усреднённый объем находящегося в нем возможного для извлечения нефтегазового флюида;

- соотношение нефть-газ-вода, находящихся в капиллярах коллектора.

Хорошо известно, что в результате интенсивной промышленной эксплуатации нефтегазового пласта с применением различных способов увеличения нефтеотдачи, в пласте происходят существенные изменения - возникает вторичная пористость, обусловленная появлением системы микро и макротрещин, перекрываются и частично разрушаются микро и нанокapилляры, появляются зоны излишней обводненности, зоны с водонефтяной эмульсией и т.д. В конечном итоге существенно изменяются основные сейсмические и электрические параметры нефтегазового пласта. По этим изменениям, особенно если знать первоначальные параметры, полученные перед разведочным бурением данного пласта, можно достоверно оценить объем нефтегазового флюида, имеющегося в пласте в данный момент времени.

Следует особо отметить, что в результате мощного гидродинамического воздействия могут появляться продуктивные зоны вторичного накопления, в которые мигрирует нефтегазовый флюид и которые могут вполне успешно эксплуатироваться еще несколько лет после закрытия основной скважины.

СЕКЦИЯ «ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИКА»

УДК 532.5:936

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОСКОЙ МЕЖФАЗНОЙ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ЖИДКОСТЬ-ПАР ДВУХФАЗНОЙ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

Шарифуллина А.Ш.

БГПУ им. М.Акмиллы, г.Уфа, Россия

С целью исследования параметров фазового равновесия на плоской границе жидкость-пар двухкомпонентной смеси, определения поверхностных свойств и установления молекулярных механизмов, ответственных за поведение смеси при изменении ее термодинамического состояния методом молекулярной динамики исследована двухкомпонентная система аргон-криптон, содержащая 4096 моделируемых частиц аргона и криптона, взаимодействующих посредством усеченного парноаддитивного потенциала Леннард-Джонса.

Базовая ячейка представляла собой прямоугольный параллелепипед с периодическими граничными условиями. Двухфазная система в базовой ячейке представляла собой жидкую пленку с двумя плоскими границами жидкость-пар, параллельными плоскости xOy .

Расчеты проводились методом молекулярной динамики в NVE ансамбле. Были получены парциальные профили плотности для бинарной смеси аргон-криптон при различных приведенных температурах и различных концентрациях компонентов смеси.

На основании расчетов были получены зависимости эффективной толщины переходного слоя и поверхностного натяжения от температуры, а также зависимость поверхностного натяжения от концентрации криптона.

Литература

[1] Гривцов и др., Метод молекулярной динамики в физической химии, М.: Наука, 1996.

[2] Жданов Э.Р. Исследование уравнения состояния и теплофизических свойств жидких бинарных смесей: Диссертация канд. физ.-мат. наук: 01.04.14. – Уфа, 2004, - 169 с.

[3] Проценко С.П. Компьютерное моделирование молекулярных систем. Екатеринбург: УрГУ, 1995, 92 с.

[4] Черных Г.Г., Проценко С.П., Байдаков В.Г. Свойства плоской межфазной границы жидкость-пар в системе леннард-джонсовских частиц // Метастабильные состояния и фазовые переходы: [Сб. науч. трудов]. Вып.2. Екатеринбург: УрО РАН. - 1998. - 123 с.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОЛЕОТЛОЖЕНИЯ В СКВАЖИНЕ

Зинуров Р.Х.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Разработка месторождений с заводнением сопровождается солеотложением в скважинном оборудовании, что приводит к их отказам и потере добычи нефти. Поэтому раннее прогнозирование солеотложения имеет актуальное значение.

Способы прогноза солеотложения в основном базируются на изучении изменения отдельных компонентов состава пластовой воды. В данной работе представлены результаты изучения влияния параметра общей минерализации пластовой воды на солеотложение. На рисунках 1, 2 показана динамика изменения концентрации солей в пластовой воде скважин. Как видно, коцентрация солей со временем возрастает, что неизбежно сопровождается отложением нерастворимых неорганических солей на поверхности скважинного оборудования в виде гипса или карбоната кальция (рис.3). Такие скважины необходимо включать в группу мониторинга солеотложения.

Этот анализ можно рекомендовать как простой способ раннего прогноза солеотложения.

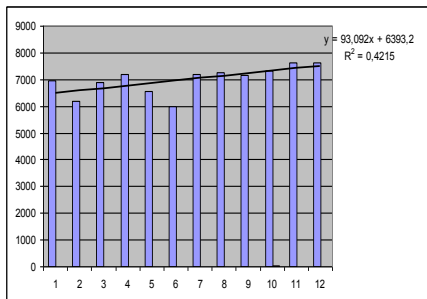


Рис 1.

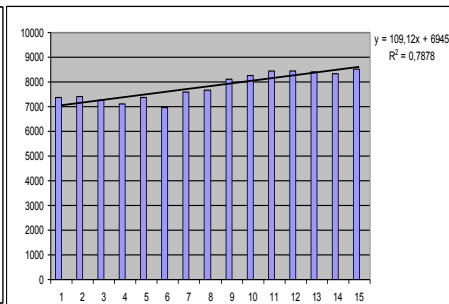


Рис 2.



Рис 3 Отложение солей в зоне расположения сбивного клапана

Литература

- 1) Бурдынь. Т.А, Закс Ю.Б Химия нефти и газа и пластовых вод (1975г).

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗЛИВА ЖИДКОСТИ НАД ГРУНТОМ

Исаев Р.Е.

Башкирский государственный университет,
Стерлитамакский филиал, г.Стерлитамак, Россия

Моделирование разлива жидкости над грунтом имеет фундаментальное и прикладное значение в физике жидкости. Особенность растекания жидкости по подстилающей поверхности заключается в учете взаимодействия потока как с грунтом, так и с растительностью и прочими твердыми включениями, которые можно представить в виде правильных геометрических тел.

Математическое описание изотермической жидкости в приближении «мелкой воды» представлено следующей системой квазиодномерных уравнений движения [1]:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{1}{r^j} \frac{\partial}{\partial r} (r^j h v) = -I, \quad \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial r} = -g \frac{\partial h}{\partial r} - f(v) \quad (1)$$

Здесь h – высота потока жидкости, x – скорость потока жидкости, t – время, r – расстояние, I – интенсивность впитывания в грунт. Функция $f(v)$ – учитывает взаимодействие потока с окружающей средой, параметр j отвечает за геометрию задачи: $j=0$ – плоско-одномерный поток от протяженного источника, $j=1$ – радиально-симметричный поток от точечного источника. При малых скоростях растекания функция

сопротивления может быть представлена как $f(v) = \frac{v}{t_v}$, где t_v – некоторый

эмпирический параметр, имеющий размерность времени.

Принимая, что сила тяжести уравновешивается силой сопротивления, выразим скорость растекания как функцию градиента высоты и подставим в уравнение неразрывности (1), которое примет вид:

$$\frac{\partial h}{\partial t} - \frac{g t_v}{r^j} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^j h \frac{\partial h}{\partial r} \right) = -I \quad (2)$$

Исследование (2) различными методами и сравнение результатов с экспериментальными данными может быть использовано для оценки адекватности предложенной модели.

Литература

1. Шагапов В.Ш., Гильманов С.А. Растекание жидкости по поверхности, сопровождаемое впитыванием в грунт // ПМТФ.2010. – Т.51. №5. – С.88-94.

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА МЕЖФАЗНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ

Кашапова Л.В.

БГПУ им. М.Акумуллы, г.Уфа, Россия

Во влажной окружающей среде под влиянием сил межмолекулярного притяжения на поверхности твёрдого тела происходит адсорбция, в результате которой образуется тонкий граничный слой жидкости с изменённой структурой.

Известно, что диэлектрические свойства жидкости в граничных слоях отличаются от диэлектрических свойств объёмной жидкости.

Наиболее чувствительными к изменению структуры свойствами полярной жидкости являются её вязкость и диэлектрическая проницаемость.

Процедура определения диэлектрической проницаемости и тангенса угла потерь заключается в измерении величин ёмкостей и добротностей конденсаторов, которые подключаются в измерительный контур прибора, представляющего последовательный колебательный контур с измерительным конденсатором. Между обкладками измерительного конденсатора помещается исследуемая среда. Измерения проводятся резонансным методом (методом куметра) на фиксированных частотах.

Анализ результатов экспериментальных исследований позволяет сделать вывод об изменении диэлектрических параметров в водных растворах соляной кислоты при наличии межфазных границ.

Литература

- [1] Симаков И.Г., Гомбоев Р.И. Влияние межфазных границ на параметры диэлектрической релаксации в адсорбированной воде.// Труды БШФФ / Иркутск.-2003. – С. 191-193.
- [2] Фатыхов М.А. Высокочастотная спектроскопия полярных диэлектриков. Методические указания к комплексной лабораторной работе. - Уфа: РИЦ Башгос университета, 1988. – 39с.
- [3] Симаков И.Г., Доржин Г.Б. Поверхностные акустические волны в многофазной системе // Акустика неоднородных сред / Новосибирск: Институт гидродинамики СО РАН.-1999. - Вып. 115.- С. 132–135.
- [4] Гомбоев Р.И., Симаков И.Г. // Низкочастотная диэлектрическая проницаемость воды в адсорбционном слое // Труды БШФФ / Иркутск: Институт солнечно-земной физики СО РАН. -1999. -Т.2. - С.361-365.

УДК 537.611.45

ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЧ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ВОДОНЕФТЯНЫЕ ЭМУЛЬСИИ

Буканбаев Р.Ф.

Башкирский государственный университет, Уфа, Россия

Одной из проблем при добыче и подготовке нефти является его обезвоживание. В пунктах подготовки нефти на УПН до 7% нефти остается не переработанной и утилизируется в виде шламов. Поэтому перед нефтяной промышленностью стоит проблема максимально возможного обезвоживания нефти и изучение этой проблемы ныне очень актуально. Последние годы интенсивно развиваются электромагнитные технологии при подготовке нефти и переработке нефтяных шламов, однако из-за недостаточной изученности физики процессов взаимодействия электромагнитных полей с водонефтяными эмульсиями эти технологии широко не используются.

В работе исследовали воздействия ВЧ электромагнитных полей на микроструктуру водонефтяных эмульсий. В ВЧ диапазоне на базе генератора AG 1021 (T&SPowerConversion) с диапазоном частот 0,1-20 МГц и варьруемой мощностью до 100 Вт была собрана экспериментальная установка.

Для визуализации процесса взаимодействия капель воды в водонефтяных эмульсиях были сделаны видеосъемки процесса воздействия ВЧ электромагнитного поля ($f=0,5$ МГц, $W=30$ Вт) на микроструктуру водонефтяных эмульсий. Под действием ВЧ электромагнитного поля образовались агрегаты капель в виде цепочек, вытянутых преимущественно вдоль направления силовых линий электрического поля. Наблюдали также и слияние капель.

Обнаружили, что под действием ВЧ электромагнитного поля образуются агрегаты капель в виде цепочек, вытянутых преимущественно вдоль направления силовых линий электрического поля. Время образования коагуляционных цепочек для водонефтяных эмульсий из различных нефтей различна.

Литература

1. Саяхов Ф.Л., Ковалева Л.А. и др. Электрофизика нефтегазовых систем. Уфа, БашГУ, 2003. –188с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАВЛЕНИЯ ПАРАФИНА В СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

Валиев Р.И., Фатыхов Л.М.

Башкирский государственный педагогический университет
им. М.Акумуллы, г. Уфа, Россия

При воздействии электромагнитного излучения на конденсированные среды осуществляется необратимое преобразование энергии электромагнитных волн в тепло. При этом происходит нагрев и изменяется агрегатное состояние среды или отдельных ее компонент, например, плавление парафина.

Переход вещества из твердого состояния в жидкое при плавлении и обратный переход при кристаллизации относятся к фазовым переходам первого рода. Фазовый переход типа плавление (кристаллизация) характеризуется двумя параметрами: температурой и удельной теплотой плавления (кристаллизации). Целью настоящей работы является установление физических предпосылок и исследование влияния сверхвысокочастотного электромагнитного поля на данные параметры.

Проводились исследования двух образцов парафина одного того же сорта и одинаковой массы. Один из образцов был нагрет посредством теплопроводности, а другой - в СВЧ печи (мощность 800 Вт), приблизительно до 70-75 °С. Затем расплавленный парафин был вылит в тонкостенный алюминиевый стаканчик, в который был опущен термометр, закрепленный в лапке штатива. Измерялась начальная температура парафина. Исследовалась зависимость температуры парафина от времени охлаждения. Показания температуры снимались с интервалом 1 мин.

Для экспериментального определения температуры и теплоты плавления парафина использовался известный метод, заключающийся в получении диаграмм отвердевания, то есть кривой зависимости температуры отвердевающего вещества от времени при неизменных внешних условиях.

По результатам полученных графических данных сделали вывод, что сверхвысокочастотное электромагнитное поле не влияет на температуру кристаллизации парафина. Для исследованного парафина она составляет 55 °С. Удельная теплота плавления парафина, нагретого посредством теплопроводности, составляет 3450 Дж/кг, а для второго образца - 2460 Дж/кг. Следовательно, на плавление парафина методом СВЧ требуется значительно меньшее количество энергии, чем при других методах воздействия.

УДК 537.868:537.874

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ В ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ВОЛНОВОДАХ

Султангужин Р.Ф.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

В данное время проводится множество различных исследований воздействия СВЧ излучения на различные среды, как реальные эксперименты, так и математические модели. Целью моей работы является изучение распространения ЭМ волн высокой частоты в прямоугольном волноводе, поиск приложения наиболее комфортного для создания математической модели и далее проектирования реальной, с возможностью вывода данных, создание пробной модели. Данная работа актуальна, так как в сфере деятельности наших исследований используются волноводы нестандартных форм.

В виде пробной модели использовался прямоугольный волновод, так как форма и интенсивность полей в нем хорошо изучены, распространение волн в нём возможно за счет скин-эффекта. По ходу работы были рассмотрены пакеты программ для моделирования распространения ЭМ излучения Elcut 5.9 stud version, Edem 3.7, emGine 0.9.3a1, COMSOL Multiphysics.

Выбран был пакет COMSOL Multiphysics 4.2a, он обладает широким выбором типов задач, например можно создать поток жидкости и воздействовать на него, удобство создания или импорта геометрии объектов, возможность работать с двух- или трехмерной моделью, вывод данных в широком диапазоне форматов.

Были созданы 2D и 3D модель волновода, полученные данные совпали с ожидаемыми

Результаты могут быть использованы для правильного и наиболее эффективного разрушения водонефтяных эмульсий с использованием ВЧ и СВЧ излучения

Литература

[1] Григорьев А. Д. Электродинамика и техника СВЧ: Учебник для вузов – Высшая школа 1990 - 335

ИССЛЕДОВАНИЯ ВВОДА И НАГРЕВА ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРОДУКТИВНЫЕ ПЛАСТЫ

Фатыхов Л.М., Нагаев Ф.А., Шагиев Н.Р.

Башкирский государственный педагогический университет
им. М.Акумуллы, г. Уфа, Россия

К середине восьмидесятых годов прошлого века в нашей стране была теоретически обоснована, создана научная база, разработаны опытная техника и технология применения высокочастотных электромагнитных полей (ВЧ ЭМП) при добыче высоковязких битумных нефтей [1]. Опытно-промышленное испытание их поставило ряд теоретических и экспериментальных проблем. Сопоставления расчетных технологических показателей процесса разогрева и добычи высоковязкой нефти с использованием энергии ВЧ ЭМП с промысловыми данными показали значительные расхождения. Теоретические исследования их проводились без учета взаимосвязи физических процессов, неизбежно протекающих в пласте, скважине и источнике одновременно. Дальнейшие исследования в этом направлении необходимы для развития теоретических основ и совершенствования существующих технологий добычи высоковязких битумных нефтей с использованием энергии ВЧ ЭМП [2].

С точки зрения развития метода исследования необходимо вести в следующих направлениях: в области физических основ метода изучить распределение электромагнитного и температурного полей в наклонных пластах; в области физико-технических основ исследовать вопросы согласования источника с нагрузкой (скважиной и пластом) и разработать технологичные согласующие устройства; выбрать оптимальную технологию и режимы поведения ВЧ электромагнитного воздействия на пласт в зависимости от конкретных физико-геологических условий залежей с учетом взаимодействия источника излучения и нагрузки.

Литература

- [1]. Саяхов Ф.Л. Исследование термо- и гидродинамических процессов в многофазных средах в высокочастотном электромагнитном поле применительно к нефтедобыче: Автореф. дисс. докт. физ.-мат. наук. – М., 1985. – 37 с.
- [2]. Фатыхов М.А. Теплофизические особенности взаимодействия высокочастотного электромагнитного поля с многофазными средами: Дисс. док. физ.-мат. наук. – Уфа, 1987. – 379 с.

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТА ДИНАМИЧЕСКОГО ЗАПИРАНИЯ В МИКРОКАНАЛЕ

Рахимов А.А.

ИМех УНЦ РАН, Центр «Микро- и наномасштабной динамики
дисперсных систем» БашГУ, г.Уфа, Россия

При течении дисперсий «жидкость-жидкость» в микроканалах под действием постоянного перепада давления обнаруживается замедление, прекращение движения, этот эффект назван динамическим запиранием [1]. Изучали течение эмульсии в капилляре с сужением 50 мкм при постоянно действующем перепаде давления (ДР) 100 кПа. Через 30 секунд в сужение попала частица, через которую просачивался поток. Эмульсия пришла в состояние динамического запираания, график зависимости объёма протекшей эмульсии от времени с резким переходом от движения к запираанию. Далее мы отсоединили трубки и прочистили капилляр углеводородной составляющей эмульсии (декан со $\text{span}80$). Вход очистился, вновь пустили эмульсию по трубкам, движение возобновилось, график возникновения запираания плавный. Затем снова прочистили капилляр и пустили углеводородную составляющую, график также является плавным. Это говорит о том, что запираение связано не с попаданием одной частицы, перекрывающей движение, а с уплотнением эмульсионной структуры.

Существует рабочая гипотеза, что под воздействием ДР эмульсионные капли деформируются, приобретая форму многогранников, обеспечивая более плотное сцепление капель и уплотнение структуры. Решили её проверить, проведя следующий опыт в капилляре (100 мкм, 2 см): уменьшая ДР в трубке после запираания, решили добиться того, чтобы капли вновь приобрели сферическую форму и движение возобновилось. В результате получили, что движение не восстановилось, но немного ускорилось в моменты уменьшения ДР. После полного сброса ДР движение остановилось. Затем при подаче 200 кПа движение восстановилось. Видимо, это связано с тем, что связи между каплями продолжали удерживать эмульсионную структуру, но затем после подачи давления пустоты заполнились мелкими каплями и движение восстановилось.

Литература

[1] Ахметов А., Телин А., Глухов В., Мавлетов М., Силин М., Гаевой Е., Магадов Р., Хлобыстов Д., Байкова Е. Особенности течения высококонцентрированных обратных водонефтяных эмульсий в трещинах и пористых средах. Технологии ТЭК. Нефть и капитал, 2003 С. 54-58.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ
ИССЛЕДОВАНИЯ ВЧ И СВЧ НАГРЕВА КАПЛИ
ВОДОНЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ**

Воронина А.В.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

При добыче, подготовке и транспортировке нефти возникает проблема, связанная с обводненностью нефти – образование стойких водонефтяных эмульсий. Эмульсия «вода в нефти» представляет собой гетерогенную систему, состоящую из очень мелких капель воды, диспергированных в нефти. Для разрушения водонефтяных эмульсий возможно применение ВЧ и СВЧ электромагнитных полей. Большая часть энергии электромагнитного поля тратится на разогрев среды. От величины и интенсивности нагрева будет зависеть эффективность разрушения водонефтяных эмульсий.

В настоящей работе предложена математическая модель нагрева одиночной капли водонефтяной эмульсии под действием ВЧ и СВЧ полей, основанная на решении уравнения теплопроводности в сферических координатах с использованием численных методов.

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \lambda \frac{\partial T}{\partial r} \right) + q$$

Здесь r – радиальная координата; ρ – плотность среды; c , λ – теплоемкость и коэффициент теплопроводности среды, соответственно; q – плотность тепловых источников; T – температура; t – время.

Уравнение решалось численно, методом конечных разностей по неявной схеме. Результаты расчетов показали, что ВЧ и СВЧ нагрев отличаются направлением теплового потока в капле. При ВЧ воздействии тепловой поток направлен к центру капли, при СВЧ воздействии поток направлен от центра. Данное отличие может служить причиной различной степени эффективности ВЧ и СВЧ методов разрушения водонефтяных эмульсий.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЧ И СВЧ НАГРЕВА НА ТЕПЛОВУЮ
КОНВЕКЦИЮ В КАПЛЕ ВОДОНЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ**

Мусин А.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Предполагается, что капля воды радиуса r_0 находится в несмешивающейся с ней углеводородной жидкости. На границе фаз действует сила поверхностного натяжения. Кроме того считается, что в процессе формирования капли на ее поверхности образовалась жесткая бесконечно тонкая бронирующая оболочка. В результате действия электромагнитного поля жидкости нагреваются и начинается тепловая конвекция, причем характер течения будет зависеть от способа теплового воздействия: при ВЧ воздействии преимущественно греется бронирующая оболочка, в случае СВЧ излучения происходит нагрев самой капли. Считается, что капля в процессе воздействия не деформируется и сохраняет сферическую форму. Зависимостью теплофизических свойств жидкостей от температуры пренебрегается. Движение каждой из сред описывается системой уравнений тепловой конвекции в линейном приближении Буссинеска. На границе раздела сред выполняются закон сохранения энергии и условия динамического равновесия. Сила поверхностного натяжения, действующая в узком переходном слое (в бронирующей оболочке), сводится к объемной. Энергия электромагнитного поля расходуется на нагрев среды и моделируется в виде распределенных источников тепла [1].

Результаты расчетов показали, что действие ВЧ и СВЧ электромагнитного излучения отличается не только распространением температуры, но и структурой возникающих конвективных течений. Под действием ВЧ излучения происходит со направленное обтекание бронирующей оболочки капли. В случае СВЧ воздействия обтекание бронирующей оболочки капли происходит в противоположных направлениях.

Работа выполнена при поддержке гранта Министерства образования и науки Российской Федерации (11.G34.31.0040) и гранта РФФИ № 11-01-97013.

Литература

[1] Kovaleva L., Musin A., Zinnatullin R., Akhatov I.S. Destruction of water-in-oil emulsions in electromagnetic fields // Proceedings of ASME 2011 International Mechanical Engineering Congress & Exposition, IMECE2011-62935, Denver, Colorado, USA, November 11-17, 2011.

ЭФФЕКТ ДИНАМИЧЕСКОГО ЗАПИРАНИЯ ПРИ ТЕЧЕНИИ ЭМУЛЬСИИ И СУСПЕНЗИИ С ТОЖДЕСТВЕННЫМ СОСТАВОМ

Валиев А.А.

ИМех УНЦ РАН, Центр «микро- нано масштабной динамики дисперсных систем» БашГУ, г. Уфа, Россия

При течении эмульсий через микроканал проявляется эффект динамического запираания, который заключается в том, что расход эмульсии резко падает на 3-4 порядка, несмотря на постоянно действующий перепад давления [1]. Подобный эффект проявляется и при течении суспензий [2]. Нашей задачей была произвести сравнение особенностей течения эмульсий и суспензий с одинаковой структурой. Проводилось сравнение эмульсии в/м и суспензии полученной из неё путем замораживания дисперсной фазы.

В качестве гидравлической системы для исследования течения эмульсии и суспензии использовался цилиндрический микроканал внутренним диаметром 100 мкм и длиной 2 см. Эмульсия в/м была приготовлена из простых химических элементов. Термостатирование обеспечивалась с помощью элемента охлаждения работающего на основе эффекта Пельтье (Temperature module ТМ-РЕ-Р) в диапазоне температур -10÷+30 °С.

Изменение фазового состояния эмульсии и её компонент при различных температурах анализировалась на дифференциальном сканирующем калориметре (ДСК). Реологические исследования показали плавное изменение свойств дисперсии при понижении температуры и резкое – при переходе в отрицательные. В качестве основного отличия при течении через микроканал следует отметить различие в состоянии «запираания» в случае суспензии расход на 1,5 порядка выше по сравнению с эмульсией. Это по всей видимости связано с тем что твердые частицы (льдинки) суспензии слабо деформируемы в отличие капель эмульсии, что позволяет фильтроваться дисперсионной среде через структуру льдинок.

Литература

- [1] Ахметов А., Телин А., Глухов В., Мавлетов М., Силин М., Гаевой Е., Магадов Р., Хлобыстов Д., Байкова Е. Особенности течения высококонцентрированных обратных водонефтяных эмульсий в трещинах и пористых средах. Технологии ТЭК. Нефть и капитал, 2003 С. 54-58.
- [2] Sharp V. Kendra, Adrian J. Ronald. Shear-induced arching of particle-laden flows in microtubes. – CD-ROM Proceedings of 2001 ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, 2001.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОПРОСЛУШИВАНИЯ В СКВАЖИНАХ С
ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ТЕХНОГЕННЫМИ ТРЕЩИНАМИ
ГИДРОРАЗРЫВА**

Нуриев Р.И., Ковалева Л.А., Давлетбаев А.Я.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Результаты гидродинамических исследований скважин (ГДИС) в однопластовых и многопластовых скважинах подтверждают наличие самопроизвольного развития техногенных трещин автоГРП в нагнетательных скважинах.

В рамках программы исследовательских работ на ряде месторождений выполнены ГДИС методом гидропрослушивания. Его целью являлось осуществление контроля самопроизвольного развития техногенных трещин в нагнетательных скважинах. Технология проведения исследования предполагала изменение режимов работы (остановки и запуски в работу) возмущающей нагнетательной скважины. В наблюдательной и возмущающей скважинах выполнялись непрерывные записи кривых изменения давления на устье и на забое. Полученные результаты показывают, что изменение давления в наблюдательной скважине повторяет кривую изменения давления в возмущающей скважине на всех этапах изменения режима работы. Таким образом, исследование подтверждает наличие между скважинами техногенной трещины высокой проводимости.

В данной работе рассматривается задача о распространении поля давления в системе с двумя скважинами с единичными магистральными техногенными трещинами гидроразрыва в низкопроницаемой пористой среде. Выполнено численное моделирование задачи, анализ чувствительности на параметры системы, смоделировано гидродинамическое исследование методом гидропрослушивания. Численная модель использовалась для решения обратной задачи и оценки параметров системы по измеренным промысловым данным. Выполнено совмещение теоретических данных с промысловыми данными, получены оценки безразмерной проводимости техногенной трещины, фазовой проницаемости матрицы по воде, оценено пластовое давление.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМНЫХ ТОП-ЭЛЕМЕНТОВ ЗАВОДНЕНИЯ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Ибатуллина А.Ф., Рахманова Ф.Ф.

Башкирский государственный университет, Уфа, Россия

Нефтяные месторождения в подавляющем большинстве разрабатываются с заводнением для поддержания пластового давления. Повышение эффективности заводнения включает в себя два направления: разработка и внедрение мероприятий, направленных на довыработку оставшихся запасов, сокращение неэффективной закачки и уменьшение общего объема добываемой и перерабатываемой воды.

Для анализа и контроля за разработкой, мониторинга работы нефтяных скважин требуется оперативная обработка большого объема геолого-промысловых, технологических и других текущих производственных данных.

Для достижения данных целей были разработаны инструменты: программный комплекс "Bn-View", Prime, DispMain. В ПК "Bn-View" по уже созданным элементам заводнения (ЭЗ) проведен рейтинг по данным: фонду скважин, добыче, компенсации отборов, пластовому давлению и т.д. Нашей задачей являлось в программе "Bn-View" по перечню месторождений из рейтинга ЭЗ поиск необходимого элемента заводнения, редактирование и построение динамик текущих показателей. С помощью ПК DispMain по скважинам использовали данные о проведенных ремонтных мероприятиях, в ПК Prime по данным геофизических исследований (ГИС) описывали техническое состояние.

Существующий набор инструментов позволяет оперативно решать проблемы, возникающие при анализе разработки месторождений в целях оптимизации выработки участков месторождений, плохо охваченных заводнением. Мы привели здесь лишь небольшую часть возможностей данных программ.

Литература

1. СВИТ. Управление заводнением. Создание рейтинга ячеек заводнения, оптимизация закачки: отчет о НИР | ООО "БашНИПИнефть", рук. Игибаев Р.Ю., Азарова Т.П. - Уфа, 2011 г. - 200 с.

УДК 537.868

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА МИКРОСТРУКТУРУ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Зиннатуллин Р.Р., Муллаянов А.И., Благодичнов В.Н.

Башкирский государственный университет,

Центр «Микро- и наномасштабная динамика дисперсных систем»

г. Уфа, Россия

Одним из отрицательных факторов при добыче, подготовке и транспортировке нефти является её обводненность, что влечет за собой проблемы, связанные с образованием стойких водонефтяных эмульсий и нефтшламовых амбаров, в огромных количествах накопленных в районах нефтедобычи, трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов, а также предприятий нефтепереработки и нефтехимии.

Эмульсия «вода в нефти» представляет собой гетерогенную систему, состоящую из очень мелких (до 50 мкм) капель воды, диспергированных в нефти. Каждая капля окружена так называемой бронирующей оболочкой толщиной 50-100нм, состоящей из полярных компонентов нефти. Бронирующая оболочка препятствует коалесценции (соединение) капель воды.

Один из перспективных методов электрического разрушения водонефтяных эмульсий – использование электромагнитных полей ВЧ и СВЧ диапазонов. Выбор вышеуказанных диапазонов обосновывается тем, что для водонефтяной эмульсии диэлектрические параметры, определяющие степень взаимодействия поля со средой, имеют две области дисперсии в ВЧ и СВЧ областях. И хотя этот метод уже прошел некоторые опытные испытания, современное понимание физики происходящих явлений весьма не полно и требует дальнейших теоретических исследований и детализированных экспериментов.

Для экспериментальных исследований воздействия ВЧ ЭМ поля на образцы использовался лабораторный стенд, основной частью которого является генератор с рабочей частотой 0,01-20МГц. Аналогичные исследования проводили в области СВЧ с помощью генератора управляющего напряжением частотой от 2120 до 3360 МГц и усилителя высокой мощности от 700 до 2500 МГц.

Работа выполнена при поддержке грантов Министерства образования и науки России (11.G34.31.0040 и МК-3070.2011.8) и гранта РФФИ № 11-01-97013.

УДК 532.51+533

ЭФФЕКТ МАССОПЕРЕНОСА В ЗАДАЧЕ О ДИНАМИКЕ ОДИНОЧНОГО ПУЗЫРЬКА В АКУСТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Волкова Е.В., Насибуллаева Э.Ш.

Центр «Микро- и наномасштабная динамика дисперсных систем»,
Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия;
Институт механики им. Р.Р. Мавлютова УНЦ РАН, г.Уфа, Россия

Рассматривается сферически-симметричный газовый пузырек в бесконечной несжимаемой жидкости. Предполагается, что теплообменные процессы в системе одиночный пузырек–жидкость отсутствуют, и длина волны звукового давления во много раз превышает размеры пузырька. Решается задача диффузии газа между пузырьком и жидкостью в изотропном акустическом поле. Динамика пузырька описывается нелинейным дифференциальным уравнением Келлера – Миксиса [1], численное исследование которого проводится по схеме Дормана – Принца. Для решения уравнения конвективной диффузии [2] используется схема Кранка – Николсон. Для исследования поля концентрации газа, растворенного в жидкости, в зависимости от расчетной области задача разделяется на две [2]: в тонком погранслое около стенки пузырька решается задача с осциллирующей частью граничного условия, а за его пределами – задача с гладкой частью. Проведены численные эксперименты для различных амплитуд акустического поля для осциллирующей части диффузионной задачи; сделано сравнение результатов расчетов по аппроксимационной теории [1] и по численному методу, представленному в данной работе. Найдены режимы колебания пузырька с малой амплитудой, при которых учет притока массы достаточно быстро приводит к колебаниям пузырька с «гигантским откликом», во время которого скорость направленной диффузии резко возрастает.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов Министерства образования и науки РФ (11.G34.31.0040) и РФФИ (проект № 11-08-00823-а).

Литература

1. Akhatov I., Gumerov N., Ohl C. D., Parlitz U., Lauterborn W. The Role of Surface Tension in Stable Single-Bubble Sonoluminescence // Phys. Rev. Lett. 1997. Vol. 78, N. 2. P. 227–230.
2. Fyrrillas M. M., Szeri A. J. Dissolution or growth of soluble spherical bubble // J. Fluid Mech. 1994. Vol. 277. P. 381–407.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДИРИХЛЕ ДЛЯ ТРЕХМЕРНОГО УРАВНЕНИЯ ГЕЛЬМГОЛЬЦА

Гильманова Г.И.

Центр «Микро- и наномасштабная динамика дисперсных систем»,
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

К трехмерному уравнению Гельмгольца $\Delta_3 \omega + \lambda \omega = -\Phi(x)$ при $\lambda > 0$ приводит широкий класс задач, связанных с установившимися колебаниями (механическими, акустическими, тепловыми, электромагнитными и др.). При $\lambda < 0$ это уравнение описывает процессы массопереноса с объемной химической реакцией первого порядка. К уравнению Гельмгольца приводится любое уравнение эллиптического типа с постоянными коэффициентами.

Рассмотрим задачу Дирихле для уравнения Гельмгольца:

$$\nabla^2 \varphi(x) + k^2 \varphi(x) = 0, \quad x \in \Omega, \quad (1)$$

$$\varphi(x) = c(x), \quad x \in S, \quad (2)$$

где $\bar{\Omega} = \{x = (x_1, x_2, x_3) \in R^3: 0 \leq x_\alpha \leq l, \alpha = 1, 2, 3\}$ – куб с границей S ;

$c(x)$ – заданная функция, достаточно гладкая; k – заданная константа. Для решения задачи (1)-(2) применяется метод сеток [1], [2]. Задача (1)-(2) аппроксимируется на сетке $\bar{\omega} = \omega \cup \gamma$, где $\bar{\omega} = \{x_i = ih, i = 0, 1, \dots, N, Nh = l\}$, $\omega = \{x_i = ih, i = 1, 2, \dots, N - 1\}$, $\gamma = \bar{\omega} \setminus \omega$

с шагом $h = l/N$ следующей разностной схемой

$$\sum_{\alpha=1}^3 y_{x_\alpha x_\alpha} + k^2 y(x) = 0, \quad x \in \omega, \quad (3)$$

$$y(x) = c(x), \quad x \in \gamma, \quad (4)$$

Для решения системы уравнений (3)-(4) применяется один способ решения СЛАУ в среде MATLAB $y = A \setminus b$.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Министерства образования и науки РФ (11.G34.31.0040).

Литература

- [1] Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1977, 656 с.
[2] Самарский А.А. Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений. М.: Наука, 1978, 590 с.

УДК 532, 519.6

ГОМОГЕННАЯ НУКЛЕАЦИЯ ПАРОВОГО ПУЗЫРЬКА В ВОДЕ МЕТОДАМИ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

Мальшев В.Л.

БашГУ, Центр Микро- и наномасштабной динамики дисперсных систем,
г. Уфа, Россия

Кавитационные эффекты, связанные с динамикой пузырьков в жидкости, играют важную роль в теории разрушений и биомедицине. Возможность контролирования кавитационных пузырьков является одной из основных задач динамики дисперсных систем. Для их изучения используют методы молекулярной динамики.

Моделирование методами молекулярной динамики основано на интегрировании уравнений движения, которое определяется вторым законом Ньютона [1].

В данной работе межмолекулярное взаимодействие описывается потенциалом Роулинсона, который включает в себя потенциал Кулона и Леннарда-Джонса [2]. Используется модель воды TIP4P. Для интегрирования уравнений движения применяется алгоритм предиктор-корректор.

В представленной работе показано возникновение парового пузырька в воде, которое достигается за счет понижения давления в системе (Рис. 1).

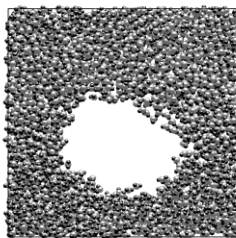


Рис. 1 Зарождение кавитационного пузырька в воде

Литература

- [1] Rapaport D.C. The art of molecular dynamics simulation // Cambridge University Press 1995 – 400p.
[2] Каплан И.Г. Введение в теорию межмолекулярных взаимодействий // М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы. 1982 – 312с.

СЕКЦИЯ «МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ»

УДК 378

ПОСТАНОВКА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ОПТИКЕ «ИЗУЧЕНИЕ ОТРАЖЕНИЯ СВЕТА И ИЗОБРАЖЕНИЙ В СФЕРИЧЕСКИХ ЗЕРКАЛАХ»

Павленко А.Ф., Акманова Г.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Оптика - один из разделов общего курса физики. Учебный процесс по курсу оптики включает курс лекций, практические занятия по решению задач и общий физический практикум. Общий физический практикум является важной составляющей частью курса общей физики. Кроме наглядной иллюстрации изучаемых явлений, процессов и закономерностей, он позволяет формировать у студента навыки экспериментальной работы, воспитывает настойчивость и тщательность в получении результатов, аккуратность в работе. Тема «Сферические зеркала» исключены из школьного курса физики, не предусмотрены они и в лекционном курсе университета. Поэтому целесообразно рассматривать построения изображений в сферических зеркалах в общем физическом практикуме.

В данной работе представлена новая лабораторная работа по разделу общей физики «Оптика»: «Изучение отражения света и изображений в сферических зеркалах». Экспериментальная установка представляет собой вогнутое зеркало, экран, где наблюдается изображение. В качестве предмета используется стрелка, изображенная на матовом стекле, в качестве источника используется лазер. Стрелка, служащая предметом, помещается выше экрана, для того чтобы экран не преграждал путь к зеркалу. Экран со стрелкой ставится на расстоянии от зеркала заведомо большем, чем удвоенное фокусное расстояние. Экран располагают таким образом, чтобы изображение было наиболее резким. Фокусное расстояние сферического зеркала определяют по формуле:

$$F = \frac{d \cdot f}{d + f} = \frac{y \cdot d}{x + y} = \frac{x \cdot f}{x + y},$$

измерив f – расстояние от предмета до зеркала, d – расстояние от зеркала до изображения, x – длину стрелки на стеклянном экране (величину предмета), y – величину изображения на экране.

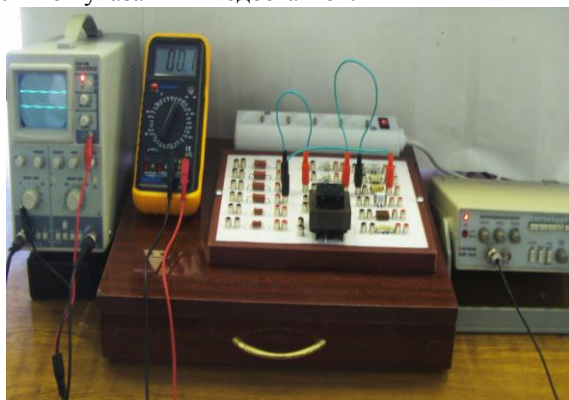
В результате выполненной лабораторной работы были изучены закон отражения света от сферических поверхностей, были определены фокусное расстояние и радиус кривизны сферического зеркала.

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЗАКОНОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Сарваров Р.Т.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В программах ряда специальностей появились новые курсы по электротехнике и электронике, программа которых предусматривает изучение основ курса и выполнение простейших лабораторных работ. Общей чертой для выпускаемых изготовителями стенов является возможность выполнения большого количества разных работ и необоснованно высокая цена. Кроме этого, не все эти стенов отличаются наглядностью и удобством для сборки необходимых схем, что важно при изучении курса студентами непрофильных специальностей. Несмотря на универсальность на данном стенов одновременно работу может выполнять только ограниченное количество студенто. Эти факторы не позволяют приобретать указанные стенов по количеству выполняемых работ. Представленный стенов, изготовленный в лаборатории электротехники, лишен указанных недостатков.



На рисунке приведен снимок стенов. Стенов состоит из набора резисторо, конденса-торов, диодо и трансформатора. Для наглядности у каж-дого элемента нарисо-вано его условное обозначение. В качестве измерительного блока используется серийно

выпускаемый мультиметр МУ63. Выводы элементов припаяны к универсальным гнездам. Сборка нужной схемы производится с помощью прилагаемых штекеров. Применение цифрового мультиметра, цветных разъемов и штекеров, разноцветных проводов делает стенов наглядным и современным. На данном стенов можно выполнить работы по изучению закона Ома для участка цепи, по изучению устройства и работы трансформатора, по изучении однополупериодного и двухполупериодного выпрямителя и др.

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ КАК СРЕДСТВО ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Мухамедкали А.Б., Токушев Е.Д.

Костанайский государственный университет, г.Костанай, Казахстан

Новые информационные технологии создают среду компьютерной и телекоммуникационной поддержки организации и управления в различных сферах деятельности, в том числе в образовании. Современные технологии и телекоммуникации позволяют изменить характер организации учебно-воспитательного процесса, полностью погрузить обучаемого в информационно-образовательную среду, повысить качество образования, мотивировать процессы восприятия информации и получения знаний.

Телеконференция является одной из наиболее используемых и эффективных телекоммуникационных технологий в образовании, подразумевающих активную форму обучения. Она позволяет участникам самостоятельно формировать свой взгляд на происходящие события, осознавать многие явления и исследовать их с различных точек зрения, решать поставленные проблемы совместными усилиями, задавать друг другу самые разные вопросы, делиться своими идеями.

Учебные телеконференции являются новым интересным средством обучения, как активная форма организации процесса обучения. Они помогают приблизить познавательную деятельность студента к методам исследования науки. Подготовка к участию и работа в учебной телеконференции позволяет индивидуализировать преподавание с учетом интересов студентов, повысить интенсивность их труда, научить анализировать материалы и делать самостоятельные выводы, выносить на общий суд свои суждения, отстаивать свое мнение и дискутировать[1].

Таким образом, в условиях современного этапа информатизации высшего образования при существующей тенденции к использованию активных методов обучения на основе телекоммуникационных технологий, учебная телеконференция является эффективной и экономичной формой организации процесса обучения. Она позволяет активизировать учебную деятельность и связанные с ней процессы мышления, и, следовательно, улучшить качество обучения студентов.

Литература

1. Дерешко Б.Ю. Новые технологии для учебного процесса // Телекоммуникация и информатизация образования. М., 2000. - № 1

**ФОРМИРОВАНИЯ ПОНЯТИЙ ВОЛНОВОЙ ОПТИКИ ЧЕРЕЗ
КАЧЕСТВЕННЫЕ ЗАДАЧИ**

Валитова М.Ю.

БГПУ им. М.Акмиллы, Уфа, Россия

Волновая оптика – раздел оптики, который описывает распространение света с учётом его волновой природы.

В средней школе и вузе волновые явления: интерференция, дифракция и дисперсия, в профильных классах с профилем «физика» - поляризация света изучаются как часть электродинамики. Основные вопросы, которые являются инвариантами в оптике, независимо от последовательности и методики их изучения: как распространяется свет в однородной среде? Как взаимодействует свет с веществом? В геометрической оптике ответы на них даются описательно, в физической оптике они объясняются с волновой точки зрения.

В методике обучения физике наиболее распространенными являются обобщенные правила изучения физических явлений, к которым относятся: **признак, условие протекания, причина, связь с другими явлениями и применение**. Изучение явлений обычно начинается с его определения. В определение любого явления обычно включается его признак или причина. **Признаки** дисперсии, интерференции и дифракции одинаковы для белого света, в котором чаще всего происходит наблюдение явлений - разложение сложного света на простые составляющие. Поэтому, не зная **причину**, по внешнему признаку невозможно узнать явление, значит, признак не достаточен для определения. Мы считаем, что существенным этапом обучения волновой оптики в школе должно быть указание на **условия наблюдения** явления. Например, для дисперсии **условием существования** является прозрачная среда, показатель преломления которой отличается от первой, откуда падает свет. Однако это условие недостаточно для ее **наблюдения**. Ими являются: угол падения, отличный от нуля, достаточно большой относительный показатель преломления, субъективная восприимчивость цветности лучей.

Волновая оптика изучается на качественном уровне, то есть без математического аппарата, таким образом, ее закрепление и конкретизации знаний учащихся должно проводиться также качественными задачами. Им принадлежит ведущая роль также при уточнении содержания и дифференциации явлений. Часто качественные задачи по волновой оптике звучат как вопросы. Поэтому мы даем следующее определение для них. *Качественные задачи – это познавательные вопросы, включающие исходную, или базисную, информацию с одновременным указанием на ее недостаточность с целью получения новой информации в виде ответа.*

Нами разработана система качественных задач, направленных на решение указанных выше дидактических функций в комплексе формирующих понятие «физическое явление».

УДК 621.81

ТЕХНОЛОГИЯ МОДУЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ: ПЛЮСЫ И МИНУСЫ

Олькова Т.А.

Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акумуллы,
г.Уфа, Россия

Интерес ученика к изучаемому предмету зависит от нескольких слагаемых - от содержания предлагаемого к изучению материала, способа изучения материала и от прогнозирования той деятельности, которой ученик собирается заниматься в будущем. К нам в школу пришли ученики, которые по тем или иным причинам не смогли учиться в дневной школе. Знания у них, как правило, слабые, и интереса особого к изучению физики они не проявляют. Поэтому перед учителем стоит задача активизировать познавательную деятельность учащихся, преодолеть предвзятость отношения учащихся к предмету. Один из путей преодоления - внедрение новых технологий обучения, в частности модульной технологии как основы изменения стиля преподавания предмета, помогающего ученику лучше понять и полюбить физику. Именно модульная программа может стать программой обучения, индивидуализированной по содержанию, методам учения, уровню самостоятельности, темпу учебно-познавательной деятельности ученика. Эта новая технология учитывает особенности, сохраняя развитие процесса познания мира, творческого мышления и творческого подхода к решению учебных задач.

Физика - наука экспериментальная, многие знания получают из опытов и наблюдений, поэтому новая технология должна учитывать эти особенности.

Модульная система обучения предполагает следующие подходы к организации изучения физики: организация самостоятельной работы учащихся на уроке и дома; использование разноуровневых заданий; различные способы самоконтроля и взаимоконтроля; сочетание групповых и индивидуальных способов работы; усиление политехнической направленности обучения физике (демонстрационный и фронтальный эксперименты, ТСО, ЭВМ и т.д.). Такой подход снимает напряженность, позволяет учащимся поверить в свои силы, самоутвердиться. Возможен и повышенный уровень подготовки,

который заключается в большем объеме усвоенных знаний и умений и определяется их глубиной. Это достигается такой деятельностью учащихся, как работа с дополнительной литературой, когда учащимся предлагается прочитать статью, материал для дополнительного чтения из учебника; составить план; сделать соответствующие выводы по теме, можно предложить выполнение тестового задания повышенной трудности.

Использование МТО не только не исключает, но и предполагает проведение лекций, семинаров, лабораторных работ, различных нетрадиционных форм урока. Для этих уроков обязательно составляются модули. Учащимся предоставляются широкие возможности для общения, развития монологической речи. Данная технология дает учителю редкую при традиционном преподавании возможность для индивидуальной работы с учащимися на уроке, что особенно важно для тех учащихся, кто долго отсутствовал на занятиях, кому необходима постоянная помощь учителя.

УДК 621.81

**КРИТЕРИИ И УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ МАГИСТРА ПО
ТЕМЕ: «ФОРМИРОВАНИЕ СПОСОБНОСТЕЙ К
САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ОСВОЕНИЮ НОВЫХ МЕТОДОВ
ИССЛЕДОВАНИЯ»**

Олькова Т.А.

Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акумлы,
г.Уфа, Россия

Федеральные Государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования третьего поколения устанавливают, что высшие учебные заведения при подготовке бакалавров и магистров обязаны обеспечивать гарантии качества образования, заключающиеся в разработке и применении объективных процедур оценки уровня знаний и умений студентов, компетенций выпускников на основе четких согласованных критериев. При этом оценка качества подготовки студентов и выпускников должна включать результаты их текущей, промежуточной и итоговой государственной аттестации.

Вместе с тем, образовательные стандарты не содержат дидактического инструментария, позволяющего измерить и оценить результаты обучения.

В Башкирском государственном педагогическом университете требуемые фонды оценочных средств разрабатываются, утверждаются и

применяются вузом на единой методологической основе в соответствии со следующими представлениями о ключевых ценностях оценивания:

- соответствовать поставленным целям учебной дисциплины);
- оценивание должно быть надежным (необходимо использовать единообразные согласованные критерии или стандарты);
- оценивание должно быть справедливым (разные студенты должны иметь равные возможности добиться успеха);
- оценивание должно быть развивающим (фиксировать, что могут студенты и как им улучшить свои результаты);
- оценивание должно быть своевременным (постоянно поддерживающим развивающую обратную связь);
- оценивание должно быть эффективным (выполнимым, но не забирать много времени у преподавателей и студентов).

Таким образом, компетентностный подход в образовании нацелен на рефлексивную оценку обучающимися своих возможностей и «невозможностей», осознания границ своей компетентности, приобретение разностороннего опыта деятельности, одновременное усвоение ими содержательного компонента образования и развития личности.

Проведенный анализ позволил нам сделать вывод, что формирование компетентности рассматривается как конечный результат образования; что компетентность как психическое новообразование возникает в ходе освоения деятельности, приобретается в процессе обучения; что знания, умения, навыки, свойства личности, личностные качества являются компонентами изучаемого нами явления. А в структуре каждой компетенции можно выделить несколько компонентов: содержательный или когнитивный (наличие системы знаний); технологический или операциональный (владение методами, технологиями); личностный (этические и социальные установки, творческий потенциал, ценностные ориентиры, черты личности). Важным вопросом изучения компетентности является определение критериев и показателей ее сформированности. На основе сделанных обобщений, учитывая предложенные компоненты, нами определены следующие критерии компетентности: когнитивный, деятельностно-интегративный, мотивационно-коммуникативный.

Таким образом, подводя итоги следует сказать, что формирование способностей к самостоятельному освоению новых методов исследования не только согласуется с положениями ФГОС ВПО для магистратуры, но также является актуальной темой современной науки и имеет широкое применение в различных областях промышленности.

УДК 372.8

ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕГРАТИВНЫХ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ ЭКСКУРСИЙ К ПРИРОДНЫМ ПАМЯТНИКАМ БАШКИРИИ

Кутлугужина Г.Р.

БГПУ им.М.Акмуллы, Уфа, Россия

Экскурсия как метод обучения в средних школах появилась в России в конце XX века. Методика их проведения рассматривались выдающимися русскими методистами П.А.Знаменским, И.И.Соколовым и др. В 80-ые годы XX века они вошли в учебные программы физики как необходимый элемент работы учителя физики. В последние годы вследствие недостатка времени, закрытия экскурсионных объектов учебные экскурсии практически не проводятся учителями физики. В методической литературе определены следующие виды экскурсий: 1) обзорные экскурсии - многотемные, обобщающего характера на объекты; 2) тематические экскурсии - посвященные раскрытию одной темы, раздела учебного материала; 3) природоведческие экскурсии - посвящены анализу круга физических явлений в биосфере города, района, природных объектов.

Мы считаем, что природоведческие экскурсии интегративного характера можно проводить к памятникам природы, которыми богата наша республика: пещеры, водопады, горные вершины. Они проводятся в конце учебного года, когда погодные условия наиболее комфортны для их проведения; изучен учебный материал, что позволит систематизировать и обобщать учебные знания. Их исследование дает богатый дополнительный материал для предметов физики и географии. Нами разработана методика их проведения, определены области знаний по физике и географии по каждому объектам.

Хотя проведение природоведческих экскурсий связано с организационными сложностями, не все учащиеся могут и хотят участвовать, недостаточно разработана нормативно-правовая база, в целом, экскурсии позволяют: усилить интерес к учебным предметам; расширить круг изучаемых тем, уделить физике больше времени, чем отводится программой, усилить прикладной аспект содержания тем, разнообразить формы обучения; укрепить, пусть и в небольшой степени, здоровье школьников.

УДК 372.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ИЗУЧЕНИИ КВАНТОВОЙ ОПТИКИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

Багаутдинова А.Р.

Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы,
г. Уфа Россия

Изучение основ квантовой оптики в средней школе - сложная методическая задача, которая направлена на развитие мировоззрения и теоретического мышления учащихся. Квантовая теория является более высокой степенью познания, чем классическая физика; она установила ограниченность многих классических представлений. Из-за малой наглядности квантово - механических объектов и сложности математического аппарата, необычность исходных идей и понятий в квантовой оптике создают методические трудности. В основе темы лежат идеи, понятия, законы, исторические опыты, которые проанализированы нами. Учебный материал имеет большое прикладное значение. Его невозможно моделировать зрительными образами или механическими экспериментами.

Мы считаем, что сейчас данная тема должна быть обеспечена информационно - образовательными технологиями, которые могут быть различных направлений, и дополнять электронное приложение к учебнику Г.Я Мякишева и др. Такое приложение имеют учебники последних трех лет выпуска. Электронное приложение может и должно быть расширено. В нем отсутствуют интерактивные модели, дающие возможность выполнять учащимся самостоятельно виртуальные лабораторные исследования. Такие лабораторные работы разработаны для выполнения в вузах, следовательно, их методика выполнения, руководство, оформление в школе должны быть иными. Основой остается лишь сама модель.

Появляется принципиально новый вид работы учителя физики - организация экспериментально – практических работ на основе компьютерных программ. Методически наиболее перспективны виртуальные лабораторные работы, которые представляют программы «Физикон». Нами определены преимущества и недостатки школьных компьютерных лабораторных работ, разработана технология составления дифференцированных руководств к их выполнению и задания, определена методика их выполнения. Мы адаптировали многие лабораторные работы из программы «Открытая физика» к школьной учебной программе и дидактическим целям урока. В докладе приводится пример лабораторной работы «Внешний фотоэффект».

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ НА ПРОСТОМ ОБОРУДОВАНИИ

Баймуратова Г.У.

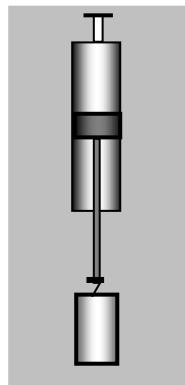
Башкирский государственный педагогический университет
им. М.Акмиллы, г.Уфа

Выполнение лабораторного эксперимента является неотъемлемой частью процесса познавательной деятельности ученика в ходе овладения основами физической науки. Это один из наиболее эффективных методов обучения физике. Лабораторные работы повышают интерес учащихся к физике, положительно влияют на развитие творческих способностей личности. При проведении лабораторных работ исследовательского характера (связанных с изучением какого - либо явления), у учащихся формируется представление об основных принципах научного познания. При правильной организации лабораторного эксперимента у учащихся постепенно формируется самостоятельность.

Государственный стандарт второго поколения предусматривает значительное увеличение числа лабораторных работ, часть из которых можно выполнить, используя достаточно простое оборудование. В качестве примера приведём работу, посвящённую изучению закона Бойля-Мариотта.

Для выполнения этой работы достаточно иметь шприц (без иглы), миллиметровую линейку, гирию массой 1 кг и лабораторный динамометр (см.рис.).

На простом оборудовании можно также выполнить работы по изучению равноускоренного движения, работы по динамике, а также по другим разделам физики.



КУБОК ПО ФИЗИКЕ КАК МЕТОД РАБОТЫ С ОДАРЁННЫМИ ДЕТЬМИ

Чиглинцева Н.Н.

Башкирский государственный педагогический университет
им. М.Акумуллы, г.Уфа

С целью создания условий для развития интеллектуальных способностей учащихся БГПУ им. М.Акумуллы совместно с ЦДТТ «Биктырыш» уже в течение 6 лет проводит соревновательное мероприятие среди учащихся 7-9 классов под названием «Кубок г.Уфы по физике». В соревновании принимают участие ежегодно около 80 школ.

Кубок проводится в три этапа.

- 1 этап. Принимают участие все желающие (3 ученика в команде).
- 2 этап. Принимают участие 30 лучших школ по итогам первого этапа.
- 3 этап. Принимают участие 25 лучших школ по итогам 2 этапа.

Задания высвечиваются на большом экране. После 5-10 минут решения (в зависимости от сложности задачи) работы собираются и на экране показывается правильное решение, затем разбалловка. Максимальный балл за 10 заданий – 100.

Принципы подбора заданий к каждому туру:

- Решение не должно занимать слишком много времени.
- Задания должны охватывать все основные разделы курса физики.
- Должны вызывать интерес по своему содержанию.
- Значительный процент составляют качественные задачи, предполагающие словесное объяснение хорошо известных явлений. Например: «Почему ожёг паром опаснее ожёга кипятком?»
- Часть заданий представлено в виде рисунков.

По итогам пяти лет проведения кубка наилучшие результаты по г. Уфе показали учащиеся гимназии 93.

ШКОЛЬНАЯ ЛЕКЦИЯ ПО ФИЗИКЕ КАК МЕТОД ОБУЧЕНИЯ

Давлетшина Р.М.

Башкирский государственный педагогический университет
им. М.Акумлы, г. Уфа

Для обучения физике на базовом уровне в 10 и 11 классе программой выделяется мало учебного времени. В создавшихся условиях одним из вариантов обучения может оказаться использование лекционного метода преподавания как наиболее насыщенного по скорости передачи информации. Кроме того, использование лекций в процессе преподавания физики является подготовкой учащихся к дальнейшему обучению в вузе.

Использование лекции как метода преподавания физики предполагает следующие действия учителя:

- Разбивка учебного материала на блоки.
- Составление по каждому блоку лекции с четким подразделением того, что говорит учитель и что записывают учащиеся.
- Подбор демонстрационных опытов к каждой лекции, а также составление беседы с учащимися в процессе демонстрации этих опытов.
- Определение способов контроля усвоенных учащимися знаний.

По материалу 11 класса мы предлагаем следующую разбивку учебного материала:

1. Магнитное поле тока.
2. Электромагнитная индукция.
3. Электромагнитные колебания и волны.
4. Переменный ток.
5. Геометрическая оптика.
6. Волновые свойства света.
7. Основы теории относительности.
8. Квантовые свойства света.
9. Строение атома.
10. Строение атомного ядра.

К каждой лекции мы составили структурную модель изучения темы.

ФУНКЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ

Хамматова Р.Р.

Башкирский государственный педагогический университет
им. М.Акумлы, г. Уфа.

Эксперимент в школьной физике является отражением метода исследования, присущего науке физике. Изучение физических понятий на основе эксперимента способствует формированию научного мировоззрения учащихся, более глубокому усвоению физических законов, повышает объективность и доказательность получаемых выводов, повышает интерес школьников к изучению физики.

В ходе демонстрации опытов учитель руководит ощущениями и восприятиями учащихся и на их основе формирует определенные понятия и убеждения.

Демонстрационный эксперимент по физике может преследовать различные цели:

- **Первичное знакомство** школьников с тем или иным физическим прибором или физическим явлением.

- **Проверка справедливости** изученной закономерности.

- **Выявление физической закономерности.** Учитель собирает демонстрационную установку и находит вместе со школьниками зависимости одной физической величины от ряда других.

- **Выдвижение учебной проблемы.** Так, урок физики на тему «Поверхностное натяжение жидкости» можно начать с демонстрации плавания лезвия безопасной бритвы на поверхности воды. Плотность стали в 7,8 раза больше плотности воды, а лезвие плавает. Ученики не могут объяснить это явление - возникает проблемная ситуация.

- **Опытная проверка** выдвинутой гипотезы. Учитель предлагает школьникам предсказать результат опыта. Это всегда значительно труднее, чем объяснить наблюдаемое явление, поскольку результат не известен, и это же всегда вызывает активную деятельность мысли школьника, порождает борьбу различных мнений, повышает наблюдательность школьников.

- Физический эксперимент является основой для овладения школьниками методом экспериментального исследования.

ВИДЫ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДОМАШНИХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Иванова М.Л.

Башкирский государственный педагогический университет

им. М.Акумлы, г. Уфа

Как показано в работах Кондакова В.А., Изергина Э.Т. и других авторов, одним из путей развития познавательных возможностей учащихся в процессе изучения физики является овладение ими основами научных методов, в частности, методом экспериментального исследования. Большие перспективы в этом отношении предоставляют домашние экспериментальные задания.

Выделим виды познавательной деятельности учащихся в процессе выполнения домашних экспериментальных заданий, обучение которым приведёт к овладению учащимися методом в целом.

- **Построение гипотезы.** Приступая к исследованию, субъект (ученик) ожидает получение определённых результатов. Чёткая формулировка того, что должно быть на выходе (пусть даже ошибочная), позволит в течение всего процесса исследования выдерживать его целевую направленность, а также сформулировать окончательный вывод.
- **Подбор оборудования.** Какие-то элементы оборудования имеются в наличии, какие-то надо найти, подготовить к использованию. Надо предусмотреть возможность замены некоторых элементов другими.
- **Сборка установки.**
- **Апробация опыта.** Проверка хода и первичных результатов с теми элементами, которые имеются в наличии, при необходимости замена некоторых элементов.
- **Наблюдение.** Возможны зарисовка, фотографирование на цифровую камеру или мобильный телефон, распечатка и т.п.
- **Фиксирование результатов.** В случае использования измерительных приборов необходима подготовка и заполнение в ходе экспериментов определённых таблиц, построение графиков.
- **Формулирование выводов.**

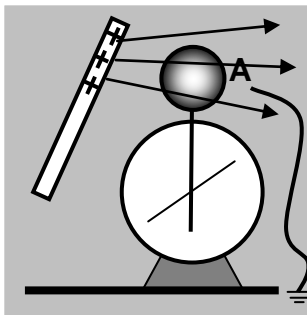
Каждый из выделенных видов деятельности поддаётся корректировке, обучению, совершенствованию в процессе многократного выполнения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ УСТАНОВЛЕНИЮ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ

Валитова А.Ф.

Башкирский государственный педагогический университет
им. М.Акумуллы, г. Уфа

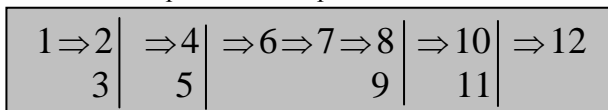
Овладение учащимися логическим мышлением включает в себя умение обобщать, классифицировать, систематизировать учебный материал. Кроме того, большое значение для понимания физики имеет умение определять причинно-следственные связи между физическими явлениями. Большие возможности для обучения школьников этому виду познавательной деятельности предоставляет физический эксперимент.



В качестве примера рассмотрим демонстрационный опыт «электризация через влияние». Если наэлектризованную палочку поднести к установленному на электрометре металлическому шару, не касаясь, а затем к противоположной от палочки стороне шара прикоснуться на мгновение пальцем, шар окажется заряженным «по индукции».

Пронумеруем действия экспериментатора и протекающие физические явления:

1. Электризуем стеклянную палочку трением о бумагу.
2. Вокруг палочки возникает электрическое поле.
3. Подносим палочку к шару, установленному на электрометре.
4. Шар оказывается в электрическом поле.
5. В электрическом поле на любую заряженную частицу действует сила.
6. На каждый свободный электрон в шаре действует сила.
7. Часть свободных электронов перемещается в сторону палочки.
8. В точке А оказывается недостаток электронов.
9. Прикасаемся пальцем к шару в точке А.
10. Часть электронов с нашего тела переходит на шар.
11. Убираем палец, затем палочку.
12. Шар оказывается заряженным отрицательно.



УДК 001.3

ПРЕПОДАВАНИЕ ФИЗИКИ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ В РАМКАХ ФГОС НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Алдошина Н.Д.
МБОУ СОШ № 74, г. Уфа, Россия

Новые образовательные стандарты предполагают, по моему мнению, воспитание человека с новым мышлением в рамках современного мира. Реализация ФГОС в системе образования, диктуемая развитием нашего общества, относится и к обучающимся, и педагогическому коллективу. Внедрение федеральных государственных стандартов нового поколения в школе предусматривает готовность педагогов к этому процессу. В связи с этим методика преподавания предметов в общеобразовательной школе и подход к обучению должны принять некоторую корректировку.

Задача, которая стоит перед учителем физики заключается в том, чтобы сформировать у учащихся умения наблюдать природные явления и выполнять опыты, лабораторные работы и исследования с использованием измерительных приборов.

«Физика — экспериментальная наука, изучающая природные явления опытным путем». Поэтому преподавание данного предмета не должно проводиться без демонстрационных опытов, домашних и классных экспериментальных и лабораторных работ. Человек, особенно ребенок, получает в первую очередь информацию с помощью органов зрения. Поговорка «лучше один раз увидеть...» очень актуальна для уроков с преподаванием технических предметов, к которым относится и физика. Поэтому в своей работе я стараюсь как можно больше акцентировать внимание на применении и использовании на уроке, а так же при выполнении учащимися в домашних условиях, различных опытов, так как убеждена в том, что дети должны самостоятельно выполнять эксперименты, видеть происходящие процессы и оценивать результаты с учетом погрешности приборов. На уроках физики основным методом работы с учащимися я выбираю метод наглядности, вовлекая учащихся для получения знаний в экспериментальную, исследовательскую работу, считаю, что это позволяет учащимся лучше усваивать темы, выдвигать гипотезы, делать выводы.

ЭВРИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД РЕШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Косарев Н.Ф., Идрисова Е.И.
БГПУ им. М.Акумуллы, Уфа, Россия

Существует класс задач, которые невозможно решить, применяя готовый алгоритм. Сначала необходимо найти этот алгоритм решения. Поиск алгоритма решения проводится с помощью специальных приемов, называемых эвристиками.

Термин «эвристика» происходит от греческого *heuresko* – отыскиваю, открываю. В настоящее время используется несколько значений этого термина. Эвристика может пониматься как: 1) научно-прикладная дисциплина, изучающая творческую деятельность (в то же время следует признать, что основателей теории и общепринятых основных положений не существует); 2) приемы решения проблемных (творческих, нестандартных, креативных) задач в условиях неопределенности, которые обычно противопоставляются формальным методам решения, опирающимся, например, на точные математические алгоритмы; 3) метод обучения; 4) один из способов создания компьютерных программ.

Ю.Н. Кулюткин различает два вида эвристик. Первую описывает как методы и приемы, являющиеся лишь предварительными моментами в процессе решения задач (часто они наводят на правильное решение, но существует вероятность и ошибочных действий), а вторую автор определяет как методы и приемы, сокращающие перебор различных вариантов решения, или возможных путей в «лабиринте» поиска [1, с. 9-10].

«...алгоритмы ответственны в большей степени за осмысление этапов деятельности, содержания операций и их рациональную последовательность, а эвристики – за интуицию, гипотезы, планы и стратегии» [2, с. 30].

Эвристических приемов, применяемых при решении физических задач достаточно много.

Одним из наиболее используемых является эвристический прием – сравнение.

Литература

1. Кулюткин Ю.Н. Эвристические методы в структуре решений. – М: Педагогика, 1970. – 232 с.
2. Тулькибаева Н.Н., Яковлева Н.М., Большакова З.М., Пушкарев А.Э. Теория и практика экспертизы качества образования на основе стандартизации: Монография. – М.: Издательский дом «Восток», 2002. – 206 с.

ОЦЕНКА УЧЕБНИКОВ ФИЗИКИ МЕТОДОМ ДОПОЛНЕНИЙ

Борисова А.В.

Башкирский государственный педагогический университет
им. М.Акмуллы, г.Уфа, Россия

В условиях возможности выбора учебника физики для практического использования актуальной становится задача оценки трудности текста учебника. Нами была проведена сравнительная оценка двух учебников физики для 7 класса посредством методики дополнения. Эта методика состоит в следующем. В текстах пропускается каждое седьмое слово. Этот неполный текст предлагается испытуемым, которые заполняют пропуски. По проценту правильно заполненных пропусков исследователь судит о трудности текстов. Методика дополнения – сравнительно новый метод исследования, но она зарекомендовала себя с хорошей стороны, так как позволяет просто и быстро определять трудность текста.

Остановимся подробнее на методике. В ответах испытуемых правильными считались не только те случаи заполнения, которые точно совпадали с пропущенным словом, но и все другие слова, введение которых соответствовало контексту. Например, в предложении «Давление передаётся одинаково по всем направлениям» было пропущено слово «одинаково». Ответ считается правильным, если вместо этого слова поставлено слово «без изменения». По результатам применения методики дополнения вычисляется процент правильно заполненных пропусков для каждого отрывка текста. Этот процент вычитается из ста. Получаем процент незаполненных или неправильно заполненных пропусков, показывающий трудность текста. Чем больше процент незаполненных и неправильно заполненных пропусков, тем, следовательно, труднее текст. Это объективный показатель трудности текста.

По описанной методике проверялись параграфы на тему «Закон Паскаля» из учебников Перышкина А. В. и Изергина Э. Т. Процент ошибок оказался равным соответственно 30,8 и 28,5, что однозначно говорит о большей трудности текста первого учебника.

НАУЧНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ В НОВЕЙШЕЙ ИСТОРИИ ФИЗИКИ

Ахтарьянова Г.Ф.

ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы», г.Уфа, Россия

В учебниках и пособиях по физике история физики заканчивается на открытиях первой половины XX века. Фактически, учащиеся и даже студенты изучают только физические явления, открытые до начала 60-х годов XX столетия. Лишь изредка, когда открытое физическое явление приводит к технологическому прорыву, оно достаточно быстро становится известным широкой публике, в том числе, студентам и школьникам. Примером может служить физика лазеров, которая вошла в учебный процесс очень скоро после открытия. Однако такая ситуация является скорее исключением, чем правилом.

Таким образом, обширные идейные, экспериментальные и технические знания, которыми живет современная физическая наука, остаются неизвестными именно тем людям, которые в будущем как раз и призваны эти знания «добывать». В глазах школьников и студентов физика представляется застывшей системой, в которой даже небольшие изменения происходят крайне редко.

Хуже всего то, что такое представление о физике создается и у учителей, настоящих и будущих, а от них передается школьникам. Что является одним из основных факторов, обуславливающих снижение интереса молодежи к естественным наукам, в первую очередь к физике. Создавшееся положение ставит перед нами следующие проблемы:

- можно ли назвать научные эксперименты конца XX - начала XXI вв. историческими и классифицировать их;
- каковы причины затруднений изучения подобных экспериментов в школе и включения информации о них в содержание школьного курса физики;
- можно ли среди современных экспериментов определить фундаментальные.

Анализа и решения указанных проблем приведены в данной работе.

ХИМИЯ

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ХИМИЯ» СЕКЦИЯ «ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

УДК 634.0.813.2

ОКИСЛЕННЫЙ АРАБИНОГАЛАКТАН СИБИРСКОЙ ЛИСТВЕННИЦЫ КАК ПОЛИМЕРНАЯ МАТРИЦА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Аминева Г.Г., Борисова Н.С., Зимин Ю.С., Мустафин А.Г.
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В последнее время исследователи проявляют большой интерес к получению медикаментов, основанному на иммобилизации лекарственных веществ на полимерных носителях. В качестве носителей лекарственных препаратов предпочитают использовать природные полисахариды (арабиногалактаны, пектины и др.), которые находят широкое применение в пищевой и косметической промышленности. Среди природных полисахаридов перспективно отличается арабиногалактан Сибирской лиственницы, который способен доставлять лекарственные средства непосредственно в органы-мишени. Благодаря своей полимерной основе и мембранотропным свойствам, арабиногалактан может выполнять роль матрицы для направленного транспорта различных лекарственных препаратов и биологически важных микроэлементов.

В работе был использован окисленный арабиногалактан, так как именно он обладает меньшей молекулярной массой и большим количеством карбоксильных групп. Полисахарид окисляли в стеклянном реакторе барботажного типа со скоростью подачи озон-кислородной смеси 6 л/час при 90⁰С в течение 2 часов. Комплексообразование окисленного арабиногалактана с урацилом и его производными изучали спектрофотометрическим методом на максимуме длины волны поглощения урацилов. Комплексы изучали при 23⁰С методами изомолярных серий и молярных отношений. При добавлении к водным растворам урацилов арабиногалактана наблюдались изменения в спектрах: сдвиг максимумов поглощения производных урацила в коротковолновую область и увеличение интенсивностей их пиков полос поглощения. Эти данные свидетельствуют об образовании комплексных соединений. Состав полученных комплексов оказался равным 1:1. На основании метода молярных отношений были рассчитаны константы устойчивости комплексных соединений арабиногалактана с 6-метилурацилом и рядом его замещенных. Установлено, что электронодонорные заместители в молекуле 6-метилурацила увеличивают устойчивость образующихся комплексов.

**ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ДЕСТРУКЦИЯ АРАБИНОГАЛАКТАНА
СИБИРСКОЙ ЛИСТВЕННИЦЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ
ОЗОН-КИСЛОРОДНОЙ СМЕСИ**

Борисова Н.С., Аминова Г.Г., Зимин Ю.С., Тимербаева Г.Р.
Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

В последние годы бурно развивается новый подход к созданию лекарственных препаратов пролонгированного действия, основанный на иммобилизации лекарственных средств на полимерной матрице. Это позволяет улучшить их фармакологические свойства, увеличить активность и время действия, снизить токсичность и побочные эффекты, увеличить избирательность воздействия на орган-мишень, а также улучшить стабильность при хранении. В качестве матрицы-носителя возможно использование природного биополимера арабиногалактана Сибирской лиственницы. Поскольку его молекулярная масса достигает больших значений, это может препятствовать его прохождению в организме человека. Для решения данной проблемы в качестве полимерного носителя можно использовать окисленный арабиногалактан, который обладает меньшей молекулярной массой и большей комплексобразующей способностью за счет дополнительно образующихся карбоксильных групп.

Окисление арабиногалактана проводили в водной среде при температуре 90 °С и скорости барботаж озоно-кислородной смеси 6 л/час. За ходом окислительного процесса следили по изменению концентрации карбоксильных (-COOH) групп в растворе. Так как COOH-группы накапливаются с убывающей во времени скоростью, в качестве количественной характеристики процесса использовали начальную скорость их накопления (VCOOH). Установлено, что с повышением температуры начальная скорость накопления карбоксильных групп возрастает.

Выявлено, что наряду с окислением арабиногалактана наблюдается его деструкция, так как изменяется характеристическая вязкость раствора.

Таким образом, мы получили окисленную фракцию арабиногалактана Сибирской лиственницы с заданной молекулярной массой, которая в дальнейшем может использоваться в качестве матрицы-носителя лекарственных препаратов.

Работа выполнена при поддержке проекта № 3.1151.2011, выполняемого в рамках государственного задания Минобрнауки РФ.

УДК 538.97

ВЫБОР МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ ПРОИЗВОДНЫХ ФТАЛИДА

Калимуллина Л.Р.^{1,2}, Байбулова Г.Ш.¹, Жданов Э.Р.¹, Асфандиаров Н.Л.²

¹ Башкирский государственный педагогический университет

им.М.Акмиллы, г. Уфа, Россия

² Институт физики молекул и кристаллов УНЦ РАН, Уфа, Россия

Целью данной работы является исследование влияния избыточного заряда на электронную и геометрическую структуру, а также теоретическая оценка потенциала ионизации (IP) и сродства к электрону (EA) некоторых представителей ариленфталидов.

В пленках полиарилефталидов было обнаружено множество эффектов, связанных с переключением из низкопроводящего в высокопроводящее состояние. Очевидно, наличие подобных эффектов связано с изменением электронной структуры молекул этих полимеров. Поэтому для объяснения природы наблюдаемых эффектов чрезвычайно важным является привлечение методов квантово-химического моделирования. В качестве основного метода исследования применялся метод теории функционала плотности UB3LYP/6-31+G(d).

В докладе представлены результаты оптимизации геометрии и рассчитаны энергетические характеристики модельных молекулярных систем. В частности, были определены полные энергии молекул и их отрицательных и положительных ионов в молекулярной и оптимизированной ионной геометрии; энергии верхних занятых и нижних вакантных молекулярных орбиталей; величины вертикального и адиабатического электронного сродства и потенциала ионизации для каждой рассматриваемой системы.

Существует несколько подходов для теоретической оценки IP и EA. Первый подход связан с использованием так называемого приближения теоремы Купманса. Для количественного согласия с экспериментом, результаты расчета подвергаются процедуре шкалирования, $EA = a\varepsilon + b$ где a и b константы. Второй подход теоретической оценки IP и EA следует из определений потенциала ионизации и энергии сродства к электрону.

В работе были проведены теоретические оценки потенциалов ионизации и энергии сродства нескольких модельных соединений в рамках обоих подходов.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №№ 11-02-01445-а, 12-02-31421-мол_а

В работе показано, что для коллоидных кластерных систем бичастичные взаимодействия кластеров не характерны. При этом появляется третий кластер, который «размазывает» энергию по объему системы определенным образом, делая эту структурную организацию энергетически выгодной. Эти нанокластеры формируются как правило по механизму диссоциативно-диспропорционального разрушения макромолекул геля.

Исследовали в работе влияние времени созревания геля оксигидрата железа в маточном растворе на величину токовых выбросов. Далее оксигидрат железа на разных стадиях старения подвергали механическому сдвиговому воздействию в ротационном вискозиметре «Rheotest-2» либо в электрохимическую ячейку для замера тока самоорганизации [1].

С физико-химической точки зрения особые точки, рождающие в том числе и нанокластеры на гелевых складках неоднородностей Уитни, и есть активные зоны или точки на поверхности кластера, на которых идет стохастическое диссоциативно-диспропорциональное выталкивание в дисперсионную среду гидратированных ионных образований или разрушение двойных электрических слоев Гуи-Штерна с образованием сложных узоров особенностей, то есть особых точек на нормально расположенной графитовой пластине. То есть образуется контактная структура.

Анализ контактной структуры или формы паутины позволил обнаружить области с характерными структурными особенностями фазового пространства системы на разных этапах старения геля оксигидрата железа. Оксо-оляционная полимеризация ГОЖ, ее глубина прослеживаются при исследовании периодического изменения геометрии фазовых портретов, изменения динамической вязкости ГОЖ. Фазовые портреты стохастического выброса кластеров оксигидрата железа и изменения динамической вязкости геля существенно различаются по своей геометрической форме, но имеют практически идентичные интервалы областей старения.

1. Сухарев Ю.И., Марков Б.А. Нелинейность гелевых оксигидратных систем. Екатеринбург: УрОРАН. 2005. 468с.

КВАНТОВОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБРАЗОВАНИЯ ОКСЕТАНОВ И ДИОКСАНОВ ПО РЕАКЦИИ ПРИНСА

Купова О.Ю.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Реакция Принса представляет собой электрофильное присоединение альдегида или кетона к алкену или алкину, сопровождающееся захватом нуклеофила [1]. Экспериментальным [2] и расчетным путями [3] убедительно показано, что наличие олигомеров формальдегида является одним из необходимых условий для образования 1,3-диоксана по реакции Принса.

В настоящей работе с использованием приближения MP2(fc)/6-31G(d,p) определены термодинамические параметры реакции образования 1,3-диоксана и 1-гидроксиэтил-2-метил-оксетана из пропилена и димера формальдегида. Расчеты проводились без учета влияния среды.

Димер формальдегида предварительно образует с пропиленом π -катион (**b1**) или σ -катион (**b2**). π -катион (**b1**) трансформируется через соответствующее переходное состояние **c1** в диоксановый цикл **d1**. σ -катион (**b2**) трансформируется через переходное состояние **c2** в оксетановый цикл **d2**.

Таблица 1. Энергетические параметры реакции взаимодействия пропилена с димером формальдегида, кДж/моль.

Реакция	$\Delta_r G^*(c-a)$	$\Delta_r G(b-a)$	$\Delta_r G(d-a)$	$\Delta_r G(c-b)$
1	99.2	80.6	-27.6	18.6
2	270.2	92.0	-332.9	178.2

Согласно значениям свободной энергии Гиббса реакции образования диоксана и оксетана из пропилена и димера формальдегида являются термодинамически выгодными. При этом термодинамическая выгодность увеличивается с уменьшением образующегося цикла. Расчетные значения энергии активации Гиббса реакции показывают, что тяжелее идет образование оксетана. Причем основной вклад в такую разницу вносит стадия образования переходного состояния из π - или σ -катиона.

Литература

- [1] Талипов Р.Ф., Сафаров М.Г. // БашХЖ. 1997. Т.4, №3. С.10
 [2] The Olefin-Aldehyde Condensation. The Prins Reaction. E. Arundale, L. A. Mikeska Chem. Rev.; 1952; 51(3); 505-555.
 [3] The intermediacy of oxetanes in the prins reaction. Meresz, Otto; Leung, Kin P.; Denes, A. S. Tetrahedron Letters, Volume 13, Issue 27, 1972, Pages 2797-2800.

УДК 544(07)

СОСТАВ ГИДРОКСОКОМПЛЕКСОВ КАДМИЯ, НИКЕЛЯ, КОБАЛЬТА НАД ОСАДКАМИ ГИДРОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ

Сабитова З.Ш., Дмитриева Е.А.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

По известным константам образования гидроксокомплексов и ПР соответствующих гидроксидов рассчитывали зависимость растворимости гидроксидов (S) и концентрации соответствующих комплексов над осадком от pH среды. Полученные данные представлены в таблице.

Таблица 1. Расчётные значения S гидроксидов металлов, доли комплексов над осадком гидроксидов в зависимости от величины pH

Me ²⁺	pH	S (мг/л)	ПДК _{рхн}	Доля комплексов над осадком, % мол.				
				1	2	3	4	5
Co	8	12.04	0.01	97.8	2.2	-	-	-
	9	0.163		72.3	16.2	11.5	-	-
	10	0.022		5.2	11.7	82.8	0.2	-
	11	0.019		-	1.4	96.7	1.9	-
	12	0.022		-	0.1	83.2	16.6	-
	13	0.056		-	-	33.0	65.9	1.0
Cd	9	5.46	0.005	91.9	7.6	0.4	-	-
	10	0.11		43.9	36.5	19.6	-	-
	11	0.027		1.8	15.3	82.0	0.9	-
	12	0.025		-	1.6	88.3	9.9	-
	12.5	0.031		-	0.4	73.0	25.9	0.7
	13	0.050		-	-	45.0	50.5	4.5
Ni	8	0.38	0.01	98.6	1.4	-	-	-
	9	0.005		80.7	11.1	8.1	-	-
	10	0.0005		7.5	10.3	74.8	7.4	-
	10.5	0.0005		0.7	3.2	73.1	23.1	-
	11	0.0007		-	0.6	49.7	49.7	-
	13	0.04		-	-	0.9	90.1	9.0

*Обозначения: 1-Me²⁺, 2-Me(OH)⁺, 3-Me(OH)₂⁰, 4-Me(OH)₃⁻, 5-Me(OH)₄²⁻.

Следует, что S_{min} Ni(OH)₂ при pH=10,5; Co(OH)₂ – 11,0 и Cd(OH)₂ – 12. Только Ni может быть осаждён до уровня ПДК, что не наблюдаем. При S_{min} доля комплекса Co(OH)₂⁰ достигает 96,7%, Cd(OH)₂⁰ – 88,3%, Ni(OH)₂⁰ – 73-75%. В области S_{min} при снижении pH заметную роль имеет Me(OH)⁺ и Me²⁺; при повышении – Me(OH)₃⁻. Полиядерные комплексы отсутствуют.

**КИНЕТИКА РАСХОДОВАНИЯ 5-АМИНО-1,3,6-
ТРИМЕТИЛУРАЦИЛА В ХОДЕ РАДИКАЛЬНО-ЦЕПНОГО
ОКИСЛЕНИЯ 1,4-ДИОКСАНА**

¹Сахаутдинова Р.А., ²Якупова Л.Р., ²Сафиуллин Р.Л.

¹БГПУ им. М. Акмуллы, г. Уфа, Россия, ²ИОХ УНЦ РАН, г. Уфа, Россия

Работа посвящена измерению стехиометрического коэффициента ингибирования при окислении 1,4-диоксана, ингибированного 5-амино-1,3,6-триметилурацилом (АТМУ).

Количественные измерения ингибирующей активности данного соединения проводили в модельной системе радикально-цепного окисления 1,4-диоксана ($[RH] = 10 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$) при температуре 333 К. За кинетикой расходования 5-амино-1,3,6-триметилурацила следили методом спектрофотометрии. Инициирование осуществляли 2,2'-азо-бис-изобутиронитрилом ($w_i = 1.0 \cdot 10^{-7} \text{ моль} \cdot (\text{л} \cdot \text{с})^{-1}$). За ингибитором следили на длине волны $\lambda_{\text{max}} = 300 \text{ нм}$, где коэффициент экстинкции 5-амино-1,3,6-триметилурацила, измеренный в настоящей работе, составляет $8500 \text{ л} \cdot (\text{моль} \cdot \text{см})^{-1}$. Концентрацию 5-амино-1,3,6-триметилурацила изменяли от $0.8 \cdot 10^{-5}$ до $2.6 \cdot 10^{-4} \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$. В кювету загружали 1,4-диоксан, ингибитор, термостатировали две минуты, вводили инициатор и затем регистрировали спектры с периодичностью в одну минуту до полного прекращения расходования АТМУ. Было установлено, что в течение длительного периода ингибитор расходуется с постоянной скоростью – w_p (нулевой порядок реакции). Из зависимости w_p от начальной концентрации ингибитора следует, что стехиометрический коэффициент ингибирования, рассчитанный по уравнению $f = w_i \cdot (w_p)^{-1}$ непрерывно снижается. Это свидетельствует о том, что 5-амино-1,3,6-триметилурацил расходуется не только по реакции с пероксильным радикалом.

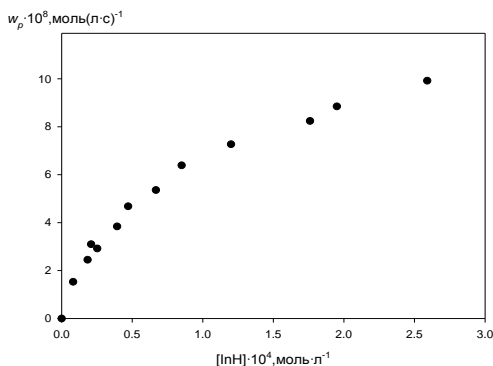


Рис. Зависимость скорости расходования 5-амино-1,3,6-триметилурацила (w_p) от его начальной концентрации.

333 К,

$[RH] = 10 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$

$w_i = 1.0 \cdot 10^{-7} \text{ моль} \cdot (\text{л} \cdot \text{с})^{-1}$

ФАЗОВЫЕ КАУСТИКИ В ГЕЛЕ МАГНИТНОГО ОКСИГИДРАТА ЖЕЛЕЗА

Тарамина Е.В.

ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный университет»,

г. Челябинск, Россия

Актуальность исследований магнитных жидкостей связана с их широким применением в современных технологиях. Ранее проводимые исследования не рассматривали эволюцию самой магнитной жидкости, перед добавлением каких-либо стабилизирующих веществ. Тогда как этот процесс представляет собой нелинейные явления со стохастическим характером, для изучения которых можно применять методы нелинейной динамики, теории катастроф и теории особенностей Уитни.

Эволюционные процессы могут быть описаны системой n обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\frac{d}{dt} \vec{X}(t) = \vec{F}(X, t), \quad (1)$$

где \vec{X} – вектор в фазовом пространстве, \vec{F} – векторное поле над этим пространством. Упрощая задачу, используем подход, развитый Анри Пуанкаре. Рассмотрим точки пересечения траектории с плоскостью, которые соответствуют заданному направлению эволюции. В гелевых образцах оксигидратов тяжелых металлов наблюдается сложная система конформерного движения самих макромолекулярных образований и потокового ионно-кластерно-молекулярного движения внутри них. В качестве отображающей плоскости принимаются графитовые электроды, на которых замыкается ионно-молекулярный кластерный поток, вследствие чего возникает небольшая разность потенциалов. [1]

Создание аттракторных альбомов периодического движения в оксигидратных гелях позволяет проанализировать возможный характер коллоидных бифуркаций. В экспериментальной системе можно выделить следующие типы каустик: твердофазные гелевые каустики (твердые каустики), оптические каустики гелей, коллоидно - химические вязкостные каустики, а также колебательно-волновые (лагранжевы) каустики кластеров оксигидратов [2].

1. Yuri I. Sucharev. Wave Oscillations in Colloid Oxyhydrates // Switzerland, UK, USA: Trans Tech Publications LTD.2010.497p.
2. Арнольд В.И. Теория катастроф. Изд. 4-е, стереотипное. – М.:Едиториал УРСС,2004.128с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ МЕДИ В РАСТВОРАХ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Тюрин А.Г., Бирюков А.И.

Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Согласно современным представлениям о поведении меди в сернокислых растворах предполагается, что пассивация меди происходит за счет формирования на поверхности металлов покрывающих слоев Cu_2O , CuO или $\text{CuSO}_4 \cdot m\text{H}_2\text{O}$. В настоящей работе построена равновесная диаграмма потенциал – рН для системы $\text{Cu} - \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ (рис.1). Из диаграммы электрохимического равновесия видно, что стационарные (коррозионные) потенциалы меди, устанавливающиеся в растворах H_2SO_4 с различным рН, при концентрациях H_2SO_4 до 40% находятся в области устойчивости сульфидов меди. При этом возможно образование пассивационной пленки, состоящей максимум из пяти сульфидов: $\text{Cu}/\text{Cu}_2\text{S}/\text{Cu}_9\text{S}_5/\text{Cu}_9\text{S}_6/\text{Cu}_7\text{S}_6/\text{CuS}$.

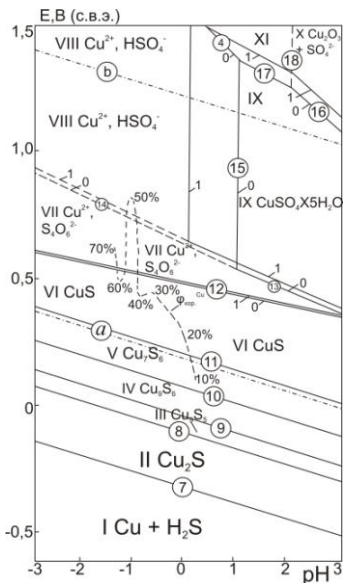


Рис. 1 Диаграмма $E - \text{pH}$ системы $\text{Cu} - \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ при 25°C , $P = 1$ бар (воздух), $a(\text{SO}_4^{2-}) = 1$ (0) и 10 (1) моль/л и $a(\text{Cu}^{2+}) = 1$ моль/л

$\text{Cu} - \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$, поэтому при стационарных потенциалах на меди образуются сульфидные, а не оксидно-сульфатные пассивирующие пленки.

На потенциостате сняли поляризационные кривые медного электрода в растворах H_2SO_4 различных концентраций (10 – 70%) при комнатной температуре. С помощью найденных уравнений Тафеля для анодных и катодных участков поляризационной кривой рассчитаны значения тока коррозии $i_{\text{кор}}$. Из зависимости $i_{\text{кор}}$ от концентрации H_2SO_4 видно, что $i_{\text{кор}}$

повышается с увеличением концентрации и достигает максимума при концентрации 70%. Потенциалы самопроизвольной пассивации меди действительно соответствуют потенциалам области устойчивости сульфидов меди в системе

**РЕАКЦИЯ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ
С ОЗОНОМ**

Хайруллина Л.Р., Насретдинова Р.Н., Зимин Ю.С.

ФГОУ ВПО Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В настоящее время актуальна проблема очистки водных сред от органических загрязнителей безопасными и экологически чистыми методами. В данной работе были исследованы кинетические закономерности и механизм реакции озона с органическими кислотами в водной среде, что представляет собой существенный практический интерес, так как многие важные процессы с участием O_3 (атмосферные процессы, очистка сточных вод) протекают либо в водных растворах, либо в присутствии значительных количеств водяных паров.

За кинетикой процесса следили спектрофотометрически по изменению концентрации O_3 в реакционной смеси. В качестве объектов исследования были выбраны масляная, молочная, малоновая, янтарная, яблочная, лимонная и галактуроновая кислоты. Опыты проводили при $40 \div 80^\circ C$. Начальные концентрации кислот $[S]$ в реакционной смеси изменяли в диапазоне $(0.1 \div 1.0) \cdot 10^{-3}$ моль/л, озона – $(3.2 \div 4.9) \cdot 10^{-4}$ моль/л. При этом в проводимых экспериментах всегда выполнялось условие: $[S]_0 \gg [O_3]_0$.

Исследования показали, что скорость расходования озона в реакции с полифункциональными кислотами подчиняется следующему кинетическому закону:

$$v = k \cdot [S] \cdot [O_3],$$

где k – константа скорости реакции озона с изученными кислотами.

Согласно полученным данным, наблюдается следующий порядок реакционной способности органических кислот по отношению к озону ($70^\circ C$): янтарная < масляная < лимонная < малоновая < яблочная < молочная < галактуроновая.

Исследуя зависимость между $\lg A$ и E , выявили линейную корреляцию – компенсационный эффект:

$$\lg A = (3.35 \pm 1.30) + (0.58 \pm 0.11) \cdot E,$$

(коэффициент корреляции $r = 0.99$)

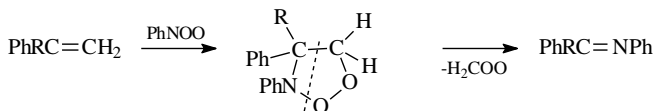
Приведенная корреляционная зависимость кинетических параметров свидетельствует о едином механизме лимитирующей стадии окисления полифункциональных кислот озоном.

О МЕХАНИЗМЕ РЕАКЦИИ ФЕНИЛНИТРОЗООКСИДА С *транс*-СТИЛЬБЕНОМ

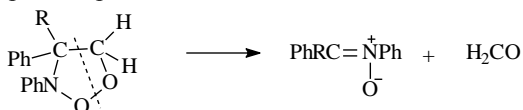
Хурсан В.С.

Институт органической химии УНЦ РАН, г. Уфа, Россия

Продукты взаимодействия фенилнитрозооксида (PhNOO) с олефинами в условиях стационарного фотолиза фенилазида в присутствии кислорода были изучены в [1]. Полученные результаты, в частности, обнаружение имина, позволили предположить, что реакция протекает по схеме:



Однако, согласно DFT и *ab initio* расчетам [2], из двух возможных способов распада 1,2,3-диоксазолидина более предпочтительным является синхронное разложение по связям C-C и O-O:



Это несоответствие, по мнению [2] объясняется фотоллабильностью нитрона в условиях эксперимента [1]. В связи с этим, нефотолитический метод генерации нитрозооксидов, основанный на восстановлении нитрозобензолов трифенилфосфином, применен для наработки продуктов реакции PhNOO с *транс*-стильбеном. Анализ продуктов проводили методом ВЭЖХ на жидкостном хроматографе АСМЕ-9000 («Young Lin Instrument»), оснащенном двухволновым UV-VIS-детектором. Действительно, в соответствии с теоретическим прогнозом, найдено, что N, α -дифенилнитрон и бензальдегид являются основными продуктами реакции. Следует особо отметить, что по окончании взаимодействия в реакционной массе имин PhCH=NPh отсутствует. Холостыми опытами показано, что в условиях наших экспериментов альтернативный механизм образования нитрона посредством взаимодействия нитрозобензола со стильбеном не реализуется, т.е. N, α -дифенилнитрон – есть продукт [3+2]-циклоприсоединения фенилнитрозооксида к *транс*-стильбену.

Литература

- [1] Ishikawa S., Tsuji S, Sawaki Y. J. Amer. Chem. Soc. 1991, **113**, 4282.
 [2] Талипов М.Р., Хурсан С.Л., Сафиуллин Р.Л. Ж. физ. хим. 2011, **85**, 427.

УДК 541.14:547.551.2.

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УРАЦИЛА И 6-МЕТИЛУРАЦИЛА С ПЕРОКСИДОМ ВОДОРОДА

Шарипова Г.М.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Известно, что антиокислительная активность (АОА) урацилов является важной составляющей их лечебного действия. АОА представляет собой комплекс количественной кинетической информации, характеризующей реакционную способность производных урацила при взаимодействии с различными радикалами и пероксидными соединениями, простейшим представителем которых является пероксид водорода. Реакционная способность ряда урацилов в реакциях обрыва цепи на пероксильных радикалах к настоящему времени изучена достаточно подробно. Сведения же о реакционной способности урацилов при их взаимодействии с пероксидными соединениями весьма немногочисленны. В связи с этим, в настоящей работе изучены кинетические параметры взаимодействия пероксида водорода с 6-метилурацилом и урацилом в воде.

С помощью слежения за концентрацией исследуемых соединений были установлены первые порядки реакции по урацилу и пероксиду водорода. Исходя из этого, были рассчитаны эффективные константы скорости реакции взаимодействия производных урацила с пероксидом водорода второго порядка, которые равны $k \cdot 10^3, \text{M}^{-1}\text{s}^{-1} = (27 \pm 1), (9,6 \pm 0,8)$ для 6-метилурацила и урацила, соответственно. И на основании изучения формально-кинетических закономерностей реакции урацилов с пероксидом водорода скорость реакции можно описать кинетическим уравнением второго порядка:

$$V = k[ур][H_2O_2]$$

В интервале температур 333 – 360 К была изучена температурная зависимость константы скорости реакции исследуемых урацилов с пероксидом водорода и получена удовлетворительная Аррениусовская зависимость. Из данной зависимости определены активационные параметры реакции в виде энергии активации и предэкспоненциального множителя:

$$\lg k = (17 \pm 1) - (95 \pm 10) / \Theta \quad \text{6-метилурацил}$$

$$\lg k = (13,5 \pm 0,8) - (123 \pm 8) / \Theta \quad \text{урацил,}$$

где $\Theta = 19,1 \cdot 10^{-3} \cdot T$, Дж/моль.

УДК 538.97

НАДМОЛЕКУЛЯРНАЯ СТРУКТУРА ТОНКИХ СУБМИКРОННЫХ ПЛЕНОК ПОЛИДИФЕНИЛЕНФТАЛИДА¹

Байбулова Г.Ш.¹, Галиев А.Ф.¹, Жданов Э.Р.¹,
Корнилов В.М.², Калимуллина Л.Р.²

¹ Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, г.Уфа, Россия

² Институт физики молекул и кристаллов УНЦ РАН, г.Уфа, Россия

Целью настоящей работы является комплексное исследование надмолекулярной структуры тонких пленок полидифениленфталида (ПДФ), в которых в результате процессов самоорганизации возникают массивы квазиодномерных электропроводящих структур. Исследования проводились методами квантово-химического анализа и методом атомно-силовой микроскопии (АСМ). В качестве объекта исследования был выбран ПДФ, который растворим в органических растворителях и обладает хорошими пленкообразующими и электрофизическими свойствами [1].

В работе были смоделированы и проанализированы фрагменты полимерной макромолекулы ПДФ, состоящие из девяти структурных единиц. Квантово-химические расчеты структур проводились полуэмпирическим методом в параметризации AM1 и ограниченным методом Хартри-Фока (RHF) в валентно расщепленном базисе 3-21G. Было установлено, что энергетически наиболее выгодными конфигурациями макромолекул являются линейная синдиотактическая и спиральная изотактическая. Исследования сколов субмикронных пленок ПДФ методом АСМ позволили обнаружить два типа надмолекулярного упорядочения: поверхностное и объемное. Анализ полученных экспериментальных результатов с результатами квантово-химического моделирования позволил сделать вывод о том, что макромолекулы в поверхностных слоях полимерной пленки преимущественно ориентированы вдоль поверхности и имеют линейную синдиотактическую конфигурацию, а глобулярная структура объемных слоев определяется спиральной изотактической конфигурацией.

Литература

[1]. Лачинов А.Н., Воробьева Н.В. // УФН. – 2006. - т.176. - с.1249-1266.

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №11-02-01445-а., ФЦП лот №2012-1.3.2-12-000-2003-9529 и №2012-1.4-12-000-1009-344

УДК 541.64.11+519.91

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕКОТОРОГО ХИМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Адигамова Р.Р., Гиззатова Э.Р.

Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета,
г.Стерлитамак, Россия

Рассмотрим кинетическую схему некоторого теоретически верного химического процесса, которая представлена следующими стадиями:



Переходя от химических реакций к математически уравнениям, составим систему обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающую скорости изменения каждого из реагентов в течении времени:

$$\begin{aligned} \frac{dA}{dt} &= -k_1AB + k_2CD \\ \frac{dB}{dt} &= -k_1AB \\ \frac{dC}{dt} &= k_1AB - k_2CD \\ \frac{dD}{dt} &= -k_2CD \end{aligned} \quad (2)$$

с начальными условиями:

$$A(0) \neq 0, B(0) \neq 0, D(0) \neq 0, C(0) = 0 \quad (3)$$

Тогда математически прямую задачу можно сформулировать следующим образом: найти решение системы (2) с начальными данными вида (3).

Таким образом, в работе поставлена прямая кинетическая задача для некоторого химического процесса, заданного схемой (1). Определены исходные реагенты и конечные продукты реакций.

Литература

[1] Подвальный Л.С. Моделирование промышленных процессов полимеризации. – М.: Химия, 1979. – 256 с.

УДК 678.4

МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНОЙ ПОДВИЖНОСТИ ХИТОЗАНА

Храмцова К.А., Михайлов Г.П.,

Уфимский государственный авиационный технический университет,
г. Уфа, Россия

Одним из перспективных природных поликатионов, на основе которых возможно конструирование молекулярных наночастиц, является хитозан. Молекула хитозана (ХТЗ), представляющая собой полимер D-глюкозамина, содержит в каждом мономерном звене функциональные группы, которые могут участвовать в образовании как ковалентных связей, так и нековалентных - водородных и ионных связей. Наночастицы на основе фрагментов макромолекулы ХТЗ являются хорошими модельными объектами для изучения внутримолекулярных движений (колебаний атомов и атомных групп, вращения отдельных молекулярных фрагментов и т.д.) в нанометровом диапазоне расстояний. Целью настоящей работы является исследование особенностей внутримолекулярной подвижности фрагментов макромолекулы ХТЗ, поликатиона $[ХТЗ+Н^+]$ и комплекса $[ХТЗ+Н^+]$ с ацетат-ионом в вакууме и в разбавленных водных растворах уксусной кислоты методом молекулярной динамики. Молекулярно-динамический эксперимент проводился в режиме моделирования постоянной температуры $T = 300$ К при нагревании от температуры 10 К с шагом 10 К, при давлении $P = 0,1$ МПа в каноническом NVT ансамбле с использованием водной модели ТРЗР в кубической ячейке размером $14.3 \times 14.3 \times 32$ Е, содержащей 216 молекул воды. Расчеты проводились с использованием разностной схемы Верле и термостата Берендсена (значение постоянной релаксации 0,5 пс). Длительность молекулярно-динамической траектории после нагрева в течение 1 пс составляла 15 пс с шагом по времени 1 фс. Оптимизация геометрии модельных фрагментов макромолекулы ХТЗ и МД моделирование проводились посредством квантовохимического полуэмпирического метода РМЗ и молекулярной механики с использованием силового поля OPLS с помощью программного комплекса NyperChem 8.0.6. Расчет динамических характеристик (скорости спадания временных автокорреляционных функций длин молекулярных цепочек, длин связей О...Н, N...Н, вращения ацетат-иона и amino-группы, торсионных углов с участием 1,4- гликозидных связей) фрагментов ХТЗ проводился в среде Matcad 15.

СЕКЦИЯ «ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ»

УДК 539.43+532.782

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРОВ В ГЕЛЬ-СОСТОЯНИИ

Бутаков А.В., Пестова А.А., Чернов В.М.

Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

В последнее время большой интерес представляет изучение триблоксополимеров этиленоксида и пропиленоксида, также известных под названием плуроники. В первую очередь это связано с тем, что в определенных условиях растворы плуроников способны к формированию сетчатой структуры, то есть к образованию полимерного геля. По содержанию воды и эластичности эти гидрогели схожи с биологическими тканями, что дает возможность их широкого биомедицинского применения.

В работе исследуется ядерная магнитная релаксация в растворах сополимера плуроника PF127 в тяжелой воде (D_2O) и дейтеродиметилсульфоксиде $(CD_3)_2SO$. Последний является, с одной стороны, соразстворителем, а, с другой – лекарственным средством. Все измерения проведены на импульсном спектрометре, работающем на резонансной частоте протонов 25 МГц, при температурах от комнатной до 60 °С. В системе PF127- D_2O концентрация раствора была равной 15, 21 и 28 весовых %. Образец системы PF127- D_2O - $(CD_3)_2SO$ представлял собой 21% раствор плуроника в D_2O и $(CD_3)_2SO$.

Спад поперечной намагниченности (СПН) в гель-фазе состоял из трех компонент. Мы произвели следующее отнесение компонент СПН: длинная компонента это мономолекулярная фракция, промежуточная – мицеллярный раствор, а короткая – лиотропный жидкий кристалл. Предложена структурная модель полимера в жидком кристалле. В этой модели молекулы плуроника жестко связаны в местах перекрытия мицеллярных корон, а роль узлов пространственной сетки выполняют полипропиленовые ядра мицелл. Из времени спада поперечной намагниченности короткой компоненты СПН была рассчитана масса молекулы между двумя последовательными узлами сетки. Оказалось, что эта величина приблизительно в 4 раза больше ожидаемой из модели. Причина такого расхождения, по-видимому, заключается в том, что в местах перекрытия мицеллярных корон нет абсолютно жесткой связи между молекулами соседних мицелл. Степень этой жесткости, как мы полагаем, изменяется вместе со степенью набухания мицелл, которая определяет время короткой компоненты СПН в гель-фазе.

**ОПТИМИЗАЦИЯ СООТНОШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ
ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ АЛКИЛСУЛЬФАТОВ НАТРИЯ,
НЕОНОЛА, АЛКИЛАМИДОПРОПИЛБЕТАИНА И ФТОР-ПАВ**

Валиев Д.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Основными эксплуатационными характеристиками пенообразователей являются кратность и устойчивость пен, полученных из разбавленных растворов концентратов пенообразователей. Эти характеристики зависят от природы ПАВ. Натриевые соли высших алкил(C_8-C_{10})сульфатов являются действующим веществом пенообразователя «Ялан», производимого на ООО «Завод Технохимсинтез». Рабочие растворы данных пенообразователей имеют сравнительно высокое поверхностное натяжение и низкую кратность пены и не предназначены для подслоного тушения пожаров жидких углеводородов.

В связи с этим, целесообразным является разработка композиций пенообразователей с оптимизированным соотношением компонентов - алкилсульфатов натрия, неионогенных ПАВ (неонола), амфотерного ПАВ (алкиламидопропилбетаина) и фторПАВ, предназначенных для подслоного и поверхностного тушения пожаров горючих углеводородных жидкостей.

Подобрано оптимальное соотношение смесей базовых углеводородных ПАВ (Неонол, алкил(C_8-C_{10})сульфатов натрия) в составе концентрата пенообразователя, равное 5,9 масс. % и 94,1 масс. % соответственно.

Установлено, что в присутствии 0,04 масс. % пеларгоновой кислоты рабочий раствор пенообразователя имеет минимальное поверхностное натяжение без существенного изменения основных показателей качества пены.

Предложена композиция концентрата плёнкообразующего пенообразователя для подслоного тушения пожаров жидких углеводородов, включающая, масс. %: *неонол – 1, алкил(C_8-C_{10})сульфат натрия – 16, пеларгоновая кислота – 0,4, фтор ПАВ торговой марки FM – 3, вода – остальное*

Полученный пенообразователь удовлетворяет стандартам качества пен для подслоного тушения пожаров жидких углеводородов и готовится простым смешением компонентов при комнатной температуре.

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ЙОДА С ХИТОЗАНОВОЙ МАТРИЦЕЙ

Галина А.Р., Кулиш Е.И.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Современная медицина, располагая широким арсеналом противомикробных препаратов, столкнулась с проблемой развития резистентности микроорганизмов к антибиотикам. С этой точки зрения привлекательным является йод, для которого не выявлено факта привыкания ни для одного из известных микроорганизмов. Ограничивают применение йода в медицинской практике его токсичность и раздражающее действие на ткани. Уменьшению токсичности и равномерному высвобождению йода способствует его иммобилизация на поверхности полимерной матрицы. Полимером, исключительно подходящим для этой цели, является хитозан (ХТЗ), сочетающий в себе антимикробную активность, совместимость с тканями организма и способность к биодеструкции.

В работе рассматривается факт образования комплексов между ХТЗ и системой I_2/KI желтого и фиолетового цвета в растворе азотной, уксусной и соляной кислот. Доказывается, что комплексообразование между ХТЗ и I_2/KI сохраняется в конденсированной фазе при получении пленочных покрытий, за счет иммобилизации йода хитозановой матрицей.

Обнаружено влияние кислотности среды и концентрации ХТЗ в растворе на прочность удерживания йода полимером. Установлено, что прочность удерживания йода цепью макромолекулы существенно возрастает при образовании полиэлектролитного комплекса между поликатионом хитозаном и полианионом – гелановой камедью.

Высказывается предположение, что для образования комплексного соединения между йодом и хитозаном фиолетового цвета, необходимо наличие некоторого количества фазы ХТЗ с определенной надмолекулярной организацией.

В ходе работ получены пленочные стабильные йодсодержащие покрытия с высокой микробиологической активностью.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (шифр заявки 3.1661.2011)

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ПРОТОНИРОВАНИЯ ХИТОЗАНА В РАСТВОРЕ НА НЕКОТОРЫЕ ЕГО СВОЙСТВА

Каримова Р.Д., Кулиш Е.И.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Полисахарид хитозан, представляющий собой частично дезацетилированное производное полимера природного происхождения хитина, в последнее время привлекает внимание большого числа исследователей. Причина этого – комплекс превосходных свойств хитозана, среди которых совместимость с тканями живых организмов, биodeградируемость, высокая сорбционная емкость и т.д.. Одним из неоспоримых достоинств хитозана по сравнению с его ближайшими аналогами – хитином и целлюлозой, является то, что он легко растворяется в кислых водных средах, образуя вязкие растворы, которые затем перерабатываются в пленки и находят разнообразное применение. При растворении аминогруппы хитозана протонируются, в результате чего соотношение компонентов в бинарном растворителе кислота-вода, определяет не только степень протонирования полимера, но и конформационное состояние макромолекулы в растворе.

Целью данной работы стал поиск корреляции между степенью протонирования хитозана в бинарных растворителях – соляная кислота–вода и уксусная кислота–вода, его вязкостными характеристиками и реакционной способностью в процессе ферментативной деструкции.

В ходе изучения растворов хитозана методом потенциометрии был сделан вывод о том, что при мольном соотношении уксусная кислота:хитозан, равном 5-7, и соляная кислота:вода, равном 0,8, достигается максимально возможная хитозана степень протонирования. В результате при изменении состава бинарного растворителя и увеличения степени протонирования происходит реализацией такого конформационного состояния хитозана, при котором доступность гликозидной связи хитозана для взаимодействия с ферментными препаратами становится максимально возможной. Именно этот факт может стать причиной экстремально зависимости степени и скорости ферментативной деструкции хитозана от мольного соотношения кислота-хитозан.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (шифр заявки 3.1661.2011)

**РЕГУЛИРОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ ПОЛИМЕРОВ
НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЫ**

Р.М. Зайнитдинова, А.Н. Хусаинов, И.А. Массалимов, А.Г. Мустафин.
ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», г. Уфа, Россия

В настоящее время к наиболее широко используемым водорастворимым полимерам относится акриламид, который используется как флокулянт, загуститель, структуро- и пленкообразователь, стабилизатор при бурении скважин, в качестве адсорбента тяжелых металлов и т.д. Одним из основных технических характеристик использования акриламида является вязкость его растворов, потому важны работы связанные с возможностью изменения этого параметра. В данной работе установлено, что введение малых добавок растворов полисульфидов Li, Na, Ca, Ba и Sr (1-4%) позволяет снизить вязкость водного раствора акриламида (марка S-602) в 3 – 4 раза. Также выявлено, что в ряду полисульфидов Li, Na, Ca, Ba и Sr наибольшее снижение вязкости обеспечивает полисульфид Ca, а наименьшее полисульфид Na. Наиболее устойчивыми в хранении, с сохранением пониженных значений вязкости во времени, являются полимерные растворы с добавками полисульфидов Ca и Li. Полученные результаты полезны для регулирования свойств водорастворимых полимеров, имеющих важное практическое значение.

**ИЗУЧЕНИЕ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
МЕТИЛБЕНЗИЛИРОВАННОГО ФЕНОЛА ПРИ ДЕСТРУКЦИИ
ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА**

Кучумова А.Р., Габитов И.Т.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

При переработке ПВХ-композиций, полимер подвергается воздействию высоких температур и интенсивных механических нагрузок. Для предотвращения термомеханической деструкции в композицию вводят различные стабилизирующие добавки в т.ч. стабилизаторы-антиоксиданты. Наиболее эффективными антиоксидантами, повышающими антиокислительную устойчивость ПВХ и материалов на его основе являются производные фенола.

В качестве объекта исследования использована смесь 22,42 % моно-, 52,26 % ди- и 23,32 % три-метилбензилированных фенолов (МБФ), синтезированного в Казанском Национальном Исследовательском Университете.

Показано, что смесь МБФ в условиях термоокислительного распада жесткого и пластифицированного ПВХ эффективно ингибирует процесс дегидрохлорирования полимера. Стабилизирующая эффективность образца МБФ по уровню снижения скорости термоокислительного дегидрохлорирования ПВХ значительно превосходит эффективность промышленного антиоксиданта – ионола и сравнима по эффективности с дефенилолпропаном. Зависимость скорости термоокислительного дегидрохлорирования полимера от концентрации антиоксиданта имеет экстремальный вид. Максимальная эффективность наблюдается при концентрации добавки 0,25 мас.ч/100 мас. ч. ПВХ.

Снижение скорости термоокислительного распада ПВХ в присутствии МБФ наблюдается до значений соответствующих скорости термоокислительной деструкции непластифицированного полимера. Очевидно, антиоксидант защищает пластификатор от окисления, который в свою очередь за счет сольватационной стабилизации повышает термоустойчивость ПВХ (известный эффект «эхо стабилизации»).

Дополнительное введение в пластифицированные ПВХ-композиции включающие металлосодержащие стабилизаторы образца МБФ увеличивает показатель «время термостабильности» в 1,3-1,6 раза.

Изучен процесс автоокисления сложноэфирных пластификаторов в присутствии МБФ.

МАКРОИНИЦИИРОВАНИЕ РАДИКАЛЬНО-КОМПЛЕКСНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ В ПРИСУТСТВИИ МЕТАЛЛОЦЕНОВ

Насибуллин И.И., Фризен А.К., Газизова А.И.*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки ИОХ УНЦ РАН, г. уфа, Россия

*Башкирский Государственный Университет, г. Уфа, Россия

Было показано, что присутствие металлоценов оказывает влияние на кинетические закономерности фотополимеризации виниловых мономеров. Еще большее влияние присутствие металлоценов оказывает на проявление эффекта пост-полимеризации. Обнаружено, что после кратковременного облучения в начале полимеризации, в условиях темнового режима процесс протекает до полного расходования мономера. Полагали, что в присутствии металлоценов в системе формируются комплексные активные центры, не способные к гибели за счет реакций квадратичного обрыва цепи. Возможность формирования таких центров подтверждена квантово-химическими расчетами. Полимер, полученный в результате пост-полимеризации, способен инициировать полимеризацию новой порции мономера (рис. 1). Кроме того, показана возможность протекания сополимеризации стирола и изопрена, а также сополимеризации стирола и метилметакрилата после введения в полимеризационную систему макроинициатора – ПММА, полученного в присутствии ПБ-FeCr₂. (рис. 2) В этих условиях полимеризация под действием макроинициаторов может протекать только на комплексных центрах.

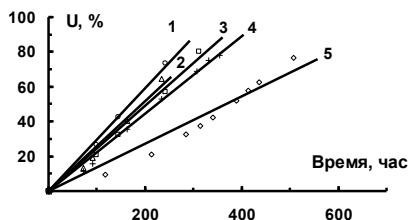


Рис.1 Полимеризация ММА. Инициатор - ПММА, полученный в присутствии ПБ - МЦ: FeCr₂ (1), ZrCr₂Cl₂ (2), AcCrFeCr (3), TiCr₂Cl₂ (4), (C₅Me₅)₂Fe (5). T_{пм} = 293К. [макроин.] = 3% от массы мономера

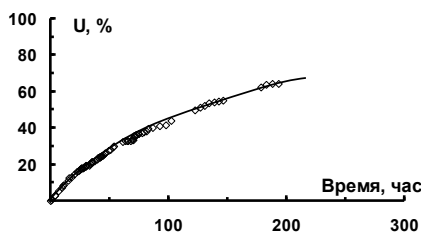


Рис. 2 Сополимеризация стирола и метилметакрилата (соотношение 1:1). Инициатор - ПММА, полученный в присутствии ПБ -FeCr₂ T_{пм} = 333К.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы (мероприятие 1.1), номер заявки 2012-1.1-12-000-1015-027

**ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОД-ПОЛИМЕРНЫХ НАНОЧАСТИЦ –
НОСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ФАРМАКОНОВ**

Назарова А.Ю., Хайруллина А.И.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Наночастицы углерода, являясь биоинертным материалом, могут использоваться в качестве внутреннего ядра наночастиц, которые представляют собой разновидность сферических наночастиц многослойной структуры с монолитным ядром и ультратонкой оболочкой из различных металлов (золота, серебра и др.), покрытых снаружи слоем водорастворимого полимера (например, поливинилпирролона (ПВП)) и лекарственного вещества. Такие металлсодержащие частицы перспективны для диагностики опухолей и целенаправленной доставки противоопухолевых препаратов.

В данной работе в качестве внутреннего ядра использован достаточно доступный наночастицы углерода (НУ), полученный окислительной конденсацией метана, с удельной поверхностью $200 \text{ м}^2/\text{г}$ и средним диаметром частиц 50-60 нм. В создании нанослоев металлов на углеродной поверхности рациональным представляется путь химического восстановления солей в адсорбционных слоях, при котором эффективно может быть использована высокая сорбирующая способность НУ. Установлено, что сорбционная ёмкость НУ по ионам Ag^+ составляет $0,69 \text{ г/г}$. Проведена отработка условий химического восстановления Ag^+ в присутствии ПВП на поверхности НУ. Установлено, что в случае восстановления 10^{-3} моль/л раствора AgNO_3 $2 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л}$ раствором NaBH_4 с добавлением в качестве стабилизатора ПВП концентрацией 10^{-6} моль/л диаметр частиц серебра в свежеприготовленных золях не превышает 10-15 нм.

Для получения НУ, модифицированного серебром и водорастворимой оболочкой ПВП наиболее эффективным является следующий вариант проведения эксперимента: сорбция ионов Ag^+ образцом НУ \rightarrow восстановление $\text{NaBH}_4 \rightarrow$ сорбция винилпирролидона (ВП) \rightarrow полимеризация ВП. О наличии полимера в сухом образце модифицированного НУ (после сушки) свидетельствуют данные ИК-спектра. Т.о., разработаны методы получения многослойных частиц с наночастицами углерода в качестве внутреннего ядра, ультратонкой оболочкой из нульвалентного серебра, покрытых снаружи слоем водорастворимого полимера ПВП, которые могут быть использованы для адресной доставки лекарственных средств.

ОБ АЛГОРИТМЕ РЕШЕНИЯ ПРЯМОЙ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ МЕХАНИЗМА СОПОЛИМЕРИЗАЦИИ

Омельчук Р.С., Гиззатова Э.Р.

Стерлитамакский филиал БашГУ, г.Стерлитамак, Россия

Математическое моделирование позволяет сочетать теоретические знания и экспериментальные исследования. Преимущества теории состоят в том, что относительно быстро и без существенных затрат можно исследовать свойства и поведение объекта (явления, процесса) в любых мыслимых ситуациях. В то же время вычислительные эксперименты позволяют подробно и глубоко изучать модели объектов, опираясь на мощь современных вычислительных методов и технических инструментов информатики.

Решение прямой кинетической задачи для процесса сополимеризации двух диенов на титансодержащей каталитической системе было показано в работе [1]. Предположение о распределении звеньев каждого диена в сополимерной цепи по нормальному закону дали возможность рассчитать концентрации сополимерных цепей. Однако это предположение является лишь гипотетическим и экспериментальные исследования не позволяют его утверждать или опровергнуть. Поэтому возникает задача вычисления концентраций сополимерных цепей напрямую.

Решить эту вычислительную задачу возможно с помощью использования в алгоритме динамических массивов или списков. Эти массивы дают возможность рассчитывать концентрации цепей с произвольным количеством звеньев двух мономеров. Использование списков при решении прямой кинетической задачи имеет ряд преимуществ, главный из которых – это построение другого распределения – Размер-Состав-Распределение, показывающего размер и состав сополимерной цепи.

Таким образом, в работе предложен другой способ создания массивов концентраций сополимерных цепей, не зависящих от длины цепи.

Литература

1. Омельчук Р.С., Пилюков М.П., Гиззатова Э.Р. О моделирование молекулярно-массового распределения сополимеров нормальным законом распределения//Материалы VIII Республиканской конференции молодых ученых «Научное и экологическое обеспечение современных технологий», УГАЭС, Уфа, 18 мая 2011, с.93.

ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИФИКАТОР-АНТИПИРЕНОВ НА ПРОЦЕСС ТЕРМООКСИДЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ ПВХ

Салимгареева Д.С., Габитов И.Т., Ахметханов Р.М.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Свойства полимерных материалов такова, что их невозможно сделать полностью пожаробезопасными. Чтобы максимально снизить их способность к возгоранию и поддержанию горения, применяются пластификаторы-антипирены, т.е. пластификаторы со свойствами антипиренов. На сегодняшний день в составе пластиков используют пластификаторов-антипиренов: сложные эфиры фосфорной кислоты, бромсодержащие соединения. Они являются высокоплавкими и малолетучими соединениями. Целью данной работы, выполненной совместно с ОАО «Каустик», является изучение влияния некоторых пластификаторов-антипиренов на процесс термоокислительной деструкции поливинилхлорида и сравнение их с промышленным пластификатором диоктилфталатом. В качестве объектов исследования выбраны следующие образцы пластификаторов-антипиренов: santicizer 141 (2-этилгексилдифенил фосфат), geofos 65 (триарилизопропил фосфат), DP-45 (тетрабromo-ди(2-этилгексил) фталат).

В условиях термоокислительного распада жесткого ПВХ, введение данных пластификаторов в широком интервале концентраций (10-60 мас.ч/100 мас.ч ПВХ) незначительно увеличивают скорость термодеструкции ПВХ, в отличие от диоктилфталата, который резко ускоряет распад полимера.

Введение пластификаторов в ПВХ композиции содержащий промышленный антиоксидант ионол, в условиях термоокислительной деструкции, скорость элиминирования хлористого водорода остается практически на уровне значений, соответствующих значению скорости термического элиминирования HCl из ПВХ в инертной атмосфере.

Показатель «время термостабильности» модельных ПВХ-композиций в присутствии изученных пластификаторов сопоставим с показателем композиций, пластифицированных диоктилфталатом.

Изучено влияние пластификаторов на реологические свойства модельных полимерных ПВХ-композиций по показателю текучести расплава. Исследуемые пластификаторы при введении в ПВХ-композиции показали результаты, значительно уступающие по ПТР промышленному пластификатору диоктилфталату.

Обсуждаются вопросы практического использования пластификаторов-антипиренов в ПВХ-композициях.

УДК 541.64:536

ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ХИТОЗАН - УКСУСНАЯ КИСЛОТА МЕТОДОМ ВИСКОЗИМЕТРИИ

Таипова А.А., Каримова Р. Д.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Одним из самых распространенных растворителей для хитозана, полимера природного происхождения, является уксусная кислота. В связи с этим исследование физико-химических свойств системы хитозан – уксусная кислота является очень важным. В данной работе была предпринята попытка изучения свойств раствора хитозана в уксусной кислоте методом вискозиметрии.

Объектами исследования служили расфракционированные образцы крабового хитозана (степень деацетилирования ~75%) с молекулярными массами равными $M\eta=1.2 \times 10^5$, 8×10^4 и $2,3 \times 10^4$. Уксусная кислота в диапазоне концентраций от 0,5 г/дл до 15 г/дл была использована в качестве растворителя. Вязкость растворов образцов хитозана определяли на вискозиметре Уббелодде при 250С методом, описанным Ч. Тенфордом для полиэлектролитов. При измерении характеристической вязкости нами были использованы образцы хитозана с различной молекулярной массой, но одинаковой степени деацетилирования. Значение характеристической вязкости определяли экстраполяцией к нулевой концентрации хитозана с (г*мл⁻¹) прямой в координатах $c/\eta_{уд} = f(c,0,5)$. Экстраполяцию производили с помощью уравнения Фуосса–Страуса.

В ходе исследования был определен показатель степени α в уравнении Марка–Куна–Хаувинка, который позволил судить о конформационном состоянии полимера в растворе. Установлено, что в растворе уксусной кислоты в диапазоне концентраций от 0,5 до 15 параметр $\alpha = 0,9875-1,1353$. В то же время, если использовать в качестве растворителя ацетатный буфер с рН=4,5 показатель степени $\alpha = 0,85$. Сравнение значений показателя степени α , полученных в растворе уксусной кислоты и буфера позволяет сделать вывод о том, что при использовании уксусной кислоты в качестве растворителя происходит разворачивание макромолекулярного клубка.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и республики Башкортостан (грант р_поволжье_a № 11-03-97016)

**ВИСКОЗИМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ДЕСТРУКЦИИ ПЛЕНОК ХИТОЗАНА
С ВКЛЮЧЕННЫМИ АНТИБИОТИКАМИ**

Туктарова И.Ф., Давлетова Л.Н., Кулиш Е.И.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Полимер природного происхождения хитозан (ХТЗ) может быть использован в качестве пленочных покрытий для защиты и лечения хирургических ран и ожогов. Одним из немаловажных преимуществ покрытий на основе ХТЗ является их способность к ферментативной деструкции под действием ферментов, выделяемых раневой поверхностью.

В настоящей работе были изучены пленочные полимерные покрытия на основе ХТЗ и двух антибиотиков – натриевой соли цефазолина (ЦФЗ) - и амикацина сульфата (АМК). Пленки ХТЗ были получены методом полива раствора полимера на поверхность стекла. В ходе эксперимента при получении солевых форм ХТЗ варьировалась природа аниона, что позволяло существенно изменять скорость растворения пленок в воде.

В ходе выполняемых исследований были установлено, что введение лекарственного препарата сопровождается существенным уменьшением размеров макромолекулярного клубка ХТЗ. Как следствие этого, собственно хитозановая пленка (без антибиотика) подвергается ферментативной деструкции быстрее, нежели пленки, с включенным внутрь нее антибиотиками. При этом, природа аниона сказывается как на размере макромолекулы ХТЗ, так и на скорости ферментативной деструкции. Установлено, что существует корреляция между скоростью растворения пленок и скоростью ее ферментативной деструкции.

Таким образом, можно утверждать, что введение лекарственных препаратов уменьшает размер клубка и, как следствие, доступность ХТЗ для взаимодействия с ферментным препаратом. В результате этого наблюдается уменьшение скорости ферментативной деструкции ХТЗ в пленке в присутствии лекарственных препаратов-антибиотиков по сравнению со скоростью ферментативной деструкции нативной хитозановой пленки.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 11-03-97016 р_поволжье_a

УДК 541.64

О ПРОЯВЛЕНИИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЙОД СОДЕРЖАЩИМИ ХИТОЗАНОВЫМИ ПЛЕНКАМИ

Туктарова И.Ф., Галина А.Р., Кулиш Е.И.
ФГБОУ ВПО «Башкирский Государственный Университет»,
г. Уфа, Россия

Йодсодержащие хитозановые пленки являются перспективным материалом для их использования в качестве защитных пленочных покрытий в терапии и хирургии ожоговых ран. Уменьшению токсичности и равномерному высвобождению йода способствует его иммобилизация на поверхности полимерной матрицы.

Йодсодержащие хитозановые пленки формировались на поверхности стекла. Количество вводимого раствора I_2 в KI составляло 1 моль на 5 моль хитозана. Последовательность введения раствора I_2 в KI варьировалась. В первом случае к предварительно приготовленному раствору хитозана в уксусной кислоте добавлялся раствор I_2 в KI. Во втором случае, раствор I_2 /KI добавляли к порошку хитозана, после чего в суспензию набухшего полимера вводилась уксусная кислота и суспензия переходила в раствор. Таким образом, фактически концентрация хитозана в растворе в обоих случаях составляла 2%, концентрация уксусной кислоты -1%.

Сформированные различным образом пленки имели и существенные различия в УФ- и ИК-спектрах.

Исследование антимикробной активности плёнок по отношению к наиболее частому возбудителю раневой инфекции при ожогах - золотистому стафилококку (*Staphylococcus aureus*) показало что пленки, полученные «через суспензию» обладают существенно более выраженными бактерицидными свойствами по сравнению с пленками, полученными через «совместный раствор».

Вероятно, именно сочетание двух факторов: включение в цепь хитозана длинных полийодидных цепочек и наличие большого количества свободных протонированных аминогрупп, и является причиной ярко выраженной антимикробной активности плёнки хитозан-йод, полученной «через суспензию»

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и республики Башкортостан (грант р_поволжье_a № 11-03-97016)

**КОЭФФИЦИЕНТ ДИФФУЗИИ В СИСТЕМЕ
ХИТОЗАН-ХЛОРИД АМИКАЦИНА**

Шуршина А.С., Захарова А.И., Кулиш Е.И.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

При создании биodeградируемых терапевтических систем важно уметь управлять транспортными свойствами полимерной матрицы. Подходы, позволяющие регулировать скорость перехода лекарственного вещества из пленочного покрытия, были установлены ранее. Это, в первую очередь, термическое модифицирование пленок, которое сказывается как на диффузии биологически активного вещества из матрицы, так и на сорбции полимерной матрицей паров воды.

Целью данной работы явилось изучение сорбции воды пленочными образцами хитозана и диффузии из них лекарственного вещества. В качестве биологически активного вещества был использован антибиотик амикацин (АМ). Хитозановые пленки были сформированы из раствора 1% уксусной кислоты. Концентрация полимера в исходном растворе составляла 1,5 г/д. Толщина пленок во всех экспериментах поддерживалась постоянной и равной 0,1 мм. Антибиотик в виде водного раствора вносился в раствор ХТЗ непосредственно перед формированием пленки. Концентрация лекарственного соединения в пленке – 0,1 моль на моль ХТЗ. Пленки хитозана подвергались изотермическому отжигу при 120⁰С в течении 15, 30, 60 и 120 минут. Кинетику высвобождения АМ измеряли с помощью спектрофотометра «Specord-M 80».

Было установлено, что в изучаемой системе ХТЗ – АМ перенос лекарственного вещества осуществляется с постоянным коэффициентом диффузии. Изотермический отжиг хитозановых пленок, с включенным в них лекарственным препаратом, сопровождается переходом части хитозановых звеньев в хитиновые. Как следствие этого происходит уменьшение значения равновесной сорбции воды и уменьшение значений коэффициентов диффузии.

Таким образом, варьирование времени изотермического отжига хитозановых пленок позволяет управлять значением равновесной сорбции воды и коэффициента диффузии лекарственного препарата, а следовательно, и транспортными свойствами хитозановой матрицы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и республики Башкортостан (грант р_поволжье_а № 11-03-97016)

УДК 541.64

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА НА КОНФОРМАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ ХИТОЗАНА В РАСТВОРЕ

Чернова В.В., Ахмедуллина А.Х., Кулиш Е.И.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Известно, что конформационное состояние молекул полиэлектролитов в растворе может изменяться в зависимости от ионной силы раствора, которую можно варьировать введением в раствор низкомолекулярного электролита. Целью данной работы стало изучение влияния введения раствора хлорида натрия на конформационное состояние поликатиона природного происхождения хитозана в растворе.

Как показало вискозиметрическое исследование растворов хитозана в присутствии хлорида натрия, добавление низкомолекулярного электролита во всех случаях приводит к значительному уменьшению характеристической вязкости, а, следовательно, сопровождается уменьшением размеров клубков.

При этом, чем больше ионная сила раствора (больше концентрация хлорида натрия), тем значительнее падение вязкости. Для растворов хитозана различной концентрации кривые падения вязкости различаются - при этом чем сильнее проявлялся эффект полиэлектролитного набухания (в более разбавленных растворах), тем сильнее эффект подавления набухания. Теоретически, все кривые должны сходиться в одной точке, соответствующей характеристической вязкости хитозана с полностью подавленным полиэлектролитным эффектом при определенном содержании низкомолекулярного электролита. Максимальная концентрация хлорида натрия, с которой мы работали, составляла 0,2 М (при дальнейшем увеличении концентрации соли хитозан переставал растворяться), при этом, судя по данным, представленным на рисунке, полиэлектролитный эффект полностью не был подавлен.

Таким образом, в ходе исследования было установлено, что введение раствора хлорида натрия изменяет конформационное состояние макромолекул хитозана в растворе.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и республики Башкортостан (грант р_поволжье_а № 11-03-97016)

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА НА СКОРОСТЬ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА РАСТВОРОВ ХИТОЗАНА

Чернова В.В., Гурина М.С., Кулиш Е.И.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Известно, что изменения конформационного состояния полимера может оказывать влияние на протекание химических реакций с их участием. Целью данной работы стало изучение влияния изменений конформации макромолекул хитозана (ХТЗ) в процессе протекания реакции его ферментативного гидролиза. Степень ферментативного гидролиза полимера оценивали по разнице значений исходной относительной (η_r) вязкости растворов ХТЗ в уксусной кислоте и относительной вязкости растворов, подвергнутых воздействию ферментного препарата. Изменение конформационного состояния ХТЗ в растворе достигалось варьированием концентрации низкомолекулярного электролита – хлорида натрия.

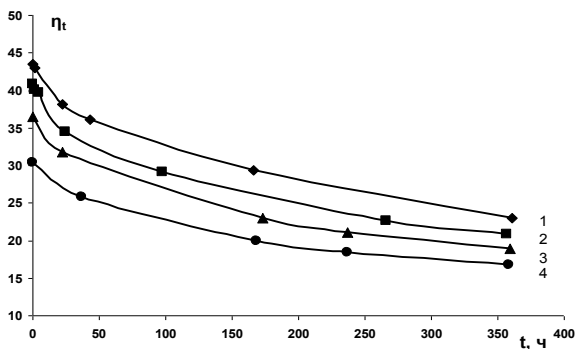


Рис. Зависимость относительной вязкости 2% ХТЗ с различным содержанием низкомолекулярного электролита от времени выдержки с «Лидаз». Содержание NaCl: 1- 0 ; 2- 0.02, 3- 0.1, 4- 0.2 моль/л

Полученные в ходе эксперимента данные позволяют говорить о том, что введение низкомолекулярного электролита сопровождается снижением степени ферментативной деструкции хитозана, вследствие сжатия макромолекулярного клубка. Таким образом, в ходе работ было обнаружено, что изменение ионной силы раствора приводит к подавлению эффекта полиэлектролитного набухания и изменению конформации макромолекулы хитозана. Изменение конформации хитозана, в свою очередь, приводит, к уменьшению доступности звеньев полимера для взаимодействия с ферментным препаратом. Следствием этого, является уменьшение степени деструкции хитозана под действием ферментного препарата.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и республики Башкортостан (грант р_поволжье_a № 11-03-97016)

**СЕКЦИЯ «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»
СЕКЦИЯ «МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ»**

УДК 546-1 000.4

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИДЕОФРАГМЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ
ХИМИИ НЕМЕТАЛЛОВ**

Аmineва Г.Г., Боева М.К., Аmineва Н.А.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

В настоящее время преподавание неорганической химии в вузе тесно связано с использованием компьютерных технологий. При изучении взрывчатых и ядовитых веществ невозможно осуществлять многие опыты в связи с их опасностью, отсутствием необходимого оборудования и реактивов, затратой лекционного времени. В этих случаях необходимо использовать видеофрагменты.

Так при изучении химических свойств водорода, кислорода и их соединений, на наш взгляд, рационально использовать видеофрагменты, где в токе кислорода сжигаются сера, фосфор и железо, а также опыт с «летающей банкой». Эти опыты вызывают бурную реакцию у студенческой аудитории и повышают интерес к изучаемому предмету.

Изучение свойств галогенов и их соединений всегда сопряжено с получением ядовитых веществ, которые даже в малых количествах вызывают неприятный запах. Увидеть своими глазами самый активный элемент - фтор и его химические свойства возможно только при использовании видеофрагментов. Студенты наблюдают, как во фторе горят сера, фосфор, иод, органические вещества, знакомятся с технологией работы с агрессивными веществами, средствами защиты от их опасного воздействия. При демонстрации получения хлора в лаборатории внимание студентов обращается на правильную сборку установки для получения хлора, на приемы защиты работающих от воздействия ядовитых газов. Студенты запоминают эти приемы, чтобы применять их в лаборатории. Мультимедийные презентации позволяют безопасно для здоровья слушателей изучить окислительные свойства кислородных соединений галогенов. Видеофрагмент взаимодействия бертолетовой соли с сахарозой подтверждает эти свойства.

Наш опыт использования мультимедийных демонстраций при чтении курса лекций по «Неорганической химии» показал, что несмотря на большую трудоемкость их подготовки эффект применения положителен. Увеличивается емкость и эстетичность подачи читаемого материала, достигается качественно более высокий уровень наглядности, оживляется учебный процесс и растет положительное отношение студентов к изучаемому предмету.

УДК 001.93.37

МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ К ТРУДНЫМ ЗАДАНИЯМ ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ПО ХИМИИ

Гарифуллина Г.Г., Насретдинова Р.Н.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

В 2012 году в Республике Башкортостан 4087 выпускников сдали ЕГЭ по химии. Средний балл по республике составил 61.1 (в 2011 году -64.5). По республике число стобальников по химии равно 9. Число выпускников, получивших неудовлетворительные оценки, равно 130. Следует отметить, что работа оценивается на неудовлетворительно, если процент выполнения менее 18, а это составляет 12 первичных баллов из 65 возможных.

Достижением работы учителей химии и курсов по повышению квалификации учителей химии считаем высокие показатели выпускников по темам: "Расчетная задача по теме "Термохимия", "Установление молекулярной формулы вещества", "Степень окисления". Трудными для выпускников являются следующие задания: из базового уровня - А11, А12, А26, из второй части - В5, В6, В9, из третьей части - С2, С3, С4. Из перечисленных заданий самый низкий процент выполнения для заданий В5 и С2. Этот результат предсказуем: именно эти задания имеют творческий характер, для правильного ответа на эти задания у ученика должны быть фундаментальные знания по школьной программе и даже больше школьной программы по химии.

Предлагаем методические рекомендации для подготовки выпускников к заданиям В5 и С2. Следует отметить, что задание С2 в 2012 году было предложено в новой редакции, а именно в виде описания химического эксперимента. Для правильного написания химических реакций согласно мысленному эксперименту необходимо следующее. Во-первых, ученик должен знать типы реакций, которые он должен писать. Опыт показывает, что больше всего приходится писать окислительно-восстановительные реакции, реакции ионного обмена. Реакции замещения и реакции соединения встречаются реже. Необходимо четко знать условия протекания каждого типа реакций: для реакций ионного обмена – это образование осадка, образование газообразного соединения, или образование молекулы слабого электролита. Во-вторых, согласно условиям задания ученик должен охарактеризовать заданные вещества с целью установления ВОЗМОЖНЫХ реакций между ними. В третьих, реакция считается правильной и оценивается одним баллом, если написаны все исходные и конечные вещества и расставлены стехиометрические коэффициенты. Схема реакций не оценивается.

В вариантах ЕГЭ по химии расчетные задачи больше всего оформлены на алгоритм «избыток-недостаток», расчет массовой доли растворенного

вещества, на смеси веществ. Для наших выпускников самым трудным является следующие элементы в решениях задач: определения массы раствора, вычисление массы растворенного вещества, выяснение реагента, который дан в недостатке. Для исключения ошибок на стадии расчета массы раствора полезно помнить следующие два момента. Во-первых, химия наука экспериментальная, Согласно условиям задачи необходимо представить химический эксперимент: что произошло при сливании названных растворов, меняется ли фазовое состояние, есть ли образование осадка или газообразного продукта. Если образуется осадок или газообразный продукт, то масса раствора после реакции уменьшается на эту величину. Во-вторых, полезно помнить, что масса раствора всегда определяется массой только жидкой фазы.

Следует обращать внимание школьников на степень округления цифровых величин и на единицы измерения физико-химических параметров. Степень округления конечного ответа и единицы измерения особенно важны для оформления ответов на задачи первой и второй части вариантов ЕГЭ, т.к. эти ответы проверяет компьютер. В работах учащихся очень часто обнаруживаются ошибки из-за недопонимания законов химии. Например, величина молярного объема газов при нормальных условиях 22,4 л/ моль справедлива только для газовой фазы, для веществ в жидкой фазе она не имеет смысла.

УДК 543.552.054.1

**КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ РАЗДЕЛЕННЫХ ЯЧЕЕК И
МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИАРИЛЕНФТАЛИДКЕТОНАМИ
ЭЛЕКТРОДОВ**

Зильберг Р.А.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Вольтамперометрические системы типа «электронный язык» позволяют установить идентичность между анализируемыми и стандартными растворами. Результатом работы такой системы является интегральная оценка, т.е. химический образ анализируемого раствора – его «отпечаток пальцев». Химические образы различных растворов могут совпадать или не совпадать, на основании этого делаются выводы об идентичности или различии растворов. Для получения химических образов растворов электролитов использовали стеклоуглеродные электроды, модифицированные полиариленталидикетонами (ПАФК). Для установления схожести и различия между вольтамперометрическими данными различных солей провели МГК-моделирование. Из полученных графиков счетов видно, что определенные электролиты на плоскости главных компонент группируются, что видимо, связано с составом растворов и самих молекул электролитов – размер, активность, подвижность ионов. Для идентификации и классификации растворов использовали метод SIMCA. Массив экспериментальных данных для одного образца соли включал вольтамперограммы, регистрируемые при использовании СУЭ/ПАФК с пленками ПАФК-I, ПАФК-II, ПАФК-III. МГК-модель, рассчитанная для массива, представляет собой трехфакторный образ. На графиках счетов МГК-моделирования вольтамперометрических данных «облако» каждой соли характеризуется своим индивидуальным расположением на плоскости главных компонент.

Такие графики можно называть «визуальными отпечатками» природы исследуемого раствора и использовать их для оценки схожести и отличия между солями – проводить идентификацию и классификацию. При использовании данной ячейки мы нивелировали дрейф вольтамперометрических данных, связанных с изменением поверхности рабочего электрода, что позволило создать устойчивую калибровочную модель во времени. Доля правильно идентифицированных растворов варьируется в пределах 60-90%. А доля результатов ошибочной классификации не превышает 30%.

УДК 544.543
УДК 001.92:37
УДК 372.854

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ СТУДЕНЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМНОЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ И ЕЁ РОЛЬ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ХИМИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА БАШГУ

Зинатуллина Р.С., Базунова М.В.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Для повышение эффективности и результативности научно-исследовательской работы студентов, магистрантов и аспирантов, обеспечение взаимодействия выпускников химического факультета с будущими работодателями представляется целесообразным создание студенческой проблемной научно-исследовательской лаборатории (ПНИЛ) «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов химической, нефтехимической и фармацевтической промышленности».

Для реализации данного проекта необходимо решение следующих задач:

- создать межфакультетскую группу научных руководителей исследовательских работ студентов для координирования и выработки направления деятельности ПНИЛ;

- обеспечить возможность выполнения НИРС на современном научно-методическом уровне и в рамках приоритетных направлений развития науки и техники;

- привлекать к консультированию научных работ студентов ведущих специалистов в области моделирования химико-технологических процессов химической, нефтехимической и фармацевтической промышленности;

Результатом реализации проекта, несомненно, будет конкурентоспособность студентов, магистрантов и аспирантов химического факультета БашГУ при получении грантов, премий и других наград правительств РБ и РФ, всевозможных фондов поддержки молодых учёных; конкурентоспособность выпускников химического факультета БашГУ на целевом рынке труда; подготовка высококвалифицированных научных кадров и для химического факультета БашГУ.

Предпосылками реализации проекта являются высококвалифицированный кадровый потенциал БашГУ, современные методики выполнения эксперимента, обработки и идентификации полученных данных, авторские разработки при организации научных работ студентов, плодотворно функционирующий совет молодых учёных факультета

**ПРЕПОДАВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»
СТУДЕНТАМ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ»
БАШКИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Латыпова Э.Р., Тухватшин В.С., Талипов Р.Ф.

ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», Уфа, Россия

Курс «Аналитической химии» читается студентам первого курса инженерного факультета специальности «Управление качеством» Башкирского государственного университета с 2012 года и учитывает аспект того, что будущая профессиональная деятельность инженеров будет связана с владением методами, выявляющими качество выпускаемой продукции.

Курс состоит из лекций и лабораторных занятий. Лекционный курс содержит следующие темы: основные задачи и проблемы аналитической химии, отбор и подготовка пробы к анализу, качественный анализ, гравиметрия и титриметрия, а лабораторные работы включают качественное обнаружение ионов, гравиметрическое определение тяжелых металлов, кислотно-основное титрование и определение жесткости воды. Лабораторные работы проводятся в лаборатории кафедры биоорганической химии Башкирского государственного университета. Изучение дисциплины заканчивается зачетом.

При этом «Аналитическая химия» переворачивает представление студентов в целом о предмете «Химия». Указанная «новая» дисциплина формирует у студентов понимание того, что часть химических реакций из множества ранее представленных в курсе «Общая химия», могут являться основой химического анализа и установления состояния качества продуктов (пищевых и не пищевых) и объектов окружающей среды (вода, воздух, почва и т. д.).

В связи с этим для лучшего усвоения материала, особый акцент делается на предельную самостоятельность студентов при выполнении лабораторных работ, в ходе которых выявляются и устраняются наиболее проблемные моменты, возникающие у студентов при изучении лекционного курса.

УДК 001.92:37

**ПРЕПОДАВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНОЛОГИЯ
ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА» СТУДЕНТАМ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ» БАШКИРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Латыпова Э.Р., Тухватшин В.С., Талипов Р.Ф.

ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», Уфа, Россия

Курс «Технология органического синтеза» читается студентам второго курса инженерного факультета специальности «Стандартизация и метрология» Башкирского государственного университета с 2012 года и включает в себя лекции, практические и семинарские занятия.

Лекционный курс направлен на рассмотрение номенклатуры, типов изомерии, способов (промышленных и лабораторных) получения, химических свойств основных классов органических соединений (углеводороды, галогенпроизводные, одно- и многоатомные спирты, простые эфиры, карбонильные соединения, карбоновые кислоты и их производные, амины). Основу же практического курса составляют лабораторные работы, в ходе выполнения которых студенты наглядно (при выполнении опыта) закрепляют знания, полученные ранее на лекциях.

Целью курса «Технология органического синтеза» является формирование у студентов практических и теоретических знаний об органических соединениях: об их природе, основных промышленных методах синтеза и вместе с тем выработка навыков стратегии их направленного синтеза.

На семинарских занятиях студенты решают задачи, касающиеся номенклатуры, установления молекулярных формул органических веществ. Неоценимыми в освоении курса «Технология органического синтеза» также являются задания по взаимопревращениям одних органических веществ в другие, позволяющие, в свою очередь, сформировать у студента целостное представление о природе органических веществ и органической химии в целом.

Особое внимание уделяется максимальной самостоятельности студентов при выполнении семинарских занятий, позволяющие своевременно выявлять, разбирать и устранять наиболее проблемные моменты, возникающие у студентов при изучении лекционного курса.

СОРБЦИОННЫЕ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРИСТОГО ПОЛИМЕРНОГО СОРБЕНТА, МОДИФИЦИРОВАННОГО МИЦЕЛЛЯРНЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ ПЛАТИНЫ

Сухарева Д.А.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Наночастицы металлов представляют собой ультрадисперсное состояние металлов, в котором обнаруживаются их необычные свойства. Наночастицы металлов являются эффективными катализаторами некоторых химических и фотохимических процессов. В последние годы интерес исследователей привлекает изучение влияния наночастиц на свойства поверхности. В настоящей работе исследовано влияние наночастиц платины на свойства поверхности пористого полимера.

Исходный сорбент Dowex L-285 на основе стирола и дивинилбензола был модифицирован наночастицами платины из расчета 2 мл раствора наночастиц на 1,5 г сорбента в среде 25 мл изооктана. Исследование проводилось на хроматографе «Агат» с детектором по теплопроводности в интервале температур 180-2000С. В качестве сорбатов были выбраны органические вещества различной природы.

Получены параметры удерживания для пористого сорбента модифицированного наночастицами платины. В гомологических рядах наблюдается рост удерживаемых объемов с увеличением числа атома углерода. Это говорит о физической природе сорбции на изучаемых образцах.

Значения удельных удерживаемых объемов на модифицированном образце превышают таковые на исходном сорбенте. Это объясняется дополнительным вкладом наночастиц в адсорбцию. Установлено, что модифицирование наночастицами платины делает поверхность более полярной, способной к донорно-акцепторным взаимодействиям с молекулами спиртов и пиридина.

Показано, что мицеллярные наночастицы платины менее устойчивы на поверхности, чем наночастицы серебра, и для термической деструкции мицелл с поверхности требуется меньшая температура.

Полярность поверхности исследовалась методом линейного разложения параметров удерживания (ЛРПУ). Установлено, что вклад специфических взаимодействий в свободную энергию адсорбции на модифицированном образце возрастает по сравнению с исходным сорбентом.

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ФЕНОЛА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ

Фазылова Г.Ф., Валинурова Э.Р., Кудашева Ф.Х
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Одна из актуальных экологических задач – предотвращение попадания фенола в природные объекты, обработка и очистка сточных вод. Остается открытой проблема поиска эффективных сорбентов для извлечения органических загрязнителей из воды, активированные углеродные волокна имеют большие перспективы для использования в этом направлении.

Цель работы состояла в изучении адсорбции фенола и его производных из его водных растворов активированными углеродными волокнами и его модифицированными различными способами образцами, а также сравнение их сорбционных способностей с углями.

В работе использовали зерненный березовый активированный уголь, порошкообразный древесный уголь СПДК-27МД и отход производства углеродных перевязочных материалов – активированное углеродное гидратцеллюлозное волокно. Модифицированные образцы волокон получали путем жидкофазного окисления в концентрированной азотной кислоте и нанесением наночастиц серебра.

Адсорбционные исследования проводили в статических условиях. Равновесные концентрации фенола и его производных определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Анализ выполняли на жидкостном хроматографе Hewlett Packard (США) с диодно-матричным детектором HP 1090. Хроматограммы регистрировали при длинах волн 230-276 нм. Идентификацию исследуемых соединений проводили по временам удерживания. Концентрации производных фенола рассчитывали методом абсолютной градуировки.

Для характеристики углеродных материалов и расчета адсорбционных параметров использована теория мономолекулярной адсорбции (уравнение Ленгмюра) и теория объемного заполнения микропор (уравнение Дубинина-Радушкевича). По спрямленным изотермам для всех изучаемых адсорбентов были рассчитаны значения энергии Гиббса ($-\Delta G_{адс}$, кДж/моль), предельная величина (a_0 , г/г) и характеристическая энергия адсорбции (E , кДж/моль).

Полученные сорбенты рекомендуется использовать в процессах очистки в потоке воздуха и промышленных стоков от фенола.

**ЗНАЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА, ПРАВИЛ И ТЕХНИКИ
БЕЗОПАСНОСТИ ЕГО ВЫПОЛНЕНИЯ В ОБУЧЕНИИ ХИМИИ
В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ**

Хабибуллина А.О., Ильясова Р.Р.

ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Химический эксперимент – источник знания о веществе и химической реакции, а также важное условие активизации познавательной деятельности учащихся, формирования представлений о применении химических знаний на практике, формирования научного мировоззрения.

Весьма актуальна взаимосвязь эксперимента со словом учителя, при этом важным является направленность на правильное выполнение экспериментальной работы учащимися в сочетании со строгим соблюдением техники безопасности эксперимента (ТБ), личной заинтересованности учащихся.

Цель настоящей работы состояла в разработке тестов по технике безопасности и правилам работы в кабинете химии и организации тестирования учащихся 10 классов Аксаковской гимназии №11 г. Уфы после соответствующего инструктажа с целью формирования личной ответственности учеников при выполнении лабораторных работ для снижения рисков возникновения опасных ситуаций на уроках химии.

Проведенное тестирование по разработанным авторами тестам показало, что тестирование экономит рабочее время опрашиваемых и преподавателя, и при проведении тестирования, и при подведении итогов тестирования преподавателем. Метод разнообразит учебный процесс, вызывая интерес учащихся, стимулируя усвоение правил техники безопасности при выполнении химического эксперимента.

Безусловно, существуют недостатки и проблемы использования подобного тестирования в средней школе: недостаточное техническое оснащение, загруженность учителей, трудность придерживаться временных рамок при внедрении метода в строгую классно-урочную систему. Поэтому особое значение играют методические приемы, а также позиция и роль преподавателя по организации деятельности учеников, осознание учащимися необходимости получения знаний по технике безопасного и грамотного выполнения химического эксперимента.

Умение педагога использовать в работе современные педагогические технологии (тестирование по ТБ) способствует достижению высокого качества обучения химии в средней школе.

СЕКЦИЯ «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

УДК 542.978:542.943

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ КВЕРЦЕТИНА И ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА НА ОКИСЛЕНИЕ ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Валишина Г.Ю., Гарифуллина Г.Г., Герчиков А.Я.

Башкирский государственный университет, г.. Уфа, ул. 3.Валиди, 32

Окисление органических соединений представляет радикально-цепной процесс, в котором цепи окисления ведут пероксильные радикалы. По этому механизму происходят процессы порчи лекарственных препаратов, пищевых продуктов и синтетических материалов. Поиск эффективных нетоксичных добавок ингибиторов является практически важной задачей. В данной работе исследована эффективность кверцетина (КВ) и дигидрокверцетина (ДГК) на модельную реакцию инициированного окисления олеиновой кислоты. Исследованные добавки выделены из древесины лиственницы, представляют природный материал, нетоксичны.

Окисление олеиновой кислоты проводили при 75⁰С в присутствии классического инициатора окисления – азодиизобутиронитрила (АИБН).

В режиме инициированного окисления установили кинетическую чистоту исследованного модельного субстрата олеиновой кислоты. Добавки в окисляющийся субстрат КВ и ДГК приводят к снижению скорости окисления и появляется период индукции в кинетических кривых поглощения кислорода. Между скоростью поглощения кислорода и концентрацией добавок установлена зависимость: скорость окисления тем меньше, чем больше концентрация добавок. Добавки КВ и ДГК снижают скорость окисления олеиновой кислоты в 2-6 раз соответственно.

В условиях опыта в окисляющейся среде сохраняется цепной режим окисления. Длина цепи, вычисленная как отношение скорости окисления к скорости инициирования, меняется от 13 до 41. По результатам обработки эксперимента установлено, что ДГК в 2 раза эффективнее, чем КВ. Таким образом, исследованные вещества КВ и ДГК являются ингибиторами реакции инициированного окисления олеиновой кислоты. Можно предположить, что эти добавки будут тормозить скорость окисления органических соединений с кратной связью. Особо важно подчеркнуть, что исследованные вещества выделены из природного сырья, нетоксичны. По этой причине могут быть рекомендованы для использования в пищевой промышленности для устранения порчи продуктов питания.

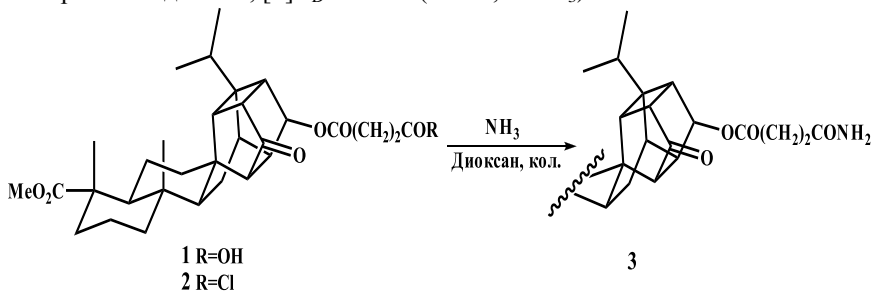
СИНТЕЗ МЕТИЛ (16R,20R)-6-[(4'-АМИНО-4'-ОКСОБУТАНОИЛ)ОКСИ]-4-ИЗОПРОПИЛ-16,20-ДИМЕТИЛ-9-ОКСОГЕПТАЦИКЛО[10.8.0.0^{3,7}.0^{4,11}.0^{5,10}.0^{8,12}.0^{15,20}]ИКОЗАН-16-КАРБОКСИЛАТА

Калимуллина А.А.¹, Вафина Г.Ф.², Галин Ф.З.¹

¹ФГБОУ ВПО Башкирский госуниверситет, г. Уфа

²Институт органической химии УНЦ РАН, г. Уфа

Широкая доступность смоляных кислот – основного компонента сосновой живицы, а также большой синтетический и фармакологический потенциал этих кислот представляют несомненный интерес для химиков-органиков. Значительный интерес представляют аддукты левопимаровой кислоты с хинонами, обладающие противораковой, противовоспалительной, кардиостимулирующей активностью [1]. В связи с этим, синтез новых производных левопимаровой кислоты становится перспективным. Карбамид **3** получен с количественным выходом по реакции хлорангидрида 6-гемисукцината каркасного производного хинопимаровой кислоты **2**, синтезированного действием оксалил хлорида на 6-гемисукцинат **1**, с аммиаком в среде диоксана. Структура соединения **3** доказана на основании спектральных данных, $[\alpha]_D^{20} +52 \pm 1^\circ$ (с 2.05, CHCl₃).



Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для ведущих научных школ № НШ-7014.2012.3, программы фундаментальных исследований Президиума РАН №8П и федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы – гос. контракт № 14.740.11.0367.

Литература

1. Галин Ф.З., Флехтер О.Б., Третьякова Е.В.. «Синтез и превращения диеновых аддуктов смоляных кислот» // Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения, 2004, 5(2), 9.

СИНТЕЗ ХИРАЛЬНОГО ПРЕДШЕСТВЕННИКА

15-ДЕОКСИ- $\Delta^{12,14}$ -ПРОСТАГЛАНДИНА J₂

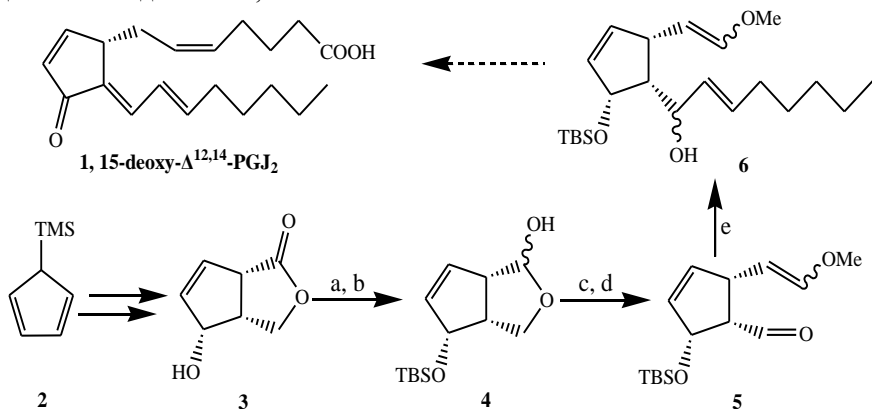
Нафиков Д.А.¹, Гатауллин С.С.², Гимазетдинов А.М.², Талипова Г.Р.¹

¹ФГБОУ ВПО Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

²Учреждение Российской академии наук Институт органической химии
Уфимского научного центра РАН, г.Уфа, Россия

Соединение **1** – природный метаболит простагландина PGJ₂, представляет большой интерес как эффективный канцеропреventивный агент (индуктор апоптоза), так и для лечения нейродегенеративных заболеваний (индуктор роста нейритов).

В разработке подходов к соединению **1** исходили из триметилсилилциклопентадиена **2**, который по ранее разработанной методологии [1] трансформировали в энантиомерно чистый гидроксилактон **3**. После защиты гидроксильной группы в виде TBS-эфира и восстановления диизобутилалюминий гидридом получили лактол **4**. Последний ввели в реакцию Виттига с илидом из фосфониевой соли метоксиметилхлорида и окислением образующегося спирта превратили в альдегид **5**. Конденсацией **5** с литийпроизводным иодгептена получили перспективный, в синтезе целевого соединения **1**, блок **6**.



- a) TBDMSCl, Im, DMAP, CH₂Cl₂, rt, 4h, 95%; b) DIBALH, CH₂Cl₂, -50 °C, 1.5h, 92%;
c) [Ph₃PCH₂=CHOCH₃]⁺Cl⁻, NaHMDS, toluene, rt, 16h, 85%; d) iodobenzene diacetate,
TEMPO, CH₂Cl₂, rt, 6h, 90%; e) I-heptene, BuLi, THF, -60 °C, 80%.

Литература

- Gimazetdinov A.M.; Gataullin S.S.; Bushmarinov I.S.; Miftakhov M.S. *Tetrahedron*, **2012**, 68, 5754-5758.

**АЛКАЛОИДЫ *CHAMAECYTISUS RUTHENICUS*,
ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В ЮЖНО-УРАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ**

Петрова П.Р.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт органической химии Уфимского научного центра РАН, г. Уфа, Россия

Растения рода *Chamaecytisus* традиционно являются источником хинолизидиновых алкалоидов. Широко распространенный на территории РФ раikitник русский *Chamaecytisus ruthenicus* изучен в меньшей степени. Проведен сравнительный анализ алкалоидного состава наземной части раikitника русского – *Ch. ruthenicus*, собранного возле поселка Меседа Усть-Катавского района Челябинской области в фенофазе цветения. Сбор растительных образцов раikitника русского проводился в типичном по погодным условиям 2011 году на пробной площади, расположенной на опушке сосново-березового леса ассоциации *Vupleuro longifoliae-Pinetum sylvestris* [Fedorov ex Martynenko et al. 2003] на плоской вершине небольшого увала (430 м над у.м.) в районе поселка Меседа Катав-Ивановского района Челябинской области. Отдельно изучали цветы и стебли. Хромато-масс-спектрограммы регистрировались на приборе Thermo Finnigan MAT95XP (метод ионизации электронный удар 70 eV, температура инжектора 290 °C, колонка HP-5MS; режим: начальная температура 120 °C 3 мин, нагрев до 250 °C со скоростью 6 °/мин, нагрев до 290 °C со скоростью 10 °/мин, изотерма 290 °C 5 мин). Компоненты исследуемых смесей идентифицировали по полным масс-спектрам и по библиотеке хромато-масс-спектрометрических данных при использовании систем обработки данных AMDIS (The Automated Mass Spectral Deconvolution and Identification System [1]. Показано, что *Ch. Ruthenicus*, произрастающем в Катав-Ивановском районе Челябинской области, максимально в бутонах и стеблях периода бутонизации; основными компонентами суммы алкалоидов этого растения являются спартеин и лупанин. Данные факты позволяют сделать вывод о возможности использования этого растения в качестве сырьевого источника указанных хинолизидиновых алкалоидов.

Работа выполнена при поддержке гранта президента РФ для ведущих научных школ № НШ-7014.2012.3 и ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2011-2013 годы» (гос. контракт № 14.740.11.0367)

Литература

1. National Institute of Standards and Thecnology (<http://www.nist.gov/>).

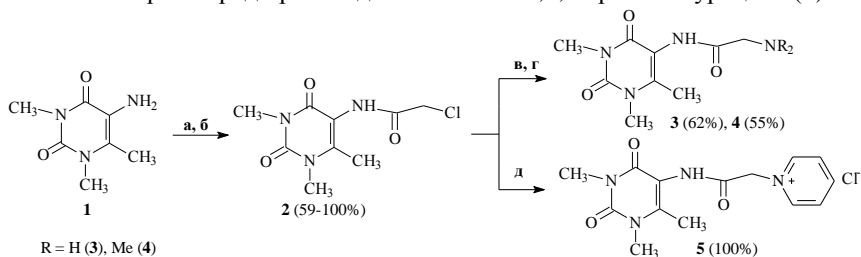
СИНТЕЗ 5-N-АЦЕТИЛАМИНОПРОИЗВОДНЫХ 1,3,6-ТРИМЕТИЛУРАЦИЛА

Руденко Е.С.¹, Фаттахов А.Х.^{1,2}, Гимадиева А.Р.², Латыпова Э.Р.¹, Мустафин А.Г.^{1,2}, Абдрахманов И.Б.²

¹ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет»
Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа

²ФГБУН Институт органической химии Уфимского научного центра РАН,
Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа

Производные урацила, в частности 6-метилурацила, являются интересными объектами как для химиков-синтетиков, так и для фармакологов. Они обладают низкой токсичностью, широким спектром фармакологической активности, поливалентным действием на организм. Ранее в лаборатории фармакофорных циклических систем ИОХ УНЦ РАН был получен 5-амино-1,3,6-триметилурацил, который при испытаниях в условиях *in vitro* показал более высокую антиоксидантную активность, чем известный препарат оксиметилурацил [1, 2]. В продолжение исследований нами синтезирован ряд производных 5-амино-1,3,6-триметилурацила (**1**):



Реагенты и условия: **а.** CH_2ClCOOH , 90°C , 50 мм рт.ст., 4 ч; **б.** CH_2ClCOCl , K_2CO_3 , CH_2Cl_2 ; **в.** NH_4OH , 70°C , 16 ч **г.** NHMe_2 , H_2O , 70°C , 16 ч; **д.** Py , C_6H_6 , Δ

Литература

- [1] Якупова Л.Р., Сахаутдинова Р.А., Панкратьев Е.Ю., Сафиуллин Р.Л., Якупова Л.Р. Ингибирующее влияние 5-амино-6-метилурацила и его производных на свободно радикальное окисление 1,4-диоксана. // Кинетика и катализ. - 2012. - Т.53. - №6.
- [2] Якупова Л.Р., Сахаутдинова Р.А., Фаттахов А.Х., Гимадиева А.Р., Сафиуллин Р.Л. Исследование антирадикальной активности 5-амино-1,3,6-триметилурацила в модельной системе радикально-цепного окисления этилбензола // Кинетика и катализ. В печати. Отправлено 20.04.2012.

УДК 547.596+547.596.4

ОЧИСТКА (R)-4-МЕНТЕН-3-ОНА ОТ ПРИМЕСИ (-)-МЕНТОНА

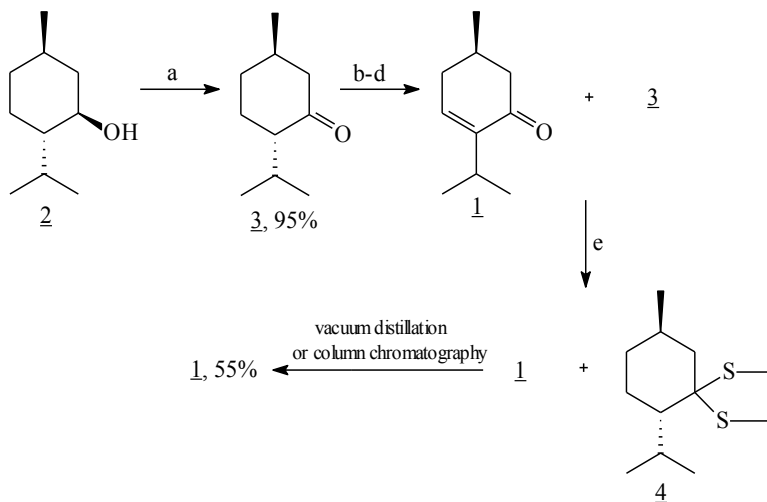
В.С. Тухватшин¹, А.В. Аллагулова¹, Э.Р. Латыпова¹,
Г.Ю. Ишмуратов^{1,2}, Р.Р. Муслухов², Р.Ф. Талипов¹

¹ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», Уфа, Россия

²ФГБУН «Институт органической химии УНЦ РАН», Уфа, Россия

Известно [1], что (R)-4-ментен-3-он (**1**) - полупродукт в синтезе ряда низкомолекулярных биорегуляторов насекомых - синтезируемый из l-ментола (**2**) через промежуточный (-)-ментон (**3**) часто загрязнен (~ до 10% масс.) последним.

Поэтому нами предложен метод очистки ментенона (**1**), основанный на способности кетона (**3**) количественно образовывать дитиолан (**4**) [2] в присутствии каталитических количеств $\text{BF}_3 \cdot \text{OEt}_2$ в отличие от α, β -ненасыщенного кетона (**1**). Далее енон (**1**) и тиолан (**4**) были разделены методами колоночной хроматографии либо вакуумной перегонки.



Реагенты: а) PCC , CH_2Cl_2 ; б) Ac_2O , *p*-TsOH; в) Br_2 , CCl_4 ; д) MeOH ;
е) $\text{HS}(\text{CH}_2)_2\text{SH}$, $\text{BF}_3 \cdot \text{OEt}_2$ (cat.).

1. W. Treibs, H. Albrecht, *J. Prakt. Chem.*, **13**, 5-6, 291 (1961).

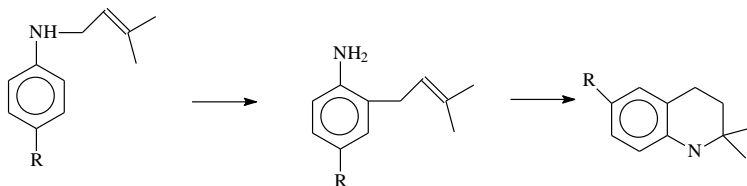
2. А.В. Тимшина, С.А. Рубцова, М.И. Кодесс, Е.Г. Маточкина, П.А. Слепухин, А.В. Кучин, *ЖОрХ*, **44**, 7, 1053 (2008).

ПРОГНОЗ АНТИКОРРОЗИОННОЙ АКТИВНОСТИ В РЯДУ ПРОИЗВОДНЫХ ТЕТРАГИДРОХИНОЛИНОВ

Хуснитдинов К.Р.

Научно-исследовательский и технологический институт гербицидов
АН РБ, г. Уфа, Россия

Известно, что ароматические амины являются эффективными ингибиторами кислотной коррозии. Пространственно затрудненные тетрагидрохинолины (ТГХ) в качестве ингибиторов коррозии мало изучены. ТГХ обычно получают с использованием о-галогенсодержащих анилидов алифатических кислот. Нами разработан удобный и перспективный метод получения пространственно затрудненных тетрагидрохинолинов с использованием ариламинов и производных изопрена – хлористого пренила. Методика синтеза тетрагидрохинолина заключается в следующем. Гидрохлорированием изопрена синтезировали пренил хлористый, взаимодействием которого с ариламинами получали N-пренилариламины. 1,1-диметилтетрагидрохинолины различной структуры получали по реакции перегруппировки N-пренилариламинов в присутствии $ZnCl_2$



$R = H; CH_3; OCH_3; OC_2H_5; Br; OC_3H_7; OC_4H_9; OC_5H_9; OC_6H_{13}$

С целью выхода к оптимальным структурам с максимальной ингибирующей активностью были рассчитаны квантово-химические параметры соединений с использованием программы PC GAMES. В качестве квантово-химических параметров были использованы такие параметры как общая энергия молекулы, энергия высших занятых молекулярных орбиталей, энергия низших свободных молекулярных орбиталей, индекс электрофильности, заряд на атоме азота, и дипольный момент. В качестве коррозионных сред использовали растворы соляной кислоты. По результатам проведенного корреляционного анализа между квантово-химическими параметрами и ингибирующей активностью установлено, что максимальной эффективностью в выбранных нами условиях обладают ТГХ с оксибутил-, оксипентил- и оксигексильными заместителями. Показано, что с помощью корреляционного анализа между квантово-химическими параметрами и ингибирующей активностью молекул можно предсказать оптимальные структуры с максимальной эффективностью ингибирования.

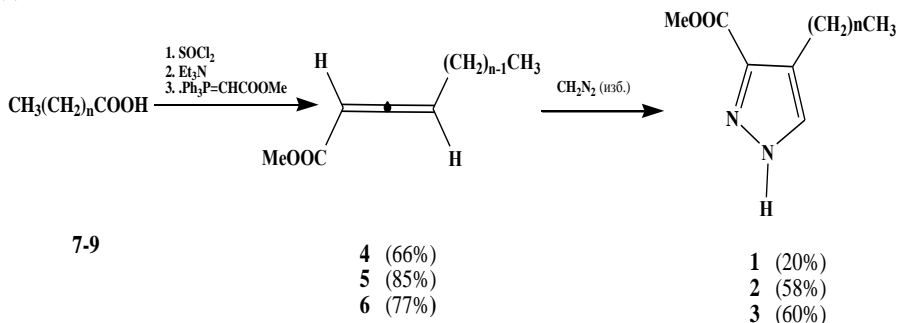
СИНТЕЗ АМФИФИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ПИРАЗОЛА НА ОСНОВЕ ЖИРНЫХ КИСЛОТ

¹Юмабаева В.М., ²Батыршин И.Р., ²Сахаутдинов И.М., ¹Галин. Ф.З.

¹ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», г.Уфа, Россия

²ФГБУН Институт органической химии УНЦ РАН, г.Уфа, Россия

Липотропные жидкие кристаллы представляют собой двух- или более компонентные системы, образующиеся в смесях стержневидных молекул данного вещества и воды (или других полярных растворителей) [1-3]. Эти стержневидные молекулы имеют на одном конце полярную группу, а большая часть стержня представляет собой гибкую гидрофобную углеводородную цепь (амфифильные вещества). Жидкокристаллический способ организации является характерным и для цитоплазмы, движение которой зависит от разнообразных переходов в сложной системе «липид – белок – вода». В данной работе осуществлен синтез соединений с пиразольным фрагментом **1-3**, перспективных для создания липотропных жидкокристаллических систем, взаимодействием алленоатов **4-6** с диазометаном.



1, 4, 7 n=3
2, 5, 8 n=14
3, 6, 9 n=16

Структуры всех синтезированных соединений установлены спектральными методами анализа

Литература

- [1] Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы // М.: Академия. – 2005. – С. 192.
 [2] Сергеев Г.Б. Нанохимия – М.: МГУ. - 2003. – С.288.
 [3] Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: Физматлит. - 2005. – С.416.

МАТЕМАТИКА

СЕКЦИЯ «КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ И ТЕОРИЯ ФУНКЦИИ»

УДК 517.5

О СВОЙСТВАХ КОМПАКТНОСТИ ОДНОГО КЛАССА ИНТЕГРАЛЬНОГО ОПЕРАТОРА С ЛОГАРИФМИЧЕСКОЙ ОСОБЕННОСТЬЮ

Абылаева А.М., Кабиден А.Д.

Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева,
г. Астана Казахстан

Пусть $0 < p, q < \infty, p > 1, \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = 1$ и ν, w - весовые функции т.е. неотрицательные, измеримые на $I \in (0, \infty)$ функции такие, что $\nu \in L_1^{loc}(I), w \in L_1(0, t), \forall t > 0$. Положим $W(x) = \int_0^x w(s) ds, x > 0$.

Рассмотрим вопрос о компактности оператора типа дробного интегрирования бесконечно малого порядка (см. [1], стр.34).

$$Kf(x) = \int_0^x \frac{f(s)}{W(s)} \ln \frac{W(x)}{W(x) - W(s)} w(s) ds, \quad x \in I, \quad (1)$$

из $L_{p,w} \equiv L_{p,w}(I)$ в $L_{q,\nu} \equiv L_{q,\nu}(I)$, где $L_{p,w}$ - пространство всех измеримых на I функции таких, что

$$\|f\|_{p,w} = \left(\int_0^\infty |f(s)|^p w(s) ds \right)^{\frac{1}{p}} < \infty.$$

Теорема 1. Пусть $1 < p \leq q < \infty$. Оператор K компактен из $L_{p,w}$ в $L_{q,\nu}$ тогда и только тогда, когда

$$A = \sup_{x>0} W^{\frac{1}{p'}}(x) \left(\int_x^\infty \frac{\nu(s)}{W^q(s)} ds \right)^{\frac{1}{q}} < \infty \quad \text{и} \quad \lim_{x \rightarrow 0} A(x) = \lim_{x \rightarrow \infty} A(x) = 0$$

при этом $\|K\| \approx A$.

Литература

1. А.М.Нахушев Уравнения математической биологии. // Москва, «Высшая школа», стр 301.

УДК 517.5

О НЕРАВЕНСТВАХ ИНТЕГРАЛЬНОГО ОПЕРАТОРА ХАРДИ

Абылаева А.М.

Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева,
г. Астана Казахстан

Пусть $1 < p, q < \infty$, $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$ и v, u, w - весовые т.е.

неотрицательные, локально суммируемые на $I = (0, \infty)$ функции, а g - локально абсолютно непрерывные на I функции имеющие предельные значения $g(0) = 0$ ($g(\infty) = 0$).

Рассматривается неравенство в вида

$$\left(\int_0^\infty \int_0^\infty \left| \frac{g(x) - g(s)}{|x - s|^\mu} \right|^q u(x)w(s) dx ds \right)^{\frac{1}{q}} \leq C \left(\int_0^\infty v(t) |g'(t)|^p dt \right)^{\frac{1}{p}} \quad (1)$$

где $0 < \mu < 1$, при некоторых предположениях относительно весовых функции u и w дается необходимые и достаточные условия выполнения этого неравенство.

Литература

1. Opic B. and Kufner A. Hardy type inequalities. Pitman Research Notes in Math. Series, Longman Scientific and Technical, Harlow, 1990.
2. Kufner A. and Persson L-E. Weighted inequalities of Hardy type. World Scientific, New Jersey, London, Singapore, Hong Kong, 2003.
3. Kufner A., Maligranda L. and Persson L-E. The Hardy Inequality. About its History and Some Related Results. Vydavatelsky Servis Publishing House, Pilsen. -2007.
4. Oinarov R. and Kalybay A. Three-parameter weighted Hardy type inequalities. Banach J.Math. Anal. 2(2008), no. 2, -P.85-93.

ТЕОРЕМА ТИПА САЛИНАСА ДЛЯ ОБЛАСТЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО ВИДА

Гайсин Р.А.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Пусть $\{M_n\}_{n=0}^{\infty}$ – последовательность положительных чисел, $\Delta_\gamma = \{z: |\arg z| < \pi/2\gamma\}$ ($1 < \gamma < \infty$) — угол, $H(\Delta_\gamma, M_n)$ — класс аналитических в Δ_γ функций f , удовлетворяющих оценкам $\sup_{z \in \Delta_\gamma} |f^{(n)}(z)| \leq C_f M_n$ ($n = 0, 1, 2, \dots$).

Класс $H(\Delta_\gamma, M_n)$ называется квазианалитическим в точке $z = 0$, если из того, что $f \in H(\Delta_\gamma, M_n)$ и $f^{(n)}(0) = 0$ ($n = 0, 1, 2, \dots$) следует, что $f \equiv 0$.

В работе доказаны следующие утверждения.

1. Пусть последовательность $\{M_n\}$ логарифмически выпукла. Тогда класс $H(\Delta_\gamma, M_n)$ квазианалитичен в точке $z = 0$ тогда и только тогда, когда $\sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{M_n}{M_{n+1}}\right)^{\gamma/(1+\gamma)} = \infty$.

2. Если последовательность $\{M_n^{\gamma/(1+\gamma)}\}$ является регулярной в смысле Е.М.Дынькина, то класс $H(\Delta_\gamma, M_n)$ квазианалитичен в точке $z = 0$ тогда и только тогда, когда

$$\int_0^a \ln \ln h_*(r) dr = +\infty, \quad h_*(r) = \sup_{n \geq 0} \frac{n!}{M_n^{\gamma/(1+\gamma)} \cdot r^n}.$$

В терминах функции следа аналог первого утверждения известен как теорема Р.Салинаса. Второе утверждение при выполнении того же билогарифмического условия (при $\gamma = +\infty$) для отрезка ранее было доказано Е.М.Дынькиным. Оказывается, сформулированные теоремы верны и в граничной точке произвольной выпуклой области, если в данной точке граница удовлетворяет некоторому интегральному условию (доказательство этого факта основано на применении теоремы 4.4.2 из [1]). Показано, что для областей специального вида (необязательно односвязных) данные утверждения справедливы и без выполнения интегрального условия. Это доказывается с использованием одной идеи из статьи [2].

Литература

1. Юлмухаметов Р. С. Аппроксимация субгармонических функций и применения. Дисс. ... докт. физ.-мат наук. Уфа: 1986 — 197с.

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ОПЕРАТОРА СВЕРТКИ ДАНКЛА

Забирова К.Р.

Уфимский государственный авиационный технический университет,
г.Уфа, Россия

Рассмотрим оператор Данкла (см. [1])

$\Lambda[f(z)] = f'(z) + \frac{\alpha}{z}(f(z) - f(-z)), \alpha > 0$. Собственная функция для него

$y(\lambda z) = 1 + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\lambda^k z^k}{\chi(1)\chi(2)\dots\chi(k)}$, где $\chi(k) = k + \alpha(1 - e^{i\pi k})$. Функция имеет

порядок один и конечный тип. В [1] были введены оператор сдвига Данкла

$S_t[f(z)] = \sum_{k=0}^{\infty} \Lambda^{(k)}[f(z)] \frac{t^k}{\chi(1)\chi(2)\dots\chi(k)}$, оператор свертки Данкла

$M_F[f(z)] = (F, S_t[f(z)])$, где $F \in H^*(\square)$ и преобразование Данкла $F(\lambda)$.

Рассмотрим однородное уравнение свертки Данкла $M_F[f(z)] = 0$.

Пусть $\lambda_1 \dots \lambda_k$ - фиксированная последовательность, $a_1 \dots a_k$ - произвольные комплексные числа. Будем называть многоточечной задачей Валле - Пуссена задачу о том, при каких условиях существует решение однородного уравнения свертки Данкла в $H(\square)$, которое в точках λ_j принимает значения a_j .

Теорема 1. Многоточечная задача Валле - Пуссена для M_F разрешима тогда и только тогда, когда имеет место представление Фишера $H(\square) = \text{Ker}M_F + \{\mathfrak{F}(\lambda) \cdot r(\lambda) : r(\lambda) \in H(\square)\}$.

Пусть λ_k множество нулей функции $F \in P_{\square}$, а μ_k множество нулей функции $G \in H(\square)$.

Теорема 2. Если $\lambda_k > 0, \mu_k > 0$ и $\lambda_k \square \infty, \mu_k \square \infty$, то многоточечная задача Валле - Пуссена разрешима.

$$H(\square) = \text{Ker}M_F + \{\mathfrak{F}(\lambda) \cdot r(\lambda) : r(\lambda) \in H(\square)\}$$

Литература

[1] Betancor J.J., Sifi M., Trimeche K. Hypercyclic and chaotic convolution operators associated with the Dunkl operators on \mathbb{C} // Acta Math. Hungarica, 2005. V. 106. № 1-2. P. 101-116.

ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДНЫХ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ В ВЕСОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

Багаутдинова А.Р., Луценко А.В., Шаймуратова Э.Д.
Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

В работе получены весовые интегральные оценки производных функций аналитических вне выпуклых ограниченных областей через интегралы самих функций, исчезающих на бесконечности. Результат является обобщением теоремы Харди-Литтлвуда вне выпуклых ограниченных областей. Такого вида теоремы ранее были получены К.П.Исаевым, Р.С.Юлмухаметовым [1] и обобщены Н.М.Ткаченко, Ф.А.Шамояном [2].

В данной публикации представлено дальнейшее обобщение

Теорема. Пусть G - ограниченная выпуклая область и $D = C \setminus \bar{G}$, $f \in H(D)$, $f \in H(D)$, $f(\infty) = 0$. Тогда для $k \in N$, $p \geq 2$ справедливы оценки

$$c_1 \int_D |f^{(n)}(z)|^p d^{np}(z, \partial G) w(d(z, \partial G)) d\mu(z) \leq \int_D |f^{(n)}(z)|^p w(d(z, \partial G)) d\mu(z) \leq c_2 \int_D |f^{(n)}(z)|^p d^{np}(z, \partial G) w(d^{np}(z, \partial G)) d\mu(z),$$

где $c_1(n), c_2(n, p, \alpha, \beta)$ – положительные постоянные, зависящие только от n, p, α, β и $w(t)$ – неотрицательная функция такая, что $w(t)t^2$ – выпуклая и возрастающая на R_+ и более того удовлетворяет следующим условиям: $2w(t) + 4tw'(t) + t^2w''(t) \geq \alpha w(t)$, $w(2t) \leq \beta w(t)$ для некоторых положительных констант α, β

Замечание: Частным случаем в теореме являются $w(t) = t^\alpha$ ($\alpha > -1$).

Литература

- [1] Исаев К.П., Юлмухаметов Р.С. Преобразования Лапласа функционалов на пространствах Бергмана // Известия РАН. Серия математическая. Т.~68. N 1. 2004. С.~5-42.
- [2] N. M. Tkachenko, F. A. Shamoyan The Hardy–Littlewood theorem and the operator of harmonic conjugate in some classes of simply connected domains with rectifiable boundary // Журн. матем. физ., анализ, геом., 5:2 (2009), 192–210.

СФЕРИЧЕСКОЕ РАССТОЯНИЕ И ЭНТРОПИЯ ЛИНЕЙНОЙ СВЯЗНОСТИ

Байгускаров Т.Ю.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Рассматривается отображение S комплексной плоскости на сферу Римана с центром в точке $(0;0;S)$ и радиусом S . Будем называть сферическим расстоянием функцию, обозначаемую $[z,w]$, она равна евклидову расстоянию между $S(z)$ и $S(w)$. Установлено, что для сферического расстояния выполняются все аксиомы метрики, также выведена краткая формула

$$[z, w] = \frac{|z - w|}{\sqrt{(1 + |z|^2)(1 + |w|^2)}}.$$

Пусть I – непустое подмножество области D на комплексной плоскости. Для краткости функцию расстояния до границы области обозначим как

$$d_D(z) = \inf_{w \in \partial D} [z, w] \quad , \quad z \in D, \text{ и} \quad d_D(I) = \inf_{z \in I} d_D(z).$$

Для области D на комплексной плоскости функция d_D положительна, непрерывна и обладает свойствами:

1) $[z, w] \geq d_D(z)$ для любых $z, w \in D$

2) Если $I \subset I' \subset D \subset \Omega$, где Ω - область, то $d_D(I) \geq d_D(I')$ и $d_D(I) \geq d_\Omega(I)$.

Важно то, что отображение области на сферу будет ограниченным множеством, даже если сама область не ограничена. Данная работа служит началом для доказательства некоторых теорем для областей на комплексной плоскости, которые доказаны лишь для ограниченных областей.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект №09-01-0046_a

Литература

[1] Хабибуллин Б.Н. «Подпоследовательности нулей для классов голоморфных функций и энтропия линейной связности».

ЗНАКОПЕРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ С ВЫПУКЛО-ВОГНУТЫМИ НЕЛИНЕЙНОСТЯМИ

Бобков В.Е.

Институт математики с вычислительным центром
Уфимского научного центра РАН, г.Уфа, Россия

Основная цель данной работы состоит в исследовании вопроса о существовании слабых знакопеременных решений следующей задачи Дирихле

$$\begin{cases} -\Delta u = \lambda |u|^{q-2}u + |u|^{r-2}u, & x \in \Omega, \\ u = 0, & x \in \partial\Omega, \end{cases} \quad (1)$$

где $\Omega \subset \mathbb{R}^n, n \geq 1$ - ограниченная связная область с кусочно-гладкой границей и $1 < q < 2 < p < 2^*$. Отметим, что существованию положительных решений задачи (1) посвящено большое число работ [1, 2].

Вводится многообразие Нехари знакопеременных решений

$$\mathcal{N}_\lambda^* = \{u \in H^1 \setminus \{0\} : u_+ \neq 0, u_- \neq 0,$$

$$Q_\lambda(u_+) = 0, Q_\lambda(u_-) = 0, \mathcal{L}_\lambda(u_+) < 0, \mathcal{L}_\lambda(u_-) < 0\},$$

где $Q_\lambda(v) = \frac{\partial}{\partial t} I_\lambda(tv)|_{t=1}$ и $\mathcal{L}_\lambda(v) = \frac{\partial^2}{\partial t^2} I_\lambda(tv)|_{t=1}$, соответственно, первая и вторая производные функционала энергии

$$I_\lambda(v) = \frac{1}{2} \int |\nabla v|^2 - \lambda \frac{1}{q} \int |v|^q - \frac{1}{r} \int |v|^r.$$

Основным результатом является доказательство существования знакопеременного решения задачи (1) на нелокальном интервале $(-\infty, \lambda_0^*)$, где спектральный параметр

$$\lambda_0^* = \frac{q(\gamma - 2)}{\gamma(2 - q)} \left(\frac{\gamma(2 - q)}{2(\gamma - q)} \right)^{\frac{\gamma - q}{\gamma - 2}} \inf_{v \in H^1 \setminus \{0\}} \frac{(\int |\nabla v|^2)^{\frac{\gamma - q}{\gamma - 2}}}{\int |v|^q (\int |v|^r)^{\frac{2 - q}{\gamma - 2}}}$$

получен с помощью спектрального анализа по методу расслоений [2].

Теорема. Пусть $1 < q < 2 < p < 2^*$ и $\lambda \in (-\infty, \lambda_0^*)$. Тогда существует знакопеременное решение $u_\lambda \in \mathcal{N}_\lambda^*$ задачи (1) типа основного состояния, т.е. такое, что $I_\lambda(u_\lambda) \leq I_\lambda(v)$ для любого решения $v \in \mathcal{N}_\lambda^*$.

Литература

- [1] Ambrosetti A., Brezis H., Cerami G., Combined effects of concave and convex nonlinearities in some elliptic problems, J. Funct. Anal., 122, (1994), 519-543
 [2] П'ясов Я., On nonlocal existence results for elliptic equations with convex-concave nonlinearities, Nonlinear Anal., 61, (2005), 211-236.

КАНОНИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ДОПУСТИМЫХ МЕР В ПОЛУПЛОСКОСТИ

Козлова И.И.

Сумской государственной университет, г.Сумы, Украина

В теории субгармонических функций часто возникает задача: по заданной мере построить субгармоническую функцию, мера которой в точности совпадает с заданной мерой. Классические формулы Вейерштрасса, Адамара дают представление целых функций конечного порядка, нули которых совпадают с заданной последовательностью. Эти формулы были обобщены в работах Рубела, Гришина, Хаббибулина, Малютина и Герасименко, Малютина и Садыка и др. Целью настоящей статьи является получить аналогичные формулы для мер конечного γ -типа, распределенных в верхней полуплоскости S_+ . Основным инструментом работы является метод рядов Фурье, развитый в работах Рубела и Тейлора для мероморфных функций, и распространенный К.Г. Малютиным на дельта-субгармонические функции в полуплоскости.

Мы вводим понятие канонической функции меры конечного γ -типа, распределенной в верхней полуплоскости, которая в случае дискретной меры совпадает с определением канонического произведения Неванлинны, построенного по нулям функции, аналитической в верхней полуплоскости, которое рассматривалось в работе [1].

Имеет место следующая теорема.

Теорема. *Каноническая функция γ -допустимой меры λ принадлежит классу JS , ее коэффициенты Фурье совпадают с коэффициентами Фурье меры λ , а ее полная мера совпадает с мерой λ .*

Литература

- [1] Говоров Н.В. Краевая задача Римана с бесконечным индексом, М.: Наука, 1986.
[2] Малютин К.Г., Садык Н.М. Представление субгармонических функций в полуплоскости, Матем. сб., 198(12), 47—62 (2007).

III SUMMABILITY OF FOURIER COEFFICIENTS

Kopezhanova A.N.

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

In this work some inequalities of Hardy-Littlewood type with respect to a regular system for the generalized Lorentz spaces Λ_q are obtained.

Let $\delta > 0$ and $\omega(t)$ be a nonnegative function on $[0, \infty)$. We define the following class $A = \bigcup_{\delta > 0} A_\delta = \bigcup_{\delta > 0} \left\{ \omega(t) : \begin{array}{l} \omega(t)t^{-\delta} \text{ — increasing function} \\ \text{and } \omega(t)t^{-1+\delta} \text{ — decreasing function} \end{array} \right\}$

Theorem 1. Let $\Phi = \{\varphi\}_{k=1}^\infty$ be a regular system and let $1 \leq q \leq \infty$. If $\omega(t)$ belongs to the class A , then

$$\left(\sum_{k=1}^{\infty} \left(\overline{a_k k \omega\left(\frac{1}{k}\right)} \right)^q \frac{1}{k} \right)^{\frac{1}{q}} \leq c_1 \|f\|_{\Lambda_q(\omega)},$$

where $\overline{a_k} = \frac{1}{k} \left| \sum_{m=1}^k a_m(f) \right|$, $a_k(f)$ are the Fourier coefficients with respect to the system Φ .

Theorem 2. Let $\Phi = \{\varphi\}_{k=1}^\infty$ be a regular system, $f = \sum_{k=1}^{\infty} a_k \varphi_k$ and $1 \leq q \leq \infty$. If $\omega(t)$ belongs to the class A , then

$$\left(\int_0^1 \left(\overline{f(t) \omega(t)} \right)^q \frac{dt}{t} \right)^{\frac{1}{q}} \leq c_2 \left(\sum_{k=1}^{\infty} \left(a_k^* k \omega\left(\frac{1}{k}\right) \right)^q \frac{1}{k} \right)^{\frac{1}{q}},$$

where $\overline{f(t)} = \frac{1}{t} \left| \int_0^t f(s) ds \right|$.

ФОРМУЛА НЕВАИ

Мосина К.Б.

Саратовский государственный университет, г. Саратов, Россия

Пусть $u_n(x)$ - n -я собственная функция регулярной задачи Штурма-Лиувилля $u'' + (\lambda - q(x))u = 0$; $u'(0) - hu(0) = 0$; $u'(p) + Hu(p) = 0$;

где h и H – произвольные действительные числа (причем допускается возможность $h; H = \infty$), а потенциал q , ограниченной вариации на отрезке $[0; p]$, исчезает в нуле и не обязательно непрерывен.

Натансон предложил рассматривать интерполяционные процессы

Лагранжа вида $L_n^{SL}(f, x) = \sum_{k=1}^n \frac{u_n(x)}{u'_n(x_{k,n})(x-x_{k,n})} f(x_{k,n}) = \sum_{k=1}^n l_{k,n}^{SL}(x) f(x_{k,n})$,

где $u_n(x)$ - собственная функция задачи Штурма-Лиувилля, $x_{k,n}$ - нули $u_n(x)$.

Теорема. Если функция $f \in C[0, \pi]$, то везде на $(0, \pi)$ справедливо равенство

$$f(x) - L_n^{SL}(f, x) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{n-1} (f(x_{k+1,n}) - f(x_{k,n})) l_{k,n}^{SL}(x) + O_x(\omega(f, \frac{\ln n}{n}) + \|f\| \frac{\ln n}{n}) E$$

$$\text{если же } 0 < a < b < \pi \text{ и } 0 < \varepsilon < \frac{b-a}{2}, \text{ то}$$

$$f(x) - L_n^{SL}(f, x) = \frac{1}{2} \sum_{k=k_1}^{k_2} (f(x_{k+1,n}) - f(x_{k,n})) l_{k,n}^{SL}(x) + O_x(\omega(f, \frac{\ln n}{n}) + \|f\| \frac{\ln n}{n}) + \ln \frac{1}{\varepsilon} O(\omega(f, \frac{1}{n})), \quad (5)$$

где k_1 и k_2 - номера наименьшего и наибольшего из узлов, попадающих в сегмент (a, b) : $x_{k_1-1,n} \leq a < x_{k_1,n}, x_{k_2,n} < b \leq x_{k_2+1,n}$.

Литература

[1] Трынин А. Ю. Сходимость интерполяционных процессов по собственным функциям задачи Штурма-Лиувилля. Дисс. на соискание уч. ст. кан. ф-м. н. (теорема доказана для непрерывных потенциалов и краевых условий $h, H \neq \infty$).

[2] Г.И.Натансон Об одном интерполяционном процессе. Учён. зап. Ленинград. пед. ин-та. 1958. Т.166. С. 213-219.

ТЕОРЕМА ТИПА БОАСА ДЛЯ α -МОНОТОННЫХ ФУНКЦИЙ

Муқанов А.Б.

Казахстанский филиал МГУ имени М.В. Ломоносова

В данной работе исследуются свойства тригонометрических рядов Фурье функций, которые обладают свойством дробной монотонности

Для функции $f(x)$, заданной на отрезке $[0,1]$, выражение

$$(\mathbb{D}_{1-}^{\alpha} f)(x) = -\frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \frac{d}{dx} \int_x^1 \frac{f(t) dt}{(t-x)^{\alpha}},$$

называется правосторонней дробной производной порядка α , $0 < \alpha < 1$,

Определение Пусть $0 < \alpha < 1$. Функция $f : [0,1] \rightarrow \mathbb{R}$ называется α -монотонной (принадлежит классу M_{α}), если

$$(\mathbb{D}_{1-}^{\alpha} f)(x) \geq 0$$

для почти всех $x \in [0,1]$.

Теорема Пусть $\alpha \in (0,1]$, $\frac{1}{\alpha} < p < \infty$, $p' = \frac{p}{p-1}$, $1 \leq q < \infty$, а

интегрируемая функция f имеет ряд Фурье

$$\sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos 2\pi kx,$$

причем $f \in M_{\alpha}$. Тогда для того, чтобы $a \in l_{p,q}$, необходимо и достаточно

$$\left(\sum_{k=1}^{\infty} \left(2^{-\frac{k}{p'}} \overline{f}_{2^k} \right)^q \right)^{\frac{1}{q}} < \infty,$$

где

$$\overline{f}_{2^k} = 2^k \left| \int_0^{2^{-k}} f(s) ds \right|$$

**О НЕРАВЕНСТВЕ ХАРДИ И ЛИТТЛВУДА В ПРОСТРАНСТВЕ
ЛОРЕНЦА $L_{2,r}$.**

Мусабаева Г.К.

Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Астана,
Казахстан

Бочкарев С.В. в работе [1] показал, что для пространств Лоренца $L_{2,r}$ неравенство типа Харди и Литтлвуда имеет следующий вид

$$\sup_{n \in \mathbb{N}} \frac{1}{|n|^{\frac{1}{2}} (\log(n+1))^{\frac{1}{2} \frac{1}{r}}} \sum_{k=1}^n \hat{f}^*(k) \leq C \|f\|_{L_{2,r}}. \quad (1)$$

где $\{\hat{f}^*(k)\}_{k=1}^{\infty}$ - невозрастающая перестановка коэффициентов Фурье модулей функций f по ортонормированной системе $\{\varphi_k\}_{k=1}^{\infty}$ ограниченных в совокупности.

В данной работе получено новое неравенство, которое в случае регулярных систем усиливает неравенство (1).

Пусть M - множества всех арифметических прогрессий. Для конечного множества A из \mathbb{Z} определим число

$$\langle A \rangle_M = \min \{l : A = \prod_{k=1}^l I_k, \quad I_k \in M\}.$$

Теорема. Пусть $2 < r < \infty$, $\Phi = \{\varphi_k\}_{k=1}^{\infty}$ -- регулярная система,

$f = \sum_{k=1}^{n.6} \hat{f}(k) \varphi_k(x)$ и для любой функций $f \in L_{2,r}$, имеет место

$$\text{неравенство} \sup_{A \subset \mathbb{Z}} \frac{1}{|A|^{\frac{1}{2}} \log_2(1 + \langle A \rangle_M)^{\frac{1}{2} \frac{1}{r}}} \left| \sum_{k \in A} \hat{f}(k) \right| \leq 24B \|f\|_{L_{2,r}} \quad (2)$$

Заметим, что из неравенство (1) следует (2), а обратное неверно. Построены примеры.

Литература

[1] Бочкарев С.В. Теорема Хаусдорфа - Юнга - Рисса в пространствах лоренца и мультипликативные неравенства // Труды МИРАН, 1997, Т. 219, С.103-114.

НЕРАВЕНСТВА ХАРДИ-ЛИТТЛВУДА-ПЭЛЛИ

Нурсултанов Е.Д.

Казахстанский филиал МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Астана, Казахстан

Известны классические неравенства Харди-Литтлвуда-Пэлли показывающие зависимость интегральных свойств функции и свойств суммируемости ее коэффициентов Фурье по ортонормированной системе $\Phi = \{\psi_k(x)\}_k$, $x \in [1,0]^n$ функций ограниченных в совокупности:

при $1 < p \leq 2$, $0 < q \leq \infty$

$$c \sum_{k=1}^{\infty} (k^{p'} a_k^*)^q k^{-1} \leq \|f\|_{L_{p,q}[0,1]}^q \quad (1)$$

при $2 \leq p < \infty$, $0 < q \leq \infty$

$$c \sum_{k=1}^{\infty} (k^{p'} a_k^*)^q k^{-1} \geq \|f\|_{L_{p,q}[0,1]}^q \quad (2)$$

где $\{a_k^*\}_{k=1}^{\infty}$ – невозрастающая перестановка последовательности $\{a_k\}_{k=1}^{\infty}$ коэффициентов Фурье функции f по системе Φ .

В случае кратных рядов получено усиление этих неравенств. Кроме того доказаны новые неравенства, которые в некотором смысле обратные к неравенствам типа Харди и Литтлвуда.

О ТЕОРЕМЕ ОТСЧЕТОВ ПО КОСИНУСАМ НА ОТРЕЗКЕ

Полушкина О.В.

Национальный исследовательский Саратовский государственный университет им.Н.Г. Чернышевского, г.Саратов, Россия

Основной моей работы послужила статья [1], в которой приведена оценка погрешности аппроксимации функций, допускающих для некоторого положительного ε аналитическое продолжение с отрезка $[0, \pi]$ на круг $K_\varepsilon = \{z: |z - \frac{\pi}{2}| \leq \frac{\pi}{2} + \varepsilon\}$ интерполяционным оператором по синкам.

Справедлива:

Теорема. Пусть $f(z)$ - аналитическая в круге $K = \{z: |z - \frac{\pi}{2}| \leq \frac{\pi}{2}\}$ и непрерывная вплоть до границы функция. Тогда найдутся такие абсолютная константа $C_0 > 0$ и натуральное N , что для всех $n \geq N$ и $x \in (0, \pi)$

$$|L_n(f, x) - f(x)| \leq \frac{C_0 \|f\| |\cos nx|}{n (\frac{\pi}{2} - |x - \frac{\pi}{2}|)}, \text{ где } \|f\| = \max_{x \in K} |f(x)|$$

$$L_n(f, x) = \sum_{k=0}^{n-1} f\left(\frac{k\pi}{n} + \frac{\pi}{2n}\right) \frac{(-1)^k \cos nx}{nx - (k\pi + \frac{\pi}{2})}$$

Литература

1. А.Ю. Трынин, Критерии поточечной и равномерной сходимости синк-приближений непрерывных функций на отрезке, Матем. сб., 198(10), 141-158 (2007).
2. А.Yu. Trynin, V. P. Sklyarov, Error of sinc approximation of analytic function on an interval, Sampl. Theory Signal Image Process. 7(3), 263-270 (2008).

СУЖЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛОВ ЙЕНСЕНА НА $R_* := R \setminus \{0\}$

Талипова Г.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Обозначим через N, R, C N, R, C соответственно множества натуральных, действительных и комплексных чисел. Также обозначим через $R_* := R \setminus \{0\}$ $R_* := R \setminus \{0\}$, $C_* := C \setminus \{0\}$ $C_* := C \setminus \{0\}$ соответственно «проколотые» в нуле вещественную ось и комплексную плоскость. Основным результатом данной работы является определение класса функций и получение оценки сужения на R_* потенциалов Йенсена, определенных на C_* . Эти результаты описаны в следующей теореме:

Теорема 1. Если V – потенциал Йенсена, и сужение $\varphi := V|_{R_*}$ $\varphi := V|_{R_*}$ из класса $C^m(R_*)$ при некотором $m \in (N \setminus \{1\}) \cup \{\infty\}$ $m \in (N \setminus \{1\}) \cup \{\infty\}$, то $\varphi \in RP_0^m$ RP_0^m и $V^\varphi(\zeta) := (P_{C_\pm} \varphi)(\zeta) \geq V(\zeta)$, $\zeta \neq 0$

Где RP_0^m RP_0^m – подкласс основных, или тестовых функций, определяемых как класс всех положительных непрерывных функций $\varphi: R_* \rightarrow [0, +\infty)$, $Z_\varphi := \{x \in R_* : \varphi(x) = 0\}$ с сужением на $R_* \setminus Z_\varphi$ $R_* \setminus Z_\varphi$ из класса $C^m(R_* \setminus Z_\varphi)$, $C^m(R_* \setminus Z_\varphi)$ для которых одновременно выполнены: условие финитности; условие полунормировки в нуле; сопряженное условие положительности; $(P_{C_\pm} \varphi)(\zeta)$ – преобразование Пуассона; V^φ – положительная субгармоническая в C_* функция.

Литература

[1] Гарнетт Дж., Ограниченные аналитические функции, Мир, М., 1984.
 [2] Брело М., Основы классической теории потенциала, Мир, М., 1986.
 [3] Хабибуллин Б.Н., Полнота систем экспонент и множества единственности, монография – обзор, РИЦ БашГУ, Уфа, 2006.

СЕКЦИЯ «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ»

УДК 519.2

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГРУППОВОГО АНАЛИЗА ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ СТРУКТУРЫ СИЛЬНОГО РЕШЕНИЯ СТОХАСТИЧЕСКОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ

Абдуллин М.А.

Уфимский государственный авиационный технический университет,
г.Уфа, Россия

Рассматриваются стохастические уравнения вида

$$\xi(t) - \xi(0) = \int_0^t \sigma(s, \xi(s), W(s)) * dW(s) + \int_0^t b(s, \xi(s), W(s)) ds, s \in [0, T], (1)$$

где первый интеграл в правой части есть интеграл Стратоновича.

Для данного уравнения в случае, если $\sigma(s, \xi(s), W(s)) = \sigma(s, \xi(s))$ структура решения была найдена (см. 1).

Показано, что также в некоторых более общих ситуациях удается найти структуру решения (1), при этом оказывается полезным аппарат группового анализа.

В результате, значительно расширен класс стохастических дифференциальных уравнений с известной структурой решения.

Литература

1. Насыров Ф.С. Локальные времена, симметричные интегралы и стохастический анализ. М.: Физматлит, 2011, 212 с.

АСИМПТОТИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ В ЗАДАЧЕ ВОЗМУЩЕНИЯ КРАТНОГО СОБСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ

Абушахмина Г.Р.

Сибайский институт (филиал) БашГУ, г.Сибай, Россия

Одной из основных задач теории возмущения линейных операторов является задача построения собственных значений оператора, зависящего от параметров. В данной работе предлагается способ решения задачи в случае кратных собственных значений на основе метода функционализации параметра.

Пусть $A(\mu)$ - квадратная матрица N - го порядка, ($N \geq 2$), зависит от вещественного параметра μ , дважды непрерывно дифференцируемая. Пусть при $\mu = 0$ матрица $A(0)$ имеет полупростое собственное значение 1 кратности 2. Рассматривается задача построения собственных значений матрицы $A(\mu)$ при μ близких к 0. Так как матрица $A(\mu)$ гладко зависит от μ , то $A(\mu)$ представима в виде:

$$A(\mu) = I + \mu A_1 + A_2(\mu^2) + A_3(\mu), \quad (1)$$

где $A(0) = A_0$, $A_1 = A'(0)$, $A_2 = \frac{A''(0)}{2}$, $A_3(\mu) = O(\mu^3)$, при $\mu \rightarrow 0$. Тогда матрица A_0 имеет полупростое собственное значение кратности 2.

Теорема 1. Пусть $(A''(0)e_0(\mu), g_0(\mu)) \neq 0$. Тогда при μ близких к 0 матрица $A(\mu)$ имеет близкое к $1 + \mu\lambda_1$ простое собственное значение $\lambda_1(\mu)$, главной асимптотикой которого будет функция

$$\lambda_1(\mu) = 1 + \mu\lambda_1 + \frac{\mu^2}{2}(A''(0)e_0(\mu), g_0(\mu)).$$

Теорема 2. Существуют δ_0 , $0 < \delta < 1$, и δ_1 , $\delta_1 > 0$, такие, что при $\|\mu\| \leq \delta_1$ в шаре $T(e_0(\mu), \delta_0)$ выполняются условия сходимости модифицированного метода Ньютона-Канторовича

$$x_{n+1} = x_n - GF(x_n, \mu), \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (2)$$

где $x_0 = e_0(\mu)$. При этом предел $x^*(\mu)$ итераций (2) будет собственным вектором матрицы $A(\mu)$, отвечающим собственному значению $\lambda_1(\mu) = (1 + \mu\lambda_1)(x^*(\mu), g_0(\mu))$.

Литература

- [1] Като Т. Теория возмущения линейных операторов. - М.: «Мир». 1972, 740 с.
 [2] Красносельский М.А., Юагулов М.Г. Метод функционализации параметра в проблеме собственных значений – ДАН России. 1999. Т. 365, № 2, с. 162-164.

ИНТЕРПОЛЯЦИОННАЯ ЗАДАЧА В КЛАССЕ ФУНКЦИЙ НУЛЕВОГО ПОРЯДКА В ПОЛУПЛОСКОСТИ

Боженко О.А.

Сумской государственной университет, г.Сумы, Украина

Задачи свободной интерполяции в классах целых функций конечного порядка изучено достаточно полно. Отметим только работы А.Ф. Леонтьева, А.В. Братищева и Ю.Ф. Коробейника. Аналогичные задачи в классах аналитических функций не нулевого порядка в верхней полуплоскости были решены К.Г. Малютиным в работе [1]. Обозначим через $[\rho(r), \infty)^+$ класс функций порядка $\rho(r)$ в верхней полуплоскости.

Определение. Последовательность $A = \{a_n\}$ называется интерполяционной в пространстве $[\rho(r), \infty)^+$, если для любой последовательности комплексных чисел b_n , удовлетворяющих условию:

$$\sup_n \frac{\log^+ |b_n|}{V(|a_n|)} < \infty,$$

существует функция $F \in [\rho(r), \infty)^+$ со свойством $F(a_n) = b_n$.

Доказана следующая теорема.

Теорема. Для того что бы последовательность A была интерполяционной в пространстве $[\rho(r), \infty)^+$, где $\rho(r)$ - нулевой уточненный порядок, необходимо и достаточно, чтобы ее каноническая функция $E(z)$ удовлетворяла условию:

$$\sup_n \frac{1}{V(|a_n|)} \log \frac{1}{\operatorname{Im} a_n |E'(a_n)|} < \infty.$$

Литература

[1] Малютин К.Г. Задача кратной интерполяции в полуплоскости в классе аналитических функций конечного порядка и нормального типа, Матем. сб., 184(2), 129—144 (1993).

ЗАДАЧА ШОУОЛТЕРА ДЛЯ НАГРУЖЕННЫХ УРАВНЕНИЙ СОБОЛЕВСКОГО ТИПА

Борель Л.В., Федоров В.Е.

Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Пусть \mathcal{U} и \mathfrak{B} - банаховы пространства, $L \in \mathcal{L}(\mathcal{U}, \mathfrak{B})$, $M \in CI(\mathcal{U}, \mathfrak{B})$. Рассмотрим обобщенную задачу Шоултера для линейного интегродифференциального уравнения

$$Pu(0) = u_0, \quad Lu'(t) = Mu(t) + \int_0^T \mathcal{K}(t, s) u(s) d\mu(s), \quad t \in [0, T]. \quad (1)$$

Для сильно (L, p) -радиального оператора M [1], оператор-функции $\mathcal{K} \in C^{p+1,0}([0, T] \times [0, T]; \mathcal{L}(\mathcal{U}, \mathfrak{B}))$, и функции ограниченной вариации $\mu: [0, T] \rightarrow \mathbb{R}$, определим при $T > 0$

$$F(T) = V_0^T(\mu) K(T) \|L_1^{-1} Q\|_{\mathcal{L}(\mathfrak{B}; \mathcal{U})} \sum_{n=0}^{p+1} \max_{t, s \in [0, T]} \left(s \left\| \frac{\partial^n \mathcal{K}}{\partial t^n}(t, s) \right\|_{\mathcal{L}(\mathcal{U}; \mathfrak{B})} \right) + V_0^T(\mu) \max_{k=0, 1, \dots, p} \|H^k M_0^{-1} (I - Q)\|_{\mathcal{L}(\mathfrak{B}; \mathcal{U})} \sum_{n=0}^{p+1} \max_{t, s \in [0, T]} \left\| \frac{\partial^n \mathcal{K}}{\partial t^n}(t, s) \right\|_{\mathcal{L}(\mathcal{U}; \mathfrak{B})}.$$

Здесь $K(T) = \max \{K, K e^{aT}\}$, K, a - константы из определения сильной (L, p) -радиальности.

Теорема. Пусть оператор M сильно (L, p) -радиален, $Pu_0 \in \text{dom} M$, $\mathcal{K} \in C^{p+1,0}([0, T] \times [0, T]; \mathcal{L}(\mathcal{U}, \mathfrak{B}))$, $\mu: [0, T] \rightarrow \mathbb{R}$ - функция ограниченной вариации, $F(T) < 1$. Тогда существует единственное решение $u \in C^1([0, T]; \mathcal{U})$ задачи (1).

Обозначение для операторов Q, L_1^{-1}, M_0^{-1}, H и подпространства \mathcal{U}^1 можно найти в [1]. В качестве примера задачи (1) рассмотрим начально-краевую задачу

$$\begin{aligned} (\lambda - \Delta)(z(x, 0) - z_0(x)) &= 0, & x \in \Omega \\ z(x, t) = \Delta z(x, t) &= 0, & (x, t) \in \partial\Omega \times [0, T] \end{aligned}$$

для нагруженного псевдопараболического уравнения в цилиндре $\Omega \times [0, T]$

$$(\lambda - \Delta)z_t(x, t) = \Delta z(x, t) - \beta \Delta^2 z(x, t) + \int_0^T k(t, s) z(x, s) d\mu(s).$$

Литература

1. Федоров В.Е. Вырожденные сильно непрерывные полугруппы операторов // Алгебра и анализ. 2000. Т.12, вып.3. С.173-200.

**КЛАССЫ ЕДИНСТВЕННОСТИ ДЛЯ НЕРАВНОМЕРНО
ПАРАБОЛИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ**

Вильданова В.Ф.(Уфа, БГПУ),
Мукминов Ф.Х (Уфа, ИМ с ВЦ УНЦ РАН)

Рассмотрим в $D^T = (0, T) \times \Omega, \Omega \subset R^n$, смешанную задачу для параболического уравнения второго порядка

$$u_t = \operatorname{div}(A(t, x)\nabla u) + \sum_{i=1}^n (b_i u_{x_i} + (c_i u)_{x_i}) - d(t, x)u \quad (1)$$

с сочетающимися краевыми условиями первого и третьего типа:

$$u(t, x)|_{\Gamma_1} = 0; \quad \frac{\partial u}{\partial N} + \sum_{i=1}^n c_i u|_{\Gamma_2} = 0, \quad u(0, x) = \varphi(x). \quad (2)$$

Работа посвящена доказательству единственности решения задачи (1), (2) в неограниченной области Ω . Будем предполагать выполнение

неравенств $(c, \nabla \sigma) \leq 0$, и неограниченность функции $f(r) = \int_1^r \frac{d\tau}{s_c(\tau)}$,

где $\sigma(x)$ – локально липшицева положительная функция, $s_c(r) = \sup\{ \| (A(t, x)\nabla \sigma, \nabla \sigma) \| \mid (t, x) \in D^T, \sigma(x) = r \}$.

Теорема. Пусть $u(t, x)$ – решение в D^T для задачи (1), (2) с нулевым начальным условием. Пусть выполнены условия (4). Если существует такая монотонно неубывающая на полуоси $[1, \infty)$ положительная функция $h(x)$,

что интеграл $\int_1^\infty \frac{dr}{h(r)s_c(r)} = \infty$ расходится и для всех $r \geq 1$

$$\| u \|_{D_{T,r}} \leq \exp(f(r)h(r)), \text{ то } u(t, x) \equiv 0 \text{ в } D^T.$$

При некоторых соотношениях между функцией $\sigma(x)$ и матрицей $A(t, x)$ построены примеры неединственности решения задачи (1), (2), подтверждающие точность классов единственности, приведенных в теореме. Анизотропные классы единственности для вырождающегося параболического уравнения с гладкими коэффициентами выделены в работе Л.И.Камынина. Однако описание этих классов единственности довольно неконструктивно.

**ПОСТРОЕНИЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ГУРСА ДЛЯ НЕЛИНЕЙНЫХ
ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ С ИНТЕГРАЛАМИ ПЕРВОГО И
ВТОРОГО ПОРЯДКА**

Воронова Ю.Г.

Уфимский государственный авиационный технический университет,
г. Уфа, Россия

В работе рассматривается задача Гурса для уравнений вида

$$u_{xy} = f(u, u_x, u_y), \quad (1)$$

$$u(x, y) = \ln\left(\tau \varphi(x) \bar{\varphi}(y)\right) \quad \text{при } xy = 0. \quad (2)$$

Для построения точного решения задачи (1), (2) использован алгоритм, предложенный в работе [1]. Данная задача сводится к замкнутой системе с конечным числом динамических переменных. В случае уравнений, обладающих интегралами первого и второго порядка, интегрирование динамической системы позволяет получить решение задачи Гурса.

Например, для уравнения Лиувилля

$$u_{xy} = e^u$$

решение задачи (2) находится по формуле

$$u = \ln\left(4\tau \varphi(x) \bar{\varphi}(y)\right) - \ln\left(2 - \tau \int_0^x \varphi(t) dt \int_0^y \bar{\varphi}(t) dt\right)^2,$$

а для уравнения $u_{xy} = e^u u_y$:

$$u = \ln\left(\tau \varphi(x) \bar{\varphi}(y) \bar{\varphi}(0)\right) - \ln\left(\bar{\varphi}(y) - (\bar{\varphi}(y) - \bar{\varphi}(0)) e^{\tau \bar{\varphi}(0) \int_0^x \varphi(t) dt}\right).$$

Литература

[1] Лезнов А.Н., Шабат А.Б. Условия обрыва рядов теории возмущений: Интегрируемые системы. БФАН СССР. – Уфа. 1982. – С.34 – 44.

НЕЛИНЕЙНАЯ СИСТЕМА ДВУХ УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА С ДВУМЯ ПАРАМЕТРАМИ

Гадьльшин Т.Р.

Уфимский государственный авиационный технический университет,
г. Уфа, Россия

В работе рассмотрена автономная система нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка

$$\begin{cases} \frac{dr}{dt} = \sin \varphi - \gamma r \\ r \left(\frac{d\varphi}{dt} + r^2 - \tau \right) = \cos \varphi \end{cases},$$

где $\varphi \in [0, 2\pi)$, а $\tau > 0$, $\gamma \geq 0$ – параметры. Установлена зависимость от значений параметров γ и τ числа неподвижных точек рассмотренной системы, их тип и устойчивость.

Для случая $\gamma = 0$ показано, что, если

$$\tau < \frac{3}{\sqrt[3]{4}},$$

то точек покоя нет; а, если

$$\tau > \frac{3}{\sqrt[3]{4}},$$

то существует седло и устойчивый центр. В случае $\gamma = 0$ также построены функция Ляпунова и первый интеграл системы [1]:

$$\frac{r^4}{4} - \frac{\tau r^2}{2} - \cos \varphi = \text{const}.$$

Для случая $\gamma > 0$, в частности, получены следующие результаты:

$$8\gamma^6 > (8\tau\gamma^2 - 9) \left(9 - \sqrt{9 - 8\tau\gamma^2 - 8(\tau\gamma^2)^2} \right) + 12\tau\gamma^2 \Rightarrow \text{одна точка покоя}$$

$$8\gamma^6 < (8\tau\gamma^2 - 9) \left(9 + \sqrt{9 - 8\tau\gamma^2 - 8(\tau\gamma^2)^2} \right) + 12\tau\gamma^2 \Rightarrow \text{одна точка покоя}$$

$$\begin{cases} 8\gamma^6 < (8\tau\gamma^2 - 9) \left(9 - \sqrt{9 - 8\tau\gamma^2 - 8(\tau\gamma^2)^2} \right) + 12\tau\gamma^2 \\ 8\gamma^6 > (8\tau\gamma^2 - 9) \left(9 + \sqrt{9 - 8\tau\gamma^2 - 8(\tau\gamma^2)^2} \right) + 12\tau\gamma^2 \end{cases} \Rightarrow \text{три точки покоя}$$

Литература

[1] Федорюк М. В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – 2-е изд., перераб. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. Лит., 1985. – 448.

МЕТОД МАЛОГО ПАРАМЕТРА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПЕРАТОРНЫХ УРАВНЕНИЙ СО СЛОЖНЫМ ВЫРОЖДЕНИЕМ

Гуфранов А.Р.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Рассматривается операторное уравнение

$$x = B(\alpha, \beta)x + b_2(x), \quad (1)$$

где $x \in R^N$, $B(\alpha, \beta)$ – квадратная матрица, гладко зависящая от скалярных параметров α и β , $b_2(x)$ – вектор-функция, содержащая члены второй и выше степеней по x . Предполагается, что матрица $B(\alpha_0, \beta_0)$ имеет собственное значение 1 кратности 2. Изучается задача о построении решений уравнения (1) в окрестности точки (α_0, β_0) . Рассматриваются некоторые приложения в теории динамических систем.

Получены асимптотические формулы для решений уравнения (1) в виде

$$\begin{cases} x(\varepsilon) = \varepsilon e + \varepsilon^2 e_1 + \varepsilon^3 e_2 + \dots \\ \alpha(\varepsilon) = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon + \alpha_2 \varepsilon^2 + \dots \\ \beta(\varepsilon) = \beta_0 + \beta_1 \varepsilon + \beta_2 \varepsilon^2 + \dots \end{cases}$$

где e – собственный вектор матрицы $B(\alpha_0, \beta_0)$, отвечающий собственному значению 1, а вектор e_1 и числа α_1 и β_1 определяются из системы

$$\begin{cases} (I - B_{00})e_1 = \alpha_1 B_{10}e_0 + \beta_1 B_{01}e_0 + b'_2(e_0) \\ (\alpha_1 B_{10}e_0 + \beta_1 B_{01}e_0 + b'_2(e_0), g_j) = 0, \quad j = 1, 2 \end{cases}$$

где $B_{ij} = \frac{\partial^{i+j} B}{\partial \alpha^i \partial \beta^j}$, g_1, g_2 – собственные векторы матрицы $B(\alpha_0, \beta_0)$, отвечающие собственному значению 1.

Литература

[1] А.А. Вышинский, Л.С. Ибрагимова, С.А. Муртазина, М.Г. Юмагулов, “Операторный метод приближенного исследования правильной бифуркации в многопараметрических динамических системах”, Уфимск. матем. журн., 2:4 (2010), 3–26

ЗАДАЧА КОШИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ГЕЛЬМГОЛЬЦА В НЕОГРАНИЧЕННОЙ ОБЛАСТИ

Жураев Д.А.

Самаркандский государственный университет, г. Самарканд, Узбекистан

В работе рассмотрено задача Коши для уравнения Гельмгольца в трехмерной неограниченной области, используя методику работы [1]. Пусть

\mathbf{R}^3 – трехмерное вещественное евклидово пространство, $G \subset \mathbf{R}^3$ – неограниченная область, с кусочно-гладкой границей ∂G (∂G – простирается до бесконечности). Введем следующие обозначения:

$$\begin{aligned} x &= (x_1, x_2, x_3) \in \mathbf{R}^3, \quad y = (y_1, y_2, y_3) \in \mathbf{R}^3, \quad x' = (x_1, x_2) \in \mathbf{R}^2, \\ y' &= (y_1, y_2) \in \mathbf{R}^2, \quad \alpha = |y' - x'|, \quad r = |y - x|, \quad w = i\sqrt{u^2 + \alpha^2} + y_3. \end{aligned}$$

Рассмотрим уравнения Гельмгольца вида

$$\Delta U(y) + \lambda^2 U(y) = 0, \quad (1)$$

где λ – вещественное число, Δ – оператор Лапласа.

Обозначим через $P(G)$ – совокупность функций, которые являются решением уравнения (1) в G и непрерывные со своими частными производными первого порядка на $\bar{G} = G \cup \partial G$. Обозначим

$$\begin{aligned} P_\rho(G) &= \left\{ U(y) : U(y) \in P(G), \left| U(y) \right| + \left| \frac{\partial}{\partial n} U(y) \right| \leq \right. \\ &\left. \leq \exp[\rho(\exp \rho |y'|)], |y| \rightarrow \infty, y \in G \right\}. \end{aligned} \quad (2)$$

Пусть, неограниченная область G лежит внутри слоя наименьшей ширины, определяемой неравенством

$$0 < y_3 < h, \quad h = \frac{\pi}{\rho}, \quad \rho > 0, \quad (3)$$

удовлетворяет условию роста

$$\int_{\partial G} \exp[-b_0 c h \rho_0 |y'|] ds < \infty, \quad 0 < \rho_0 < \rho, \quad b_0 > 0. \quad (4)$$

$$y_3 = f(y_1, y_2), \quad -\infty < y_1 < \infty, \quad -\infty < y_2 < \infty,$$

где $f(y')$ – удовлетворяет условию $\left| \frac{\partial f(y')}{\partial y_j} \right| \leq M < \infty, \quad y' \in \mathbf{R}^2, \quad j = 1, 2.$

Задача Коши. Пусть $U(y) \in P_\rho(G)$ и

$$U(y) = f(y), \quad \frac{\partial U}{\partial n}(y) = g(y), \quad y \in S, \quad (5)$$

где n – направление внешней нормали к S ; $f(y)$, $g(y)$ – заданные непрерывные на S функции. Требуется вычислить $U(y)$ в области G по заданным значениям $f(y)$ и $g(y)$.

Теорема. Пусть $U(y) \in P_\rho(G)$, удовлетворяет граничному условию

$$|U(y)| + \left| \frac{\partial}{\partial n} U(y) \right| \leq 1, \quad y \in \partial G. \quad (6)$$

Положим

$$U_\sigma(x) = \int_{\partial G} \left[U(y) \frac{\partial \Phi_\sigma}{\partial n}(x, y) - \Phi_\sigma(x, y) \frac{\partial U}{\partial n}(y) \right] ds_y, \quad x \in G. \quad (7)$$

Тогда

$$|U(x) - U_\sigma(x)| \leq C_\rho(x) \sigma e^{-\alpha_3}, \quad x \in G, \quad (8)$$

где $C_\rho(x)$ – некоторая функция, зависящая от ρ и x .

Литература

1. Ярмухамедов Ш. О задаче Коши для уравнения Лапласа // Докл. АН СССР. 1977. – Т. 235. № 2. – С. 281-283.

НЕЛИНЕЙНАЯ ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ СОБОЛЕВА

Иванова Н.Д.

Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Рассмотрим обратную задачу для системы уравнений Соболева

$$v_t(x, t) = [v(x, t), \bar{w}] - r(x, t) + q(t)v(x, t), (x, t) \in \Omega \times [0, T], \quad (1)$$

$$\nabla \cdot v(x, t) = 0, (x, t) \in \partial\Omega \times [0, T], \quad (2)$$

$$v_n(x, t) = 0, x \in \partial\Omega \times [0, T] \quad (3)$$

$$v(x, 0) = v_0(x), x \in \Omega \quad (4)$$

$$\int_{\Omega} (K(x), v(x, t))_{\mathbb{R}^3} dx = \psi(t), t \in [0, T]. \quad (5)$$

Неизвестными являются вектор-функции v, r и q , а вектор-функция K и функция ψ заданы. Замыкание по норме пространства $L_2 = (L_2(\Omega))^3$ линеала $\mathcal{L} = \{v \in (C_0^\infty(\Omega))^3 : \nabla \cdot v = 0\}$ обозначим \mathbb{H}_σ . Пусть \mathbb{H}_π - ортогональное дополнение к \mathbb{H}_σ , $\Pi: L_2 \rightarrow \mathbb{H}_\pi$ есть ортопроектор вдоль \mathbb{H}_σ . Следуя подходу С.Л. Соболева [1], уравнение несжимаемости (2) и граничное условие (3) заменим на уравнение

$$\Pi v(\cdot, t) = 0, t \in [0, T]. \quad (6)$$

Используя общие результаты работы [2], получим следующее утверждение.

Теорема. Пусть $v_0 \in \mathbb{H}_\sigma, K \in L_2, \psi \in C^2([0, T], \mathbb{R})$, для всех $t \in [0, T]$ $\psi \neq 0$. Тогда при некотором $T_1 \in (0, T]$ существует единственное гладкое решение $v \in C^1([0, T_1], \mathbb{H}_\sigma), r \in C^1([0, T_1], \mathbb{H}_\pi), q \in C^1([0, T_1], \mathbb{R})$ обратной задачи (1), (4)-(6).

Работа поддержана РФФИ (грант 10-01-96007-р_урал_a).

Литература

- [1] Соболев С. Л. Об одной новой задаче математической физики // Изв. АН СССР. Сер. мат. 1954. Т. 18, №1. С.3-50.
 [2] Федоров В.Е., Иванова Н.Д. Нелинейная эволюционная обратная задача для некоторых уравнений соболевского типа // Сиб. электрон. мат. изв. 2011. Т.8. Труды Второй межд. молодежн. школы-конференции. Ч. I. "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", стр. С.363-С.378 (<http://semr.math.nsc.ru/v8/c182-410.pdf>).

ОСНОВНЫЕ СЦЕНАРИИ БИФУРКАЦИЙ В ОКРЕСТНОСТЯХ ТОЧЕК ЛИБРАЦИИ ЗАДАЧИ ТРЕХ ТЕЛ

Исанбаева Н.Р.,

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Рассматривается плоская эллиптическая ограниченная задача трех тел, которая в координатах Нехвилла описывается системой дифференциальных уравнений [1]:

$$\begin{cases} x'' - 2y' = \rho \left(x - \mu + \frac{\mu-1}{(x^2+y^2)^{\frac{3}{2}}} x - \frac{\mu}{((x-1)^2+y^2)^{\frac{3}{2}}} (x-1) \right) \\ y'' + 2x' = \rho \left(y + \frac{\mu-1}{(x^2+y^2)^{\frac{3}{2}}} y - \frac{\mu}{((x-1)^2+y^2)^{\frac{3}{2}}} y \right). \end{cases} \quad (1)$$

где $\rho = \frac{1}{1+\varepsilon \cos t}$, m_1, m_2 - массы гравитирующих тел P_1 и P_2 , $\mu = \frac{m_2}{m_1+m_2}$, $0 < \mu < 1$, ε - эксцентриситет кеплеровской орбиты; t - истинная аномалия;

Система (1) зависит от двух параметров и имеет пять постоянных решений-точек либрации: прямолинейных (L_1, L_2, L_3) и треугольных (L_4, L_5). В докладе рассматривается бифуркационное поведение системы в окрестности треугольной точки либрации $L_4\left(\frac{1}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$.

Рассматриваются круговая и эллиптическая задачи. Определены значения параметров ε и μ , при которых возможны бифуркации и указаны основные их сценарии.

Показано, что при $\varepsilon = 0$ и $\mu \in (\mu_2^*, \mu_1^*)$, где $\mu_2^* = \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{69}}{18}$ и $\mu_1^* = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{69}}{18}$, точка либрации L_4 является гиперболической точкой равновесия, а при $\mu \in (0; \mu_2^*]$ или $\mu \in [\mu_1^*; 1)$ эта точка является негиперболической.

Таким образом точками бифуркации системы (1) могут быть значения $\varepsilon = 0$ и $\mu = \mu_0$, где $\mu_0 \in (0, \mu_2^*]$ или $\mu_0 \in [\mu_1^*; 1)$. Для указанных значений параметров $v = (\varepsilon, \mu)$ определены основные возможные сценарии бифуркации. Показано, что для круговой задачи возможны два сценария: бифуркация неподвижных точек и бифуркация Андронова-Хопфа. Для эллиптической задачи возможны бифуркации вынужденных и субгармонических колебаний.

Литература

[1] А. П. Маркеев, Точки либраций в небесной механике и космодинамике (М.: Наука, 1978).

ВОЗМУЩЕНИЕ КРАТНОГО СОБСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ ОПЕРАТОРА ЛАПЛАСА ПРИ ПЕРФОРАЦИИ ВДОЛЬ ГРАНИЦЫ

Кожевников Д.В.

Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акумуллы,
г. Уфа, Россия

Пусть Ω -- двумерная ограниченная область, лежащая в верхней полуплоскости, граница которой Γ является кусочно-гладкой и состоит из двух частей: $\Gamma = \Gamma_1 \cup \Gamma_2$, где Γ_1 — отрезок $[-\frac{1}{2}; \frac{1}{2}]$ на оси абсцисс, Γ_2 — гладкая и в окрестности концов отрезка Γ_1 совпадает с прямыми $x_1 = -\frac{1}{2}$ и $x_1 = \frac{1}{2}$ соответственно. Далее, пусть B — произвольная двумерная область с гладкой границей, симметричная относительно оси ординат и лежащая в круге радиуса $a < \frac{1}{2}$ с центром в точке $(0, \frac{1}{2})$. Всюду далее малый параметр ε определяется как $\varepsilon = \frac{1}{2N+1}$, где $N \gg 1$ — натуральное число. Обозначим $B_\varepsilon^j = \{x \in \Omega: \varepsilon^{-1}(x_1 - j, x_2) \in B\}$, $j \in \mathbb{Z}$, $B_\varepsilon = \bigcup_j B_\varepsilon^j$, $\Gamma_\varepsilon = \partial B_\varepsilon$. Определим область Ω_ε как $\Omega \setminus \overline{B_\varepsilon}$.

В работе рассмотрена следующая спектральная задача

$$-\Delta u_\varepsilon = \lambda^\varepsilon u_\varepsilon \quad \text{в } \Omega_\varepsilon, \quad u_\varepsilon = 0 \quad \text{на } \Gamma_\varepsilon, \quad \frac{\partial u_\varepsilon}{\partial \nu} = 0 \quad \text{на } \Gamma, \quad (1)$$

где ν — вектор внешней нормали.

Для задачи (1) предельной будет следующая спектральная задача:

$$-\Delta u_0 = \lambda_0 u_0 \quad \text{в } \Omega, \quad u_0 = 0 \quad \text{на } \Gamma_1, \quad \frac{\partial u_0}{\partial \nu} = 0 \quad \text{на } \Gamma \setminus \overline{\Gamma_1}. \quad (2)$$

Методом согласования асимптотических разложений [1], [2] построены двучленные асимптотики по малому параметру ε собственных значений краевой задачи (1), сходящиеся к n -кратному собственному значению предельной спектральной задачи (2). Приведены условия, при которых собственные значения краевой задачи (1) являются простыми. В этом случае установлены предельные значения соответствующих собственных функций.

Литература

- [1] Ильин А.М. Согласование асимптотических разложений решений краевых задач. М.: Наука. 1989. – 336.
 [2] Гадыльшин Р.Р., Королева Ю.О., Чечкин Г.А., Об асимптотике простого собственного значения краевой задачи в области, перфорированной вдоль границы, Дифференц. уравнения. 47(6), 822-831 (2011).

ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИЕ КОЛЬЦА ЛИ УРАВНЕНИЯ ПЕНЛЕВЫ I

Костригина О.С.

Уфимский государственный авиационный технический университет,
г. Уфа, Россия

Рассматриваются кольца Ли характеристических векторных полей уравнения Пенлеви I

$$u_{yy} = bu^2 + y. \quad (1)$$

Уравнение (1) можно записать в виде системы уравнений

$$u_y = v, \quad v_y = bu^2 + y. \quad (2)$$

Один из способов определения характеристического кольца Ли для системы обыкновенных дифференциальных уравнений (2) основан на замене вида $u = p_x, v = q_x$, при которой система (2) принимает вид (см. [1])

$$p_{xy} = q_x, \quad q_{xy} = 6p_x^2 + y. \quad (3)$$

Характеристические кольца Ли гиперболической системы уравнений (3) называются характеристическими кольцами Ли исходной системы обыкновенных дифференциальных уравнений (2).

Другое определение характеристического кольца для системы (2) связано со следующей гиперболической системой уравнений

$$u_{xy} = v_x, \quad v_{xy} = 12uv_x. \quad (4)$$

В работе исследованы характеристические кольца Ли систем уравнений (3) и (4). А именно, показано, что для системы уравнений (3) размерность x – кольца равна трем, а y – кольцо является кольцом медленного роста. Для гиперболической системы (4) показано, что размерность y – кольца равна четырем, а x – кольцо является кольцом медленного роста.

Литература

[1] Гюрсер М., Жибер А.В., Хабибуллин И.Т. Характеристические кольца Ли дифференциальных уравнений // Уфимский математический журнал. – 2012. – Т. 4, № 1. – С. 53 - 62.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЛАПЛАСА И НЕЛИНЕЙНЫЕ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Кузнецова М.Н.

Уфимский государственный авиационный технический университет,
г. Уфа, Россия

В настоящей работе приводится классификация нелинейных гиперболических систем уравнений вида

$$u_{xy} = f(u), \quad (u^i_{xy} = f^i, \quad i = 1, 2, \dots, n), \quad (1)$$

$$q_{xy} = F(q, q_x, q_y), \quad (q^i_{xy} = F_i, \quad i = 1, 2, \dots, n), \quad (2)$$

линеаризации которых связаны преобразованиями Лапласа первого порядка.

Предположим, что решения $u(x, y, \tau)$ и $q(x, y, \tau)$ систем (1) и (2) зависят от некоторого параметра τ и определим функции $v = u_\tau$, $p = q_\tau$. Функции v и p удовлетворяют линейным системам

$$D\bar{D}v = Cv, \quad (3)$$

$$(D\bar{D} - A_{-1}D - B_{-1}\bar{D} - C_{-1})p = 0. \quad (4)$$

Здесь введены обозначения D и \bar{D} для операторов полного дифференцирования по переменным x и y соответственно, а также обозначения для матриц-функций $C(u) = (f^i_{u^j}(u))_{i,j=1}^n$, $A_{-1}(q) = (F^i_{q_j}(q))_{i,j=1}^n$, $B_{-1}(q) = (F^i_{q_x}(q))_{i,j=1}^n$ и $C_{-1}(q) = (F^i_{q_y}(q))_{i,j=1}^n$.

Основным результатом работы является следующее утверждение.

Теорема. Пусть линеаризованная система (4) является результатом применения x -преобразования Лапласа (см. [1]) к линеаризованной системе (3). Тогда системы (1) и (2) имеют следующий вид:

$$u_{xy} = f(u), \quad q_{xy} = C(f^{-1}(q_y))q, \quad (5)$$

где матрица-функция C определена выше.

При помощи преобразования Лапласа линеаризованных систем построено преобразование Беклунда $q = u_x$, $q_y = f(u)$, связывающее решения нелинейных систем (5).

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 11-01-97005-р_поволжье_a.

Литература

[1] А.В. Жибер, В.В. Соколов. Точно интегрируемые гиперболические уравнения лиувиллевского типа // УМН. 2001. Т 56, № 1. С.63–106.

АСИМПТОТИКИ РЕШЕНИЙ ЗАДАЧИ КОНВЕКТИВНОЙ ДИФФУЗИИ В СЛЕДЕ ЗА ЧАСТИЦЕЙ С УЧЕТОМ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

Кутлуев Р.Р.

Башкирский государственный педагогический университет им.М.Акумуллы,
г.Уфа, Россия

Рассматривается краевая задача

$$\Delta u = \frac{Pe}{r^2 \sin \theta} \left(\frac{\partial u}{\partial r} \frac{\partial \psi}{\partial \theta} - \frac{\partial u}{\partial \theta} \frac{\partial \psi}{\partial r} \right) + k_v F(u), \quad (1)$$

$$u = 1 \text{ при } r = 1, \quad u \rightarrow 0 \text{ при } r \rightarrow \infty, \quad \partial u / \partial \theta = 0 \text{ при } \theta = \pi \text{ и } \theta = 0. \quad (2)$$

где $\psi(r, \theta)$ - функция тока, Δ - оператор Лапласа, Pe - число Пекле, k_v - число, определяемое скоростью химической реакции. При рассмотрении твердых частиц для удобства введен малый параметр $\varepsilon = Pe^{-1/3}$.

AP решения в диффузионном пограничном слое ищется в виде ряда

$$u(x, \theta, \varepsilon) = u_0(x, \theta) + \varepsilon u_1(x, \theta) + \varepsilon^2 u_2(x, \theta) + \dots, \quad (3)$$

где $x = \varepsilon^{-1}(r-1)\beta^{-1}$ и $\beta = (2/3)^{1/3}$.

Ранее были построены главные члены асимптотического разложения в следе за сферической частицей [1]. В настоящей работе построены следующие члены асимптотического разложения при $\theta \rightarrow 0$ в окрестности точки стекания жидкости с частицы.

Асимптотику $u_i(x, \theta)$ при $\theta \rightarrow 0$ ищем в виде ряда

$$u_i(x, \theta) = \sum_{k=0}^i \ln^k \theta \sum_{m=0}^{\infty} \theta^{m-i+1} u_{i,k,m}(x), \text{ где } i \geq 1. \quad (4)$$

Функции $u_i(x, \theta)$ в области $0 < \theta < \pi$ строятся как решения уравнений

$$Lu_i(x, \theta) - \mu F'(u_0) u_i(x, \theta) = h_i(u_1, u_2, \dots, u_{i-1}), \quad (5)$$

где $i \geq 1$, $\mu = k_v / Pe^{2/3}$ постоянная, $Lu(x, \theta) = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - x^2 \cos \theta \frac{\partial u}{\partial x} + x \sin \theta \frac{\partial u}{\partial \theta}$ и h_i

однозначно определяются из рекуррентной системы уравнений.

Литература

1. Ахметов Р.Г. Асимптотика решения задачи конвективной диффузии с объемной химической реакцией в следе за частицей // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. 2006. Т. 46. № 5. с. 834-847.

АСИМПТОТИКИ РЕШЕНИЙ ОДНОГО КВАЗИЛИНЕЙНОГО ОБЫКНОВЕННОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ НА БЕСКОНЕЧНОСТИ

Кутлуева Г.В.

Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акумуллы,
г.Уфа, Россия

Рассматривается обыкновенное дифференциальное уравнение

$$u''(t) - tu'(t) - \mu F(u) = 0, \quad (1)$$

где $F(u) \in C^\infty$, $F(0) = 0$, $F'(0) > 0$.

Требуется найти решения уравнения (1) удовлетворяющие условиям

$$u(0) = 1, \quad u \rightarrow 0, \quad \text{при } t \rightarrow +\infty. \quad (2)$$

В настоящей работе построено формальное асимптотическое разложение при $t \rightarrow \infty$ в случае когда $F(u) = \sin u$.

Асимптотическое разложение решения ищется в виде ряда

$$u(t) = \sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{\infty} c_{i,j} t^{-(i+1)\mu-2j}. \quad (3)$$

Теорема: существует решение $u(t)$ задачи (1), (2), такое что $u(t)$ -непрерывна при $t \geq 0$, $u \in C^\infty$ при $t > 0$ и для некоторого $c_{0,0} \in \mathbb{R}$ имеет при $t \rightarrow +\infty$ асимптотическое разложение (3)

где $c_{0,1} = -(\mu+1)c_{0,0}/2$, $c_{0,2} = -(\mu+2)(\mu+3)c_{0,1}/4$,

$$c_{1,1} = -2\mu(2\mu+1)c_{1,0}/(\mu+2), \quad c_{1,2} = -(2\mu+2)(2\mu+3)c_{1,1}/(\mu+4),$$

$$c_{2,1} = -\left(3\mu(3\mu+1)c_{2,0} + \mu c_{0,0}^2 c_{0,1}/2\right)/(\mu+2),$$

$$c_{2,2} = -\left((3\mu+2)(3\mu+3)c_{2,1} + \mu(c_{0,0}^2 c_{0,2} + c_{0,1}^2 c_{0,0})/2\right)/(\mu+4), \dots$$

Доказательство для достаточно малого μ проведено в работе [1].

Литература

1. Akhmetov R.G. The asymptotic expansions of the solution for the boundary value problem to a convective diffusion equation with volume chemical reaction near a spherical drop // Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation. V.15 (2011), CNSNS 1577, 2308-2312.

АСИМПТОТИКИ РЕШЕНИЙ ЗАДАЧИ КОНВЕКТИВНОЙ ДИФФУЗИИ В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ ОКОЛО ЦИЛИНДРА ПРИ НАЛИЧИИ ОБЪЁМНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

Максимова Н.В.

Башкирский государственный педагогический университет
им. М.Акмиллы, г.Уфа, Россия

Рассматривается задача

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 2t \cos \theta \frac{\partial u}{\partial t} + 2 \sin \theta \frac{\partial u}{\partial \theta} - \mu F(u(t, \theta)) = 0 \quad (1)$$

$$u(0, \theta) = 1; \quad u(t, \theta) \rightarrow 0 \quad \text{при } t \rightarrow \infty, \quad \frac{\partial u}{\partial \theta}(t, \pi) = 0, \quad (2)$$

где функция $F(u)$ удовлетворяет условиям

$$F: R^1 \rightarrow R^1, \quad F(0) = 0, \quad F'(u) > 0, \quad F(u) \in C^\infty(R), \quad (3)$$

$$F(u) = u + F_2 u^2 + F_3 u^3 + \dots + O(u^k) \quad (4)$$

при $u \rightarrow 0$ (для любого $k > 1$).

Задача (1) - (2) возникает при исследовании установившейся конвективной диффузии около цилиндра обтекаемой поступательным потоком идеальной жидкости с учётом объёмной химической реакции.

В работе построены главные члены формального асимптотического разложения решений задачи (1) в диффузионном пограничном слое.

Литература

- [1] Ахметов Р.Г. Асимптотики решений одного класса квазилинейных обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка // Обыкновенные дифференциальные уравнения. 2010. Т. 46. № 2. С. 155-162.
[2] Ахметов Р.Г. Асимптотика решения задачи о конвективной диффузии с объёмной реакцией около сферической частицы // Труды инст. матем. и мех. Уро РАН. 2003. Т. 9 №1. С. 10-14.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ПЕНЛЕВЕ IV

Розит А.П.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Исследуются обыкновенные дифференциальные уравнения вида:

$$y'' = P(x, y) + 3Q(x, y)y' + 3R(x, y)y'^2 + 5(x, y)y'^3, \quad (1)$$

замкнутых относительно точечных преобразований общего вида

$$\tilde{x} = \tilde{x}(x, y), \tilde{y} = \tilde{y}(x, y). \quad (2)$$

Если два уравнения вида (1) переводятся друг в друга точечной заменой переменных (2), то говорят, что они эквивалентны относительно точечной замены переменных. Решить проблему эквивалентности для некоторого заданного уравнения – это описать класс эквивалентных уравнений.

В конце XX века выяснилось, что уравнения Пенлеве возникают при сведении к обыкновенным дифференциальным уравнениям некоторых нелинейных уравнений математической физики, интегрируемых методом обратной задачи рассеяния. В частности, уравнение Пенлеве IV возникает при редукции нелинейного уравнения Шредингера и зависит от двух комплексных параметров a и b :

$$z'' = \frac{1}{2z}(z')^2 + \frac{3}{2}z^3 + 4tz^2 + (t^2 - a)z + \frac{b}{z}. \quad (3)$$

Решение проблемы эквивалентности для уравнения Пенлеве IV описано в работе [1].

Нами была разработана программа проверки эквивалентности для уравнения Пенлеве IV в математической среде Wolfram Mathematica. Нужно отметить, что для вычисления инвариантов требуется достаточная вычислительная мощность.

Применение программы проверки эквивалентности продемонстрировано на примере.

Литература

[1] Картак В. В. Теоретическая и математическая физика, 2012, принято к печати.

ТЕСТИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ «КЛАССИФИКАТОР» НА БАЗЕ ДАННЫХ ОДУ ВТОРОГО ПОРЯДКА ИЗ СПРАВОЧНИКА Э. КАМКЕ

Тимофеева С.В.

Башкирский Государственный Университет, г.Уфа, Россия

В данной работе проведена автоматическая классификация нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка вида

$$y'' = P(x, y) + 3Q(x, y)y' + 3R(x, y)y'^2 + S(x, y)y'^3 \quad (1)$$

взятых из справочника Э.Камке (часть 3, глава VI) [1] с использованием программного модуля «Классификатор».

Для ввода данных потребовалось

1. Отобрать из главы VI [1] уравнения, приводимые к виду (1).
2. Привести подходящие уравнения к виду (1).
3. Создать файл ввода в формате txt, где каждому уравнению в

файле соответствует строка вида $N;P;Q;R;S$ где N – номер уравнения в соответствии с нумерацией из [1], P, Q, R, S – коэффициенты уравнения (1). Из 249 уравнений главы VI виду (1) приводятся только 205 уравнений.

Далее файл ввода был обработан программным модулем. Результаты систематизировали по случаям: общего положения, максимального вырождения, промежуточного вырождения, и по подслучаям 1-7 промежуточного вырождения. Используются терминологии работы [2].

В результате получили:

- 1) случай максимального вырождения – 54 уравнения
- 2) случай промежуточного вырождения - 120 уравнений
- 3) случай общего положения – 31 уравнений

Случай промежуточного вырождения делится на подслучаи:

- случай 7.1 – 7 уравнений
- случай 1.4 $\Pi = \text{const}$ – 56 уравнений
- случай 1.4 – 21 уравнений
- случай 1.3 – 12 уравнений
- случай 1.2 $\Pi = \text{const}$ – 17 уравнений
- случай 4 – 7 уравнений.

Литература

[1] Камке Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям (М., Наука, 1976).

[2] R. A. Sharipov, On the point transformations for the equation $y'' = P + 3Qy' + 3R\{y'\}^2 + S\{y'\}^3$, Electronic archive at LANL (solv-int \#9706003, 1997), 1—35.

УДК 517.9

ПОЛНЫЙ СПИСОК ОДУ ВТОРОГО ПОРЯДКА ИЗ СПРАВОЧНИКА Э.КАМКЕ, ЭКВИВАЛЕНТНЫХ УРАВНЕНИЯМ ПЕНЛЕВЕ I И II

Тошмуродова Д.Р., Юрьева А.М.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Уравнения Пенлеве - общее название группы из 6-ти ОДУ. Введены П. Пенлеве и Б. Гамбье. Возникают при сведении к обыкновенным дифференциальным уравнениям некоторых нелинейных уравнений математической физики. В частности, уравнение Пенлеве II возникает при редукции уравнения Кортевега-де Фриса.

В данной работе рассматриваются уравнения Пенлеве I и II:

$$\text{Пенлеве I} \quad y'' = 6 \cdot y^2 + x \quad (1)$$

$$\text{Пенлеве II} \quad y'' = 2 \cdot y^3 + x \cdot y + a \quad (2)$$

В статье [1] сформулированы в терминах инвариантов необходимые и достаточные условия, при выполнении которых ОДУ 2-го порядка сводится точечной заменой переменных к уравнению (1) или (2).

В дипломной работе С.Тимофеевой (2012 г.) расклассифицированы подходящие уравнения из справочника по дифференциальным уравнениям Э.Камке [2]. Найдены все уравнения, для которых выполнены необходимые условия эквивалентности уравнениям Пенлеве I (всего 7 уравнений) и Пенлеве II (28 уравнений).

В настоящей работе эти уравнения проверены по критериям работы [1]. Найдены 2 уравнения, эквивалентные Пенлеве I, и 5 уравнений, эквивалентных Пенлеве II. Выписаны явно замены переменных, приводящие их к каноническому виду (1) и (2).

Литература

1. Картак В.В. «Явное решение проблемы эквивалентности для некоторых уравнений Пенлеве» / Уфимский математический журнал. Т.1. №3 (2009). С.46-56.
2. Э.Камке «Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям».

**ФОРМУЛЫ О СРЕДНЕМ ДЛЯ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ
ВОЗМУЩЕННОГО ОПЕРАТОРА ЛАПЛАСА-БЕЛЬТРАМИ НА СФЕРЕ
ЕДИНИЧНОГО РАДИУСА**

Уразбаева Э.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

$$\text{Пусть } L_0 = -\Delta_{\theta,\varphi} = -\frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right) - \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2}$$

– оператор Лапласа-Бельтрами на единичной сфере S^2 , действующий в гильбертовом пространстве $L^2(S^2)$, а V – оператор умножения на измеримую ограниченную комплекснозначную функцию $V(\theta, \varphi)$ (θ, φ – сферические координаты, $0 \leq \theta \leq \pi$ $0 \leq \varphi \leq 2\pi$) в $L^2(S^2)$ и пусть $L = L_0 + V$. Обозначим через $\lambda_k = k(k+1)$ и μ_{ki} , $k = 0, 1, \dots$, $-k \leq i \leq k$ – собственные числа операторов L_0 и L соответственно.

В работе были получены формулы о среднем для собственных значений возмущенного оператора Лапласа-Бельтрами на сфере единичного радиуса:

$$\text{первая формула о среднем: } \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{N(\lambda_n)} \sum_{k=0}^n \sum_{i=-k}^k [\mu_{ki} - k(k+1)] = \frac{3}{4\pi} \int_{S^2} V(\omega) d\omega;$$

вторая формула о среднем:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{N(\lambda_n)} \int_0^{\lambda_n} \rho(t) dt = \frac{3}{8\pi} \int_{S^2} V^2(\omega) d\omega - \frac{3}{16\pi} \iint_{S^2 \times S^2} \frac{V(\omega)V(\omega_0)}{\sqrt{1 - (\omega, \omega_0)}} d\omega d\omega_0$$

Литература

- [1] Садовничий В.А., Фазуллин З.Ю. *Спектральные свойства возмущения оператора Лапласа-Бельтрами*. // Дифференц. уравнения. 2005.
- [2] Рид М., Саймон Б. *Методы современной математической физики*. // Т. 4. Анализ операторов. Пер. с англ. – М.: Мир, 1982. С. 286-287.
- [3] Муртазин Х.Х., Фазуллин З.Ю. *Неядерные возмущения дискретных операторов и формулы следов*. // Мат. сборник. 2005. Т.196. №12. С. 123-156.

РЕШЕНИЯ АНИЗОТРОПНЫХ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ В НЕОГРАНИЧЕННЫХ ОБЛАСТЯХ

Кожевникова Л.М., Хаджи А.А.

Башкирский государственный университет, г. Стерлитамак, Россия

Пусть Ω - произвольная неограниченная область пространства $R_n = \{x = (x_1, x_2, \dots, x_n)\}$, $\Omega \subseteq R_n$, $n \geq 3$, расположенная вдоль выделенной оси Ox_s , $s = 2, 3, \dots, n$. Для анизотропного квазилинейного эллиптического уравнения второго порядка рассматривается задача Дирихле

$$\sum_{\alpha=1}^n (a_\alpha(x, \nabla u))_{x_\alpha} = \sum_{\alpha=1}^n (\Phi_\alpha(x))_{x_\alpha}, \quad x \in \Omega, \quad u|_{\partial\Omega} = 0. \quad (1)$$

Предполагается, что функции $a_\alpha(x, \xi)$, $\alpha = 1, \dots, n$, измеримы по $x \in \Omega$ для $\xi \in R_n$, непрерывны по $\xi \in R_n$ для почти всех $x \in \Omega$. Пусть $p = (p_1, p_2, \dots, p_n)$, $1 < p_1 \leq p_2 \leq \dots \leq p_n$ и для любых $\xi, \eta \in R_n$ при почти всех $x \in \Omega$ выполняются условия:

$$\sum_{\alpha=1}^n (a_\alpha(x, \xi) - a_\alpha(x, \eta))(\xi_\alpha - \eta_\alpha) \geq \bar{a} \sum_{\alpha=1}^n |\xi_\alpha - \eta_\alpha|^{p_\alpha};$$

$$|a_\alpha(x, \xi) - a_\alpha(x, \eta)| \leq \hat{a} |\xi_\alpha - \eta_\alpha| (|\xi_\alpha| + |\eta_\alpha|)^{p_\alpha - 2}; \quad a_\alpha(x, 0) = 0.$$

Для $r > 0$ введем обозначения

$$\Omega_a^b = \{x \in \Omega \mid a < x_s < b\}, \quad v(r) = \inf \left\{ \|g_{x_1}\|_{p_1, \gamma_r} \mid g(x) \in C_0^\infty(\Omega), \|g\|_{p_1, \gamma_r} = 1 \right\}.$$

Пусть область Ω и функции $\Phi_\alpha(x)$, $\alpha = \overline{1, n}$ удовлетворяют условиям

$$\int_1^\infty v^{p_1/p_s}(\rho) d\rho = \infty, \quad \text{supp } \Phi_\alpha(x) \subset \Omega^{R_{00}}, \quad R_0 > 0.$$

Рассмотрим область вращения с положительной $f(x_s) < \infty$, $s = 2, 3, \dots, n$

$$\Omega(f)[s] = \{x \in R_n \mid x_s > 0, |x'_s| < f(x_s)\}, \quad x'_s = (x_1, \dots, x_{s-1}, x_{s+1}, \dots, x_n).$$

Будем полагать, что существует постоянная $\omega \geq 1$, что для $f(x)$

$$\text{sup} \{f(z) \mid z \in [x - f(x), x + f(x)]\} \leq \omega f(x), \quad x \geq 1.$$

Теорема. *Существуют числа $\tilde{K}, \tilde{\mu} > 0$, что для решения $u(x) \geq 0$ задачи*

(1) с $p_1 = p_2 = \dots = p_n = p$ в области вращения $\Omega(f)$ справедлива оценка

$$\|u\|_{p, \Omega^{r+1}(f)} \geq \tilde{\mu} \exp\left(-\tilde{K} \int_1^r dx / f(x)\right), \quad r \geq \tilde{r}.$$

АСИМПТОТИКИ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ЗАДАЧИ ДИРИХЛЕ В ОБЛАСТИ С МАЛЫМ ОТВЕРСТИЕМ

Черданцева К.И.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Пусть $n \geq 3$, $\Omega, \omega \subset R^n$, $\{0\} \in \omega \subset \Omega$, $\partial\Omega, \partial\omega \in C^\infty$, $0 < \varepsilon \ll 1$,
 $\omega_\varepsilon = \{x : \varepsilon^{-1}x \in \omega\}$, $\Omega_\varepsilon = \Omega \setminus \bar{\omega}_\varepsilon$, $a_{ij}(x), a(x) \in C^\infty(\bar{\Omega})$, $a_{ij} = a_{ji}$,
 $\alpha_1 |\xi|^2 \leq \sum_{i,j=1}^n a_{ij}(x) \xi_i \xi_j$ для $\forall x \in \Omega$, $\forall \xi = (\xi_1, \dots, \xi_n)$, $\alpha_1 > 0$.

Методом согласования асимптотических разложений построены асимптотики при $\varepsilon \rightarrow 0$ собственных значений краевой задачи

$$H\psi_\varepsilon := -\sum_{i,j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} \left(a_{ij} \frac{\partial}{\partial x_j} \psi_\varepsilon \right) + a\psi_\varepsilon = \lambda_\varepsilon \psi_\varepsilon \text{ в } \Omega_\varepsilon, \psi_\varepsilon = 0 \text{ на } \partial\Omega_\varepsilon, \quad (1)$$

сходящихся к собственным значениям следующей краевой задачи:

$$H\psi_0 = \lambda_0 \psi_0 \text{ в } \Omega, \psi_0 = 0 \text{ на } \partial\Omega. \quad (2)$$

Рассмотрены случаи как простого, так и двукратного собственного значения λ_0 . В частности, доказана следующая

Теорема. Пусть λ_0 – простое собственное значение (2), ψ_0 – соответствующая нормированная в $L_2(\Omega)$ собственная функция. Тогда

$$\lambda_\varepsilon = \lambda_0 + \sum_{i=0}^{\infty} \varepsilon^{i+n-2} \lambda_{i+n-2,0} + b(n) \sum_{p=0}^{\infty} \sum_{i=(n-2)p}^{\infty} \varepsilon^{i+2(n-2)} \ln^{p+1} \varepsilon \lambda_{i+2(n-2),p+1},$$

$$\lambda_{(p+1)(n-2),p} = -c^{p+1}(\omega) A^p(n) |S_n| (n-2) \psi_0^2(0),$$

где $c(\omega)$ – гармоническая емкость области ω , $|S_n|$ – площадь единичной сферы в R^n , $A(n)$ – постоянная, которая зависит только от n и a_{ij} , a , $d(n) = 0$ при нечетных n и $d(n) = 1$ при четных n .

Работа выполнена при поддержке РФФИ (код проекта 12–01–00445).

СЕКЦИЯ «СПЕКТРАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОПЕРАТОРОВ»

ФОРМУЛЫ О СРЕДНЕМ ДЛЯ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ВОЗМУЩЕННОГО ДВУМЕРНОГО ГАРМОНИЧЕСКОГО ОСЦИЛЛЯТОРА

Нугаева И.Г.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

В настоящей работе изучается оператор $H = H_0 + V$ в $L^2(R^2)$, где $H_0 = -\Delta + x^2$, $x^2 = x_1^2 + x_2^2$, V -оператор умножения на ограниченную измеримую финитную вещественную функцию, H_0 -невозмущенный оператор. Спектр H_0 известен и состоит из собственных значений $\lambda_k = 2(k+1)$, $k \geq 0$. Соответствующие проекторы на собственные подпространства (размерности $n+1$) имеют вид $P_k h = \sum_{i=0}^k (h, \phi_i^{(k)}) \phi_i^{(k)}$, где (\cdot, \cdot) скалярное произведение в $L^2(R^2)$, $\phi_l^{(n)}(x) = f_l(x_1) f_{n-l}(x_2)$, $f_l(t)$ - нормированная собственная функция одномерного гармонического осциллятора, соответствующая собственному числу $2l+1$ $l \geq 0$.

В работе были получены формулы о среднем для собственных значений возмущенного двумерного гармонического осциллятора:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{N+1} \sum_{n=0}^N \sum_{k=0}^n [\mu_k - \lambda_k] \right) = \frac{1}{2\pi} \int_{R^2} V(x) dx$$
 - первая формула о

среднем ; $\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{2}{N+1} \int_0^t \rho(t) dt = \frac{1}{2\pi} \int_{R^2} V^2 dx$ - вторая формула о среднем для

собственных значений возмущенного двумерного гармонического осциллятора.

Литература

- [1] Фазуллин З. Ю., Муртазин Х. Х. Регуляризованный след двумерного гармонического осциллятора // Математический сборник 2001 Т.192 №5 С. 87-124.
- [2] Фазуллин З. Ю., Муртазин Х. Х. Неядерные возмущения дискретных операторов и формулы следов // Математический сборник 2005 Т.196 №12 С. 123-157.

ОЦЕНКА ВТОРОЙ ПОПРАВКИ ТЕОРИИ ВОЗМУЩЕНИЙ ДЛЯ ОГРАНИЧЕННОГО ВОЗМУЩЕНИЯ ОПЕРАТОРА ЛАПЛАСА НА КВАДРАТЕ

Нугаева И.Г., Уразбаева Э.Р.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

В настоящей работе изучается вопрос об оценке второй поправки теории возмущений для ограниченного возмущения оператора Лапласа на квадрате $K = [0, \pi] \times [0, \pi]$. Рассмотрим оператор $H = H_0 + V$, где $H_0 = -\Delta$ - оператор Лапласа, V -оператор умножения на ограниченную измеримую вещественную функцию, $V \in W_2^2[K]$, H_0 -невозмущенный оператор. $\{\lambda_n\}_{n=-\infty}^{+\infty}$ - собственные числа оператора Лапласа, $\{\varphi_n\}_{n=-\infty}^{+\infty}$ - ортонормированный базис из собственных функций оператора Лапласа. $\{\mu_n\}_{n=-\infty}^{+\infty}$ - собственные числа оператора $H = H_0 + V$, занумерованные в порядке возрастания с учетом их кратностей. Собственные числа возмущенного оператора: $\mu_n = \lambda_n + (Vf_n, f_n) + \alpha_n + \beta_n$, где α_n и β_n есть вторая поправка теории возмущений:

$$\alpha_n = \sum_{n \neq s} \frac{Sp P_n V P_s V P_n}{\lambda_n - \lambda_s} = \sum_{\lambda_{km} \neq \lambda_{k_0 m_0}} \sum \frac{|(V(x_1, x_2) f_{km}(x_1, x_2), f_{k_0 m_0}(x_1, x_2))|^2}{\lambda_{km} - \lambda_{k_0 m_0}},$$

Основным результатом работы является теорема:

Теорема 1: Пусть $V \in W_2^2[K]$ и $\|V\| < \frac{1}{2}$, тогда при $n \gg 1$

справедлива следующая оценка: $\alpha_n = O\left(\frac{1}{\lambda_n}\right)$.

Литература

[1]. Фазуллин З.Ю., Муртазин Х.Х. Неядерные возмущения дискретных операторов и формулы следов // Математический сборник 2005 Т.196 №12 С. 123-157

ВЕСОВОЕ НЕРАВЕНСТВО ХАРДИ В КВАНТОВОМ АНАЛИЗЕ

Байарыстанов А.О., Темирханова А.М., Шаймардан С.

Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева,
Астана, Казахстан

Целью данной работы является установление q -аналога весового неравенства Харди для которого в классическом анализе получены необходимые и достаточные условия при всех значениях параметров (см. [1]).

q -аналог весового неравенства Харди имеет вид:

$$\left(\int_0^{\infty} \left(u(x) \int_0^{\infty} \chi_{(0,x]}(t) v(t) f(t) d_q t \right)^r d_q x \right)^{\frac{1}{r}} \leq C \left(\int_0^{\infty} f^p(x) d_q x \right)^{\frac{1}{p}}, \quad f \geq 0 \quad (1)$$

где $0 < r, p \leq \infty$ и $v(x), u(x)$ - весовые функции, т.е. неотрицательные на $(0, \infty)$ функции.

Теорема. (i) Если $1 < p \leq r < \infty$, тогда неравенство (1) выполнено тогда и только тогда, когда

$$B_1 = \sup_{z>0} \left(\int_0^{\infty} \chi_{[x,\infty)}(x) u^r(x) d_q x \right)^{\frac{1}{r}} \left(\int_0^{\infty} \chi_{(0,x]}(t) v^{-p'}(t) d_q t \right)^{\frac{1}{p'}} < \infty$$

(ii). Если $0 < r < 1 < p < \infty$, тогда неравенство (1) выполнено тогда и только тогда, когда

$$B_2 = \left(\int_0^{\infty} \left(\int_0^{\infty} \chi_{[z,\infty)}(t) u^r d_q t \right)^{\frac{p}{p-r}} \left(\int_0^{\infty} \chi_{(0,z]}(t) v^{p'}(t) d_q t \right)^{\frac{p(r-1)}{p-r}} v^{p'}(z) d_q z \right)^{\frac{p-r}{pr}} < \infty$$

Получены необходимые и достаточные условия выполнения q -аналога весового неравенства Харди при всех значениях параметров r, p .

Литература

[1] Kufner A., Maligranda L., Persson L.-E., The Hardy Inequality. About History and some related results, Vydavatel'sky Servis Publishing House, 2007, 162 pp.

СЕКЦИЯ «МЕХАНИКА»

УДК 534.1

ОБ ОДНОЗНАЧНОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ МАССЫ И МОМЕНТА ИНЕРЦИИ, СОСРЕДОТОЧЕННОГО НА КОНЦЕ БАЛКИ

Ахтямова А.А.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Задачи вычисления собственных частот механических систем достаточно хорошо изучены [1, 2]. Обратные задачи для таких систем стали исследоваться сравнительно недавно. В настоящей работе по собственным частотам изгибных колебаний определяются параметры концевого груза. Показано, что для однозначной идентификации двух неизвестных – массы и момента инерции груза – двух собственных частот еще недостаточно. Для этих целей следует использовать три собственных частоты. Для решения задачи предложен метод введения дополнительной неизвестной величины. С помощью этого метода построено множество корректности задачи и доказана корректность ее по А.Н. Тихонову.

Литература

- [1] Коллатц Л. Задачи на собственные значения (с техническими приложениями). М.: Наука, 1968. 503 с.
- [2] Вибрации в технике: Справочник. Т. 1. Колебания линейных систем/ Под ред. В. В. Болотина. М.: Машиностроение, 1978. 352 с.

УДК 621.98.04

**ВЫБОР СПОСОБОВ НАГРУЖЕНИЯ ТРЕХСЛОЙНОЙ ПОЛОЙ
КОНСТРУКЦИИ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ ЕЕ ДЕФЕКТОВ ПО
МЕТОДУ ЦИФРОВОЙ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ
ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ**

Ахунова А. Х.

ФГБУН Институт проблем сверхпластичности металлов РАН,
г. Уфа, Россия

Для обеспечения высокой эксплуатационной надежности летательных аппаратов (ЛА) большое значение имеет контроль качества всей детали или узла ЛА. Особую сложность при контроле качества представляют многослойные полые конструкции, состоящие из обшивок и образующего ребра жесткости гофрированного заполнителя, изготавливаемые из листовых двухфазных титановых сплавов с использованием сверхпластической формовки и сварки давлением [1-2]. Наличие дефектов в таких конструкциях может привести к разрушению всей детали или узла ЛА. Поэтому актуальным является развитие методов неразрушающего контроля готового изделия.

В работе рассматривается метод цифровой голографической интерферометрии (ЦИ) с целью неразрушающего контроля трехслойных полых конструкций. Методом конечных элементов рассчитаны поля перемещений поверхности конструкций при различных способах нагружения и закрепления в упругой области: кручение, изгиб и внутреннее давление с защемлением одного торца конструкции, а также внутреннее давление с закреплением конструкции по всему контуру. Показано, что нагружение закрепленной по контуру конструкции внутренним давлением позволяет выявлять ряд типичных дефектов, таких как непровар или разрыв ребра жесткости.

Литература

1. Ахунова А. Х., Дмитриев С. В., Круглов А. А., Сафиуллин Р. В. Моделирование процесса сверхпластической формовки полых конструкций с гофрированным заполнителем из титанового сплава ВТ6 / Перспективные материалы, 2011, №12, С. 42-44.
2. Ахунова А. Х., Дмитриев С. В., Круглов А. А., Сафиуллин Р. В. Сверхпластическая формовка листовых заготовок в протяженную клиновую матрицу / Деформация и разрушение материалов, 2010, №9, С. 38-41.

ВЫБОР ЗАКОНА ПОДАЧИ ДАВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ СВЕРХПЛАСТИЧЕСКОЙ ФОРМОВКИ ПОЛЫХ ТРЕХСЛОЙНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ЦЕЛЬЮ СОКРАЩЕНИЯ ВРЕМЕНИ ФОРМОВКИ

Ахунова А.Х.

Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, г. Уфа, Россия

При изготовлении деталей и узлов летательных аппаратов широкое применение нашла технология сверхпластической формовки (СПФ), с помощью которой создаются, в частности, трехслойные полые конструкции, состоящие из обшивок и образующего ребра жесткости гофрированного заполнителя. В процессе формовки таких конструкций необходимо не только обеспечивать оптимальные температурно-скоростные условия деформации листовой заготовки заполнителя, с тем чтобы избежать ее разрыва и добиться равномерного утонения, но также минимизировать общее время формовки конструкции.

В работе рассматривалась трехслойная полая конструкция из титанового сплава ВТ6. На основе конечно-элементного моделирования выявлено [1-4], что процесс СПФ трехслойной конструкции имеет две стадии. На основе проведенных расчетов и экспериментальных данных был разработан закон изменения давления формирующего газа в течение всего процесса, учитывающий все стадии формовки и позволяющий существенно сократить общее время формовки.

Литература

1. Ахунова А. Х., Дмитриев С. В., Круглов А. А., Сафиуллин Р. В. Сверхпластическая формовка листовых заготовок в протяженную клиновую матрицу // Деформация и разрушение материалов. 2010. №9. С. 38-41.
2. Ахунова А. Х., Дмитриев С. В. Оптимизация формы матриц для тестовых сверхпластических формовок листовых заготовок // Деформация и разрушения материалов. 2009. №11. С. 40-44.
3. Akhunova A. Kh., Dmitriev S. V., Kruglov A. A., Safiullin R. V. Constitutive Relations for Superplastic Flow Modeling from Two-Axial Loading Experiments // Key Engineering Materials. 2010. Vol. 433. P. 319-323.
4. Ахунова А. Х., Дмитриев С. В., Круглов А. А., Сафиуллин Р. В. Моделирование процесса сверхпластической формовки полых конструкций с гофрированным заполнителем из титанового сплава ВТ6 // Перспективные материалы. 2011. №12. С. 42-44.

УДК 517.925.4

**РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ ДЛЯ СИСТЕМЫ
УРАВНЕНИЙ ЭЙЛЕРА-ЛАГРАНЖА С ДВУМЯ
СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ**

Багдерина Ю.Ю.

Институт математики с вычислительным центром УНЦ РАН, Уфа, Россия

Для системы уравнений Эйлера-Лагранжа с двумя степенями свободы

$$\frac{d}{dt}L_{x_1} - L_{x_1} = 0, \quad \frac{d}{dt}L_{x_2} - L_{x_2} = 0$$

решена проблема эквивалентности относительно точечных преобразований времени и координат. Построен базис дифференциальных инвариантов этого класса уравнений и операторы инвариантного дифференцирования. В терминах инвариантов описаны некоторые типы систем (система с разделяющимися уравнениями, система с двумя циклическими переменными, система с одним отделяющимся уравнением, система Лиувилля). Полученные результаты проиллюстрированы рядом примеров.

УДК 534.112

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ ОБРАТНОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ШТУРМА-ЛИУВИЛЛЯ

Галеева Д.Р.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В данной работе рассматривается следующая спектральная задача Штурма-Лиувилля:

$$ly = -y'' + q(x)y = \lambda y, \quad (1)$$

$$U_1(y) = y'(0) - (h_0 + h_1\lambda) \cdot y(0) = 0, \quad (2)$$

$$U_2(y) = y'(1) + (H_0 + H_1\lambda) \cdot y(1) = 0 \quad (3)$$

где $q(x)$ -суммируемая функция, x принадлежит $[0,1]$, λ – спектральный параметр.

Требуется найти коэффициенты h_0, h_1, H_0, H_1 по собственным значениям λ_i задачи (1)-(3). В отличие от [1] функция $q(x)$ является известной.

В работе показано, что обратная задача однозначно неразрешима. Однако имеет место следующая теорема

Теорема 1. Для коэффициентов h_0, h_1, H_0, H_1 можно найти 2 решения по 5 собственным значениям λ_i . Если известно 4 собственных значения, то искомые коэффициенты имеют по 4 решения.

Применение метода восстановления продемонстрировано на примере.

Литература

[1] Садовничий В.А., Султанаев Я.Т., Ахтямов А.М. Обратные задачи Штурма–Лиувилля с нераспадающимися краевыми условиями. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2009. – 184 с.

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ЧАСТИЦЫ НА ПОРОГОВУЮ ЭНЕРГИЮ ПРИ ЭРОЗИОННОМ РАЗРУШЕНИИ

Горбушин Н.А.¹, Волков Г.А.^{1,2}, Петров Ю.В.^{1,2}

¹Санкт-Петербургский государственный университет,

г. Санкт-Петербург, Россия

²Институт проблем машиноведения РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

В настоящей работе рассматривается вопрос о зависимости минимальной кинетической энергии ударника, которую назовем пороговой, от его геометрии при эрозии полупространства. Были рассмотрены следующие геометрии ударника: цилиндр и сфера.

Предполагаем, что удар квазистатический, поэтому можно воспользоваться решением задачи о статическом давлении жесткого штампа на упругое полупространство [1]. Для определения временных зависимостей было получено решение уравнения движения для ударника.

Поскольку процесс эрозии характеризуется короткими ударными импульсами, необходимо выбрать критерий разрушения полупространства, учитывающий динамику процесса. В настоящей работе был использован критерий инкубационного времени в следующем виде [2]:

$$\frac{1}{\tau} \max_f \int_{f-\tau}^f \sigma(R, V, s) ds = \sigma_{cr}, \quad (1)$$

где σ_{cr} - статическая прочность материала при растяжении, τ - инкубационное время, R и V - радиус и скорость ударника соответственно, $\sigma(R, V, t)$ - максимальное растягивающее напряжение в полупространстве.

С помощью критерия (2) было определено значение пороговой энергии и построены графики зависимости пороговой энергии от радиуса частицы и продолжительности удара. Было выявлено различие в поведении энергии для рассматриваемых геометрий и выдвинуто предположение о наличии различия.

Литература

[1] Джонсон К. Механика контактного взаимодействия - М.: Наука, 1989- 510

[2] Морозов Н.Ф., Петров Ю.В. Проблемы динамики разрушения твердых тел - СПб: СПбГУ, 1997-132.

О ЗАДАЧЕ ТРЁХ ТЕЛ

Губайдуллин М.Б., БашГУ, г. Уфа, РФ

Исследуется весьма частный случай задачи трех тел: массы двух тел равны между собой, третье тело в первоначальный момент находится на срединном перпендикуляре отрезка соединяющего первые два тела; векторы начальных скоростей первых двух тел симметричны относительно упомянутого перпендикуляра, вектор третьего - коллинеарен ему же. В этом случае, в силу особой симметрии действующих сил, указанное взаимное расположение тел будет сохраняться и задачу можно будет свести к потенциальной механической системе со всего двумя степенями свободы и качественно описать динамику. Особый интерес представляет минимум соответствующей потенциальной энергии. Он соответствует так называемому коллинеарному движению в плоской задаче трех тел. Это частный случай точного решения найденный еще Эйлером. В нашем случае он сводится к тому, что в известной системе координат третье тело покоится в центре окружности, а первые два вращаются по данной окружности, оставаясь при этом диаметрально противоположными. Из общих рассуждений следует, что данное положение равновесия, будучи строгим минимумом потенциальной энергии устойчиво по Ляпунову. Отсюда в свою очередь вытекает качественное описание движения при близких начальных условиях. Тела будут двигаться таким образом, что будут колебаться (вообще говоря, не периодически) расстояние между двумя первыми, а также между третьим телом и центром отрезка соединяющим два первых.

УДК 532.546:536.421

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЕ ЛЬДА ПРИ ИНЖЕКЦИИ ВОДЫ В ПОРИСТУЮ СРЕДУ, НАСЫЩЕННУЮ ЛЬДОМ И ГАЗОМ

Галимзянов М.Н. *, Запивахина М.Н. **

*Институт механики Уфимского научного центра РАН, г.Уфа

**Бирская государственная социально-педагогическая академия, г. Бирск

В плоскооднмерной постановке рассмотрим задачу об инъекции теплой воды в холодную пористую среду, насыщенную льдом и газом (воздухом). Будем полагать, что при закачке воды в пористой среде происходит прихват тепла скелетом и в порах образуется лед. Рассмотрим случай, когда фазовые переходы происходят в объемной области. Тогда в результате закачки воды от границы вглубь пласта начинает распространяться объемная область образования льда, разделяющая пласт на три зоны. В первой (ближней) области в порах присутствует вода, во второй (промежуточной) области содержится вода и лед, в третьей (дальней) области находится лед и газ. Насыщенность пор льдом в дальней области равна исходной льдонасыщенности пласта.

Данная задача имеет автомодельное решение. На основе построенных автомодельных решений, проводится численный анализ, иллюстрирующий влияние исходных параметров пористой среды, насыщенной газом и льдом, а также температуры закачиваемой воды на распределение температуры и давления в пористой среде. Установлено, что снижение температуры инжектируемой воды приводит к снижению скорости образования льда. При низкой исходной температуре пористой среды область образования льда оказывается локализованной около границы нагнетания воды, при этом льдонасыщенность пор стремится к единице.

ИССЛЕДОВАНИЯ В СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЯХ ЖЕСТКОГО РОТОРА

Иванова Е.А., Сафина Г.Ф.

Нефтекамский филиал БашГУ, г. Нефтекамск, Россия

В работе рассмотрены свободные колебания жесткого ротора на податливых подшипниках. Дифференциальные уравнения, описывающие такие колебания, имеют вид [1]:

$$\begin{cases} \frac{W}{gl}(l_2\ddot{y}_1 + l_1\ddot{y}_2) + c_1y_1 + c_2y_2 = 0 \\ \frac{W}{gl}(l_2\ddot{z}_1 + l_1\ddot{z}_2) + d_1z_1 + d_2z_2 = 0 \end{cases}; \quad \begin{cases} JW \frac{\dot{y}_2 - \dot{y}_1}{l} - J_1 \frac{\ddot{z}_2 - \ddot{z}_1}{l} = z_2l_2d_2 - z_1d_1l_1 \\ JW \frac{\dot{z}_2 - \dot{z}_1}{l} + J_1 \frac{\dot{y}_2 - \dot{y}_1}{l} = -y_2c_2l_2 + y_1c_1l_1 \end{cases}.$$

Здесь W – вес ротора, l – длина между опорами, J – момент инерции, y_1, z_1, y_2, z_2 – малые перемещения подшипников при колебаниях, c_1, c_2, d_1, d_2 – коэффициенты жесткостей опор в горизонтальном и вертикальном направлениях, y_1, y_2, z_1, z_2 – малые перемещения в направлениях y и z .

Получено следующее частотное уравнение:

$$Ap^8 + Bp^6 + Cp^4 + Dp^2 + I = 0, \quad (1)$$

в котором p – частота колебаний, а коэффициенты уравнения выражаются через физические параметры механической системы. По решению прямой задачи исследованы зависимости собственных частот колебаний ротора от жесткостей вертикальных и горизонтальных опор системы.

Поставлена и решена обратная задача диагностирования жесткостей горизонтальных опор ротора по известным значениям собственных частот его колебаний. Уравнение (1) приведено к следующему виду:

$$\Delta(p) = f_1(p)c_1c_2 + f_2(p)c_1 + f_3(p)c_2 + f_4(p) = 0. \quad (2)$$

Здесь функции $f_i(p)$ выражаются через частоту колебаний и физические параметры жесткого ротора.

Доказана теорема о единственности решения обратной задачи. Найден алгоритм определения коэффициентов жесткостей горизонтальных опор.

Литература

[1] Тимошенко, С.П. Колебания в инженерном деле. Издательство «Наука». – 1967. – 444 с.

УДК 532.5

**ТРЕХМЕРНОЕ ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕДЛЕННОГО
ТЕЧЕНИЯ ОДНОФАЗНОЙ И ДВУХФАЗНОЙ ЖИДКОСТИ
МЕТОДОМ ГРАНИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Иткулова Ю.А., Солнышкина О.А.

Центр «Микро- и наномасштабная динамика дисперсных систем»,
Башкирский государственный университет, г. Уфа
Институт механики Уфимского научного центра РАН, г. Уфа

Работа посвящена численному исследованию трехмерных течений Стокса «чистой» жидкости и жидкости с каплями при малых числах Рейнольдса в каналах сложной геометрии с периодическими и непериодическими граничными условиями. Рассматриваемые задачи будут лежать в основе численного изучения различных эффектов, возникающих при течении эмульсий в областях изменения сечения капиллярных каналов. Численная методика основана на методе граничных элементов (МГЭ), который эффективен для трехмерных задач, так как уменьшает размерность задачи на единицу.

Была построена качественная триангуляция каналов различных форм. Задача течения однофазной жидкости с непериодическими граничными условиями решена прямым и модифицированным МГЭ с использованием метода коллокаций в вершинах, с периодическими граничными условиями – прямым МГЭ с использованием метода коллокаций в центре грани. Для моделирования течения жидкости с каплями использовалась периодическая постановка с использованием комбинированного метода коллокаций. Реализован и протестирован модуль для вычисления сингулярных частей интеграла на основе постоянного и линейного течений. Для чистой жидкости найдены неизвестные компоненты вектора нормального напряжения на границе для непериодического потока, а для периодического потока – скорости на входном и выходном сечении канал и вектора нормального напряжения на всей границе. В случае течения двухфазной жидкости определялись также неизвестные компоненты скорости на межфазной границе. Сравнение результатов решения с аналитическими решениями для течения Пуазейля проводилось в несколько этапов и показало высокую эффективность выбранных методов и разработанных алгоритмов. Относительная погрешность составила не более 1%.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Министерства образования и науки РФ (11.G34.31.0040).

Рассматривается балка с поперечным сечением в виде полого прямоугольника (рис.1). Предложен метод, позволяющий вычислить размеры полости балки по двум собственным частотам изгибных колебаний, взятым из разных спектров (формула 1). Данные спектры принадлежат колебаниям в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, которые выбраны таким образом, что в обоих случаях нейтральная линия поперечного сечения параллельна сторонам.

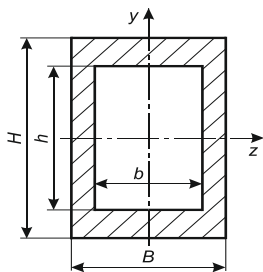


Рис. 1 Поперечное сечение полой балки

$$\begin{cases} \frac{J_y}{F} = \frac{1}{12} \frac{HB^3 - hb^3}{BH - bh}, \\ \frac{J_z}{F} = \frac{1}{12} \frac{BH^3 - bh^3}{BH - bh}. \end{cases} \quad (1)$$

Через F , J_y , J_z обозначены, соответственно, площадь поперечного сечения, моменты инерции и собственные частоты изгибных колебаний (вокруг осей сечения y и z) полой балки.

Изучена зависимость собственной частоты от параметров полости. Доказано, что значения частот рассматриваемой балки и идентичной балки сплошного сечения, не совпадают ни при какой величине полости; а также показано, что у первой из них значения собственных частот всегда выше, чем у второй.

Литература

- [1] Ахтямов А.М. Теория идентификации краевых условий и ее приложения. — М.: Физматлит, 2009, 272 с.
- [2] Бочарова О.В., Ватульян А.О., Жарков Р.С. Реконструкция полости в упругом стержне. — Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки, 2006, № 2, с. 28-32.
- [3] Глэдвелл Г.М.Л. Обратные задачи теории колебаний. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамик», Институт компьютерных исследований, 2008, 608 с.

УДК 533, 519.6

УСКОРЕНИЕ РАСЧЁТА БЛИЖНЕГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ GPU В ЗАДАЧАХ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

Марьин Д.Ф.

БашГУ, Центр микро- и наномасштабной динамики
дисперсных систем, Уфа
Институт механики УНЦ РАН, Уфа

Моделирование процессов методами молекулярной динамики является очень ресурсоёмким, так как для проведения достаточно достоверного вычислительного эксперимента необходимо использование миллионов молекул, а также учёт многопараметричности задачи.

Есть два пути ускорения проведения расчётов. Это использование высокопроизводительных вычислительных систем и высокоэффективных методов, позволяющих снизить вычислительную сложность применяемых алгоритмов. В настоящее время наиболее эффективными для задач динамики многих тел, к которым относится молекулярная динамика, являются гетерогенные системы, представляющие собой вычислительные кластеры, узлы которых содержат как центральные процессора (CPUs), так и графические процессора (GPUs). Однако эффективное использование описанных вычислительных систем требует как значительной модификации существующих алгоритмов, так и разработки новых.

В данной работе описывается метод ускорения расчёта ближнего взаимодействия за счёт использования иерархической структуры данных [1]. Она позволяет снизить вычислительную сложность алгоритма с $O(N^2)$ до $O(N)$, где N – это число частиц. Также в работе приводятся результаты по ускорению, полученному благодаря использованию GPU [2]. Применение GPU позволяет ускорить вычисления как ближнего, так и дальнего взаимодействия, в десятки и сотни раз. В расчётах используются потенциалы Леннарда-Джонса и Кулона.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (грант 11.G34.31.0040).

Литература

- [1] Q. Hu, N.A. Gumerov, and R. Duraiswami, Scalable fast multipole methods on distributed heterogeneous architectures // SC'11, International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage, and Analysis, Seattle, WA, November 12-18, 2011.
- [2] NVIDIA Corporation. NVIDIA CUDA Compute Unified Device Architecture Programming Guide. Version 4.0. 2011.

О ЕДИНСТВЕННОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ МАССОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Сафина Г.Ф.

Нефтекамский филиал БашГУ, г. Нефтекамск, Россия

В работе поставлена и решена задача диагностирования массовых характеристик энергетической установки по известным частотам ее свободных колебаний.

Энергетическая установка, состоящая из заполненной газом двухслойной оболочки и заднего днища с соплом в сборе, представлена пружинно-массовой моделью [1], в которой M_1 – масса оболочки с жесткостью $C_0 = c_1 + c_2$, M_4 – масса днища с соплом, M_2 – масса наполнителя с жесткостью C_N , M_3 – масса газа с жесткостью $C_G = c_3 + c_4$ (рис. 1).

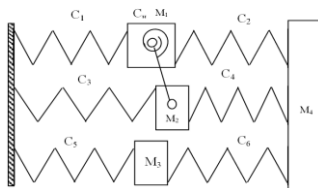


Рис. 1 – Пружинно-массовая модель ЭУ

Уравнение частот представлено к виду:

$$\Delta(\omega) = g_1(\omega)m_2^2 + g_2(\omega)m_3m_2^2 + g_3(\omega)m_3m_2 + g_4(\omega)m_2 + g_5(\omega)m_3 + g_6(\omega) = 0,$$

где ω – частота свободных колебаний, функции $g_j(\omega)$ ($j=1,2,\dots,6$) выражаются через жесткостные параметры энергетической установки и частоты колебаний.

Доказана теорема о единственности решения обратной задачи по диагностированию массовых характеристик энергетической установки. Получены аналитические формулы определения массы наполнителя и массы газа энергетической установки. Исследована проблема сохранения безопасных частот колебаний энергетической установки.

Литература

[1] Модорский В.Я., Соколкин Ю.В., Домнина Т.А. Аналитическая модель для исследования аэроупругих колебаний энергетических установок / Труды Всероссийской научной конференции. Ч. 2, Матем. моделирование и краев. задачи. – СамГТУ, Самара, 2004. – С.164–167.

МЕТОД ПОДБОРА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЗАКРЕПЛЕНИЯ КОЛЬЦЕВОЙ МЕМБРАНЫ

Утяшев И.М.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В данной работе рассматривается обратная задача об определении параметров закрепления кольцевой мембраны по трем собственным частотам радиальных колебаний.

Задача о радиальных колебаниях кольцевой мембраны [1] сводится к следующей спектральной задаче:

$$\frac{d^2 y(r)}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dy(r)}{dr} + \lambda^2 y(r) = 0, \quad (1)$$

$$U_1(y) = \left(a_{11}y(r) + a_{14} \frac{dy(r)}{dr} \right)_{r=a} = 0, \quad U_2(y) = \left(a_{22}y(r) + a_{23} \frac{dy(r)}{dr} \right)_{r=b} = 0, \quad (2)$$

После подстановки общего решения $y(r, \lambda) = C_1 J_0(\lambda r) + C_2 Y_0(\lambda r)$ в краевые условия (2) получим характеристический определитель

$$\Delta(\lambda) = M_{12} f_{12}(\lambda) + M_{13} f_{13}(\lambda) + M_{24} f_{24}(\lambda) + M_{34} f_{34}(\lambda) \quad (3)$$

где $M_{12} = a_{11}a_{22}$, $M_{13} = a_{11}a_{23}$, $M_{24} = -a_{14}a_{22}$, $M_{34} = -a_{14}a_{23}$, $a f_{12} = [J_0(\lambda a)Y_0(\lambda b) - J_0(\lambda b)Y_0(\lambda a)]$, $f_{13} = [J_1(\lambda b)Y_0(\lambda a) - J_0(\lambda a)Y_1(\lambda b)]$, $f_{24} = [J_1(\lambda a)Y_0(\lambda b) - J_0(\lambda b)Y_1(\lambda a)]$, $f_{34} = [J_1(\lambda b)Y_1(\lambda a) - J_1(\lambda a)Y_1(\lambda b)]$. Подставив три собственных частоты в уравнение (3) получим систему уравнений F .

Метод основан на том, что уравнения (3) являются уравнениями гиперплоскостей в четырехмерном пространстве R^4 . Пересечение которых определяет прямую в четырехмерном пространстве, проходящую через начало координат. Известно, что направляющий вектор данной прямой, можно найти по формуле: $a = (F_{12}, -F_{13}, F_{24}, -F_{34})$, где F_{ij} - минор матрицы F , получаемый вычеркиванием столбца с элементами f_{ij}^k ($k = 1, 2, 3$).

Поэтому эту прямую можно определить следующим параметрическим уравнением: $M_{12} = F_{12}t$, $M_{13} = -F_{13}t$; $M_{24} = F_{24}t$; $M_{34} = -F_{34}t$; $t \in R$.

Литература

1. Полянин А. Д. Справочник по линейным уравнениям математической физики. М.: Физматлит, 2001.
2. Ахтямов А. М. Теория идентификации краевых условий и ее приложения. М.: Физмат-лит, 2009.
3. Ахтямов А. М. Можно ли определить вид закрепления колеблющейся пластины по ее звучанию? // Акустический журнал. 2003. Т. 49. № 3. С. 325–331.

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»

УДК 537.6

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПРОВОЛОКИ С ПОМОЩЬЮ СКАЧКОВ БАРКГАУЗЕНА

Гареев И.Р.

Маг. 1 года, ФТИ БашГУ, г. Уфа, Россия

На данный момент актуальной является задача разработки и совершенствования методов неразрушающего контроля стальных изделий, в частности, методов выявления напряженного состояния и скрытых дефектов, а также разработка программ для получения результатов проведенных измерений.

Одним из наиболее эффективных методов контроля остаточных и приложенных напряжений ферромагнитных материалов, характеристик микроструктуры, толщины упрочненных слоев и др. зарекомендовал себя метод Баркгаузена, основанный на смещении доменных границ кристаллической решетки под воздействием изменяющегося магнитного поля.

В данной работе была улучшена и доработана компьютерная программа, позволяющая обрабатывать результаты измерений, полученных с помощью скачков Баркгаузена. Программа написана на языке Delphi10. Найдены формулы расчета механического напряжения по скачку ЭДС и по времени малого скачка Баркгаузена. Полученные формулы были вставлены в компьютерную программу. В программу добавлен вывод механических напряжений вычисляемых на основе скачках Баркгаузена.

Были введены изменения в код программы, а именно: упрощено обращение к новому файлу (без входа в код компьютерной программы), использован более удобный способ отображения графика зависимости ЭДС выходного сигнала от времени для образца с определенным грузом, добавлен вывод значения абсолютной погрешности, значительно сокращен объем программы, настроен вывод результатов на русском языке с пояснениями.

Литература

1. Ломаев Г.В., Мерзляков Ю.М. Эффект Баркгаузена. Ижевск: УдГУ-ИМИ, 2004 - 164 с.

**ON THE CAUCHY PROBLEM FOR SYSTEMS ELLIPTIC EQUATIONS
TYPE OF FIRST ORDER IN A BOUNDED DOMAIN**

Juraev D.A.

Samarkand State University, Samarkand, Uzbekistan

In the paper, we consider the Cauchy problem for systems of elliptic equations type of the first order with constant coefficients factorisable Helmholtz operator in three-dimensional bounded domain, using the methodology of work [1].

Let \mathbf{R}^3 the real three-dimensional Euclidean space, $G \subset \mathbf{R}^3$ bounded simply connected domain whose boundary consists of a compact part of the plane $y_3 = 0$ and a smooth piece of the surface S ($S \in C^1$), lying on the half-space $y_3 > 0$.

We denote $A_{l \times n}(p(x), x)$, ($l, n \geq 3$) the class of matrices $D(x^T)$ with elements of linear functions with constant coefficients of the complex plane \mathbf{C} , for which the condition:

$$D^*(x^T)D(x^T) = E(|x|^2 + \lambda^2)u^0, \quad (1)$$

Where $D^*(x^T)$ Hermitian conjugate matrix $D(x^T)$, λ – a real number.

Consider a system of differential equations

$$D \left(\frac{\partial}{\partial x} \right) U(x) = 0, \quad (1)$$

where $D(x^T) \in A_{l \times n}(p(x), x)$ the characteristic matrix (see [2]).

We denote $H(G)$ the class of vector-valued functions in domain G , the continuous on $\bar{G} = G \cup \partial G$ and satisfies the system (1).

Cauchy problem. Let $U(y) \in H(G)$ and

$$U(y)|_S = f(y), \quad y \in S, \quad (2)$$

Here, $f(y)$ given continuous vector function on the surface S .

Want to restore the vector function $U(y)$ in domain G , of the basis of the values $f(y)$.

We have the following

Theorem. Let $U(y) \in H(G)$, satisfies in inequality

$$|U(y)| \leq 1, \quad y \in T, \quad (3)$$

If

$$U_\sigma(x) = \int_S N_\sigma(y, x) U(y) ds_y, \quad x \in G, \quad (4)$$

Then

$$|U(x) - U_\sigma(x)| \leq C(x) \sigma e^{-\sigma x_3^2}, \quad \sigma > 1, \quad x \in G, \quad (5)$$

Where $C(x)$ is a function that depends on x .

Corollary. Limiting equality

$$\lim_{\sigma \rightarrow \infty} U_\sigma(x) = U(x),$$

holds uniformly on each compact set of domain G .

References

1. Yarmukhamedov Ya. On the Cauchy problem for the Laplace equation // Dokl. USSR. 1977. - T. 235. № 2. - P. 281-283.
2. Tarkhanov N. N. On the integral representation of solutions of systems of linear differential equations of the 1st order partial and some of its applications // Some problems of complex analysis. Institute of Physics of the USSR, Krasnoyarsk. 1980. - P. 147-160.

УДК 517.977

ИТЕРАЦИОННЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО НАГРЕВА С ФАЗОВЫМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ

Морозкин Н.Н.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия.

Рассматривается одномерная задача оптимального управления нелинейным процессом нагрева с учетом ограничений на растягивающие и сжимающие термонапряжения и на максимальную температуру. Задача состоит в нахождении управляющего параметра, зависящего от времени, который позволяет получить заданное распределение температуры в теле за фиксированное время. Учитывается нелинейная зависимость коэффициента теплопроводности и прочностных характеристик от температуры, поскольку именно эти параметры, как правило, наиболее значительно меняются в процессе нагрева.

Математически процесс нагрева описывается следующими соотношениями

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} (\lambda(T) \frac{\partial T}{\partial x}), \quad x \in (0, l), \quad t \in (0, \bar{t}), \quad 0 < \bar{t} < \infty, \quad (1)$$

$$T(x, 0) = T^0 = const, \quad x \in [0, l], \quad (2)$$

$$\lambda(T) \frac{\partial T(l, t)}{\partial x} = \alpha(v(t) - T(l, t)), \quad t \in [0, \bar{t}], \quad (3)$$

$$\frac{\partial T(0, t)}{\partial x} = 0, \quad t \in [0, \bar{t}], \quad (4)$$

где T – температура ($^{\circ}C$), t – время, c – коэффициент теплоемкости, ρ – плотность, λ – коэффициент теплопроводности, l – толщина пластины, x – пространственная координата, α – коэффициент теплообмена, $v(t)$ – управление,

$$v(t) \in V, \quad V = \{v = v(t): v(t) \in L_2[0, \bar{t}], 0 \leq v^- \leq v(t) \leq v^+\}$$

Системе уравнений (1)-(4) поставим в соответствие следующий итерационный процесс

$$c\rho \frac{\partial T_{k+1}}{\partial t} - \lambda_0 \frac{\partial^2 T_{k+1}}{\partial x^2} = \frac{\partial}{\partial x} \left((\lambda(T_k) - \lambda_0) \frac{\partial T_k}{\partial x} \right), \quad (5)$$

$$T_{k+1}(x, 0) = T^0, \quad x \in [0, l], \quad (6)$$

$$\lambda_0 \frac{\partial T_{k+1}}{\partial x} - \alpha(v(t) - T_{k+1}(x, t)) \Big|_{x=l} = (\lambda_0 - \lambda(T_k)) \frac{\partial T_k}{\partial x} \Big|_{x=l}, \quad (7)$$

$$\frac{\partial T_{k+1}}{\partial x} \Big|_{x=0} = 0 \quad (8)$$

Уравнения (5)-(8) дополняются неравенствами в виде ограничений на термонапряжения и на температуру поверхности. На каждой итерации полученная линейная задача решается способом, изложенным в работе [1]. Доказана сходимость по состоянию (при фиксированных управлениях) последовательности решений линейных уравнений к решению исходного нелинейного уравнения в норме типа $W_2^{1,0}$. Проведены вычислительные эксперименты.

Литература

[1] Морозкин Н.Д., Морозкин Н.Н. Оптимизация процессов внешнего с учетом ограничений на термонапряжения и на максимальную температуру//Вестник Башкирского университета, №1. Т.17, с. 2012 г.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ОПРЕАТОРЫ СПЕЦИАЛЬНОГО ВИДА И ИХ СВОЙСТВА

Павленко В.А.

Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия

В работе [1] были введены определения конормальной функции и s -плотности, заданных на гладком компактном многообразии X с выделенным подмногообразием X^0 . Пусть X, Y – гладкие компактные многообразия с выделенными гладкими подмногообразиями коразмерностями 1. В данной работе изучались интегральные операторы, действующие из финитных полуплотностей в гладкие полуплотности. Такие операторы названы относительными, если их ядра – конормальные полуплотности. Доказаны: теорема о продолжении таких операторов на конормальные полуплотности и теорема о композиции таких операторов. Раздутием многообразия X^2 вдоль подмногообразия $(X^0)^2$ названо многообразие, полученное из X^2 вырезкой $(X^0)^2$ и подклейкой множества проективных прямых. На раздутом многообразии изучены гиперотносительные интегральные операторы, действующие из конормальных полуплотностей в конормальные, при этом их ядра – конормальные полуплотности. Доказана теорема о композиции таких операторов. Было введено понятие относительного интеграла от конормальной плотности μ по многообразию X , который существует при определённых условиях и вычисляется по формуле:

$$\int_X^{r(x)} \mu = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \left(\int_{|x| > \varepsilon} \int_Y \mu + 2 \ln \varepsilon \int_Y \mu \right) \quad (1)$$

Относительным следом гиперотносительного интегрального оператора A , заданного на многообразии X , называется число равное: $\int_X^{r(x)} k_A |_{\Delta}$.

Основным результатом данной работы является то, что относительный след коммутатора гиперотносительных интегральных операторов существует и не равен нулю.

Литература

[1] Павленко В.А. // Сб. тр. межд. шк.-конф. для студентов, аспирантов и молодых учёных «Фундаментальная математика и её приложения в естествознании». – Уфа: Изд-во РИЦ БашГУ, 2009. – Т.1. – С. 311-320.

О ТЕОРЕМЕ ОТСЧЕТОВ ПО КОСИНУСАМ НА ОТРЕЗКЕ

Полушкина О.В.

Национальный исследовательский Саратовский государственный университет им.Н.Г. Чернышевского, г.Саратов, Россия

Основной моей работы послужила статья [1], в которой приведена оценка погрешности аппроксимации функций, допускающих для некоторого положительного ε аналитическое продолжение с отрезка $[0, \pi]$ на круг $K_\varepsilon = \{z: |z - \frac{\pi}{2}| \leq \frac{\pi}{2} + \varepsilon\}$ интерполяционным оператором по синкам.

Справедлива:

Теорема. Пусть $f(z)$ - аналитическая в круге $K = \{z: |z - \frac{\pi}{2}| \leq \frac{\pi}{2}\}$ и непрерывная вплоть до границы функция. Тогда найдутся такие абсолютная константа $C_0 > 0$ и натуральное N , что для всех $n \geq N$ и $x \in (0, \pi)$

$$|L_n(f, x) - f(x)| \leq \frac{C_0 \|f\| |\cos nx|}{n (\frac{\pi}{2} - |x - \frac{\pi}{2}|)}, \text{ где } \|f\| = \max_{x \in K} |f(x)|$$

$$L_n(f, x) = \sum_{k=0}^{n-1} f\left(\frac{k\pi}{n} + \frac{\pi}{2n}\right) \frac{(-1)^k \cos nx}{nx - (k\pi + \frac{\pi}{2})}$$

Литература

1. А.Ю. Трынин, Критерии поточечной и равномерной сходимости синк-приближений непрерывных функций на отрезке, Матем. сб., 198(10), 141-158 (2007).
2. А.Yu. Trynin, V. P. Sklyarov, Error of sinc approximation of analytic function on an interval, Sampl. Theory Signal Image Process. 7(3), 263-270 (2008).

АСИМПТОТИКА РЕШЕНИЯ ЛАПЛАСИАНА В КРУГЕ С ЧАСТОЙ СМЕНОЙ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ

Шарапов Т.Ф.

Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы, г.Уфа, Россия

В работе рассматривается краевая задача для оператора Лапласа в круге с часто и периодически чередующимся типом граничных условий.

Введем обозначения: пусть $x = (x_1, x_2)$ - декартовы координаты, $\varepsilon = 2N^{-1}$ - малый параметр, $N \gg 1$ целое число, D - единичный круг с центром в начале координат, (r, θ) - полярные координаты. Через γ_ε обозначим объединение N открытых непересекающихся лежащих на ∂D дуг, длиной $2\varepsilon z$ каждая ($0 < z < \pi/2$), расположенных так, что любая из этих дуг получается из соседней поворотом на εz относительно начала координат. Определим Γ_ε как дополнение γ_ε до ∂D . Под часто и периодически чередующимся типом граничных условий мы будем понимать случай, когда на γ_ε задается граничное условие Дирихле, а на Γ_ε - граничное условие Неймана [1].

Нашей целью является построение асимптотики при $\varepsilon \rightarrow 0$ следующей задачи:

$$\begin{cases} -\Delta_x u_\varepsilon - \lambda u_\varepsilon = f, & x \in D, \\ u_\varepsilon = 0, & x \in \gamma_\varepsilon, \\ \frac{\partial u_\varepsilon}{\partial r}, & x \in \Gamma_\varepsilon. \end{cases} \quad (1)$$

Асимптотическое разложение решения задачи (1) состоит из внешнего и внутреннего разложения. Внешнее разложение имеет вид:

$$u^{\text{ex}}(x) = u_0(x) + \varepsilon u_1(x) + \varepsilon^2 u_2(x) + \varepsilon^3 u_3(x) + \dots$$

Внутреннее разложение строится в терминах растянутых переменных o и имеет вид:

$$u^{\text{mid}}(o) = x_0(o) + \varepsilon x_1(o) + \varepsilon^2 x_2(o) + \varepsilon^3 x_3(o) + \dots$$

Функции $x_0(o)$, $x_1(o)$, $x_2(o)$, $x_3(o)$ найдены, как решения некоторых краевых задач.

Литература

1. Д.И. Борисов. Двупараметрические асимптотики собственных чисел Лапласиана с частым чередованием граничных условий. Прикладная математика и механика, 2002. С. 36-52.
2. Р.Р. Гадильшин. Об асимптотике собственных значений для периодически закрепленной мембраны. Алгебра и анализ Том 10, (1998), вып. 1.

О СМЕНЕ ТИПА ГРАНИЧНОГО УСЛОВИЯ ДЛЯ ЛАПЛАСИАНА

Шишкина Е.А.

Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акумуллы,
г.Уфа, Россия

Пусть Ω - круг единичного радиуса с центром в начале координат, $\Gamma := \partial\Omega$, $x = (x_1, x_2)$, (r, φ) - декартовы и полярные координаты соответственно, $0 < \varepsilon \ll 1$, $\gamma_{\varepsilon, j} = \{x \in \Gamma, \varepsilon a_j < \varphi - c_j < \varepsilon b_j\}$,

$$\gamma_\varepsilon = \bigcup_{j=1}^N \gamma_{\varepsilon, j}, \quad \Gamma_\varepsilon = \Gamma \setminus \gamma_\varepsilon.$$

Методом согласования асимптотических разложений получены полные асимптотики по параметру ε собственных значений λ^ε краевой задачи

$$-\Delta \psi^\varepsilon = \lambda^\varepsilon \psi^\varepsilon, \quad x \in \Omega, \quad \psi^\varepsilon = 0, \quad x \in \Gamma_\varepsilon, \quad \frac{\partial \psi^\varepsilon}{\partial r} = 0, \quad x \in \gamma_\varepsilon, \quad (1)$$

сходящихся как простому, так и двукратному собственному значению краевой задачи

$$-\Delta \psi_0 = \lambda_0 \psi_0, \quad x \in \Omega, \quad \psi_0 = 0, \quad x \in \Gamma. \quad (2)$$

В частности, доказано, что собственное значение краевой задачи (1) сходящееся к простому собственному значению краевой задачи (2) имеет асимптотику

$$\lambda^\varepsilon = \lambda_0 + \varepsilon^2 \sum_{i=0}^{\infty} \sum_{k=0}^{[i/2]} \varepsilon^i \ln^k \varepsilon \lambda_{2+i, k},$$

$$\lambda_{2,0} = -\lambda_0 2^{-1} |\bar{a} - \bar{b}|^2, \quad \lambda_{2+2k, k} = 2^{-4k-1} (-\lambda_0)^{k+1} |\bar{a} - \bar{b}|^{2(k+1)}, \quad k \geq 1,$$

где \bar{a} и \bar{b} векторы с координатами a_j и b_j соответственно.

При $N=1$ двучленная асимптотика для минимального собственного значения краевой задачи (1) и была построена в [1].

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (12-01-00445).

Литература

[1] Гадильшин Р.Р., Шишкина Е.А. О неравенствах Фридрихса для круга, Труды Института математики и механики УрО РАН, 18(2), 48-61 (2012).

**ПАРЫ ЛАКСА И МЕТОД НАХОЖДЕНИЯ ИНТЕГРАЛОВ СИСТЕМ
ДИСКРЕТНЫХ УРАВНЕНИЙ, СООТВЕТСТВУЮЩИХ МАТРИЦАМ**

КАРТАНА A_N

Янгубаева М.В.

Бирский институт БашГУ, г. Бирск, Россия

Исследуется система дискретных уравнений:

$$t_{0,0}^1 t_{1,1}^1 - t_{1,0}^1 t_{0,1}^1 = t_{0,1}^2, \quad (1)$$

$$t_{0,0}^2 t_{1,1}^2 - t_{1,0}^2 t_{0,1}^2 = t_{1,0}^1,$$

где $t^k = t^k(n, m)$, $k = 1, 2$, неизвестные функции двух дискретных переменных; нижние индексы обозначают сдвиг дискретного аргументов n , m функции: $t_{ij}^k = t^k(n+i, m+j)$. Введены два оператора $D_n t(n, m) = t(n+1, m)$, $D_m t(n, m) = t(n, m+1)$. Используя замену переменных $t^j = e^{-u^j}$, систему уравнений (1) можно переписать в виде системы экспоненциальных уравнений, которая соответствует матрице Картана A_2 .

Определение. Функция $F = F(t^1, t^2, t_{\pm 1,0}^1, t_{\pm 1,0}^2, \dots, t_{k,0}^1, \dots, t_{l,0}^2)$ называется m -интегралом системы уравнений (1), если выполнено условие $D_m F = F$.

Для системы уравнений (1) построена пара Лакса

$$P_{1,0} = UP, \quad P_{0,1} = VP, \quad \text{где } P = (\text{ш}^0, \text{ш}^1, \text{ш}^2),$$

$$U = \begin{pmatrix} t_{1,0}^1/t_{0,0}^1 & -1 & 0 \\ 0 & t_{1,0}^2 t_{0,0}^1 / t_{0,0}^2 t_{1,0}^1 & -1 \\ 0 & 0 & t_{0,0}^2 / t_{1,0}^2 \end{pmatrix}, \quad V = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ t_{0,1}^2 / t_{0,0}^2 t_{0,1}^1 & 1 & 0 \\ 0 & t_{0,0}^1 / t_{0,0}^2 t_{0,1}^2 & 1 \end{pmatrix}.$$

Вычисляя элементы, стоящие в первой строке третьего столбца матриц $U_{2,0} \cdot U_{1,0} \cdot U_{0,0}$ и $U_{3,0} \cdot U_{2,0} \cdot U_{1,0} \cdot U_{0,0}$, находим m -интегралы системы уравнений (1)

$$F_{(1)} = \frac{t_{3,0}^1}{t_{2,0}^1} + \frac{t_{1,0}^1 t_{2,0}^2}{t_{2,0}^1 t_{1,0}^2} + \frac{t_{0,0}^2}{t_{1,0}^2}, \quad F_{(2)} = \frac{t_{4,0}^1}{t_{3,0}^1} F_{(1)} + \frac{t_{1,0}^1 t_{3,0}^2}{t_{3,0}^1 t_{1,0}^2} + \frac{t_{2,0}^1 t_{0,0}^2 t_{3,0}^2}{t_{3,0}^1 t_{1,0}^2 t_{2,0}^2} + \frac{t_{0,0}^2}{t_{2,0}^2}.$$

Интеграл $F_{(2)}$ можно переписать в виде

$$\bar{F}_{(2)} = D_n^{-1} (F_{(1)} D_n F_{(1)} - F_{(2)}) = \frac{t_{0,0}^1}{t_{1,0}^1} + \frac{t_{2,0}^1 t_{0,0}^2}{t_{1,0}^1 t_{1,0}^2} + \frac{t_{2,0}^2}{t_{1,0}^2}.$$

Построены пары Лаксы и найдены интегралы для систем уравнений, соответствующих матрицам Картана A_N, B_N .

Литература

[1] Адлер В.Э., Старцев С.Я., О дискретных аналогах уравнения Лиувилля. ТМФ, 1999, т. 121, No 2, С. 271-284.

СЕКЦИЯ “МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И СТАТИСТИКА”

УДК 519.6

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ МАТЛАВ ПРИ МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ЗАДАЧ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Ганиева А.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

В работе рассматриваются и исследуются математические модели распределения потенциала электрического поля в двумерных областях. Они имеют вид пластин с заданными различными геометрическими параметрами. Геометрия анода и катода также задана. Математические модели описываются эллиптическими дифференциальными уравнениями с различными граничными условиями первого, второго или третьего рода. В каждой математической модели изучаемая область задается своими определенными параметрами.

При математическом моделировании рассматриваемых задач на распределение потенциала электрического поля в системе MATLAB были использованы обращения, оформленные в виде М-файлов.

На данный момент времени, с помощью системы MATLAB были построены рассматриваемые области, были определены диапазоны изменения геометрических параметров.

СПОСОБ ВЫЧИСЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ И ДИФFUЗИОННЫХ ПОЛЕЙ В КУСОЧНО-АНИЗОТРОПНЫХ СРЕДАХ

Бикбаева А.Р.

Стерлитамакский филиал БашГУ, Стерлитамак, Россия

Процессы распространения тепла и диффузионного переноса вещества описываются скалярными полями, математические модели которых представляются в области исследования $\Omega = \bigcup_{i=1}^N \Omega_i \subset R^3$ начально-краевыми задачами математической физики вида:

$$\operatorname{div}(\sigma_i \cdot \overline{\nabla} U_i(P, t)) - a_i U_i(P, t) - b_i^2 \frac{\partial U_i(P, t)}{\partial t} = -f_i(P, t), P \in \Omega_i, i = \overline{1, N};$$

Здесь $f(P, t)$ – функция интенсивности источников/стоков поля; σ_i – симметричный постоянный тензор анизотропии теплопроводности или диффузии в подобластях Ω_i ; a_i, b_i – постоянные в Ω_i числовые коэффициенты; $U(P, t)$ – искомая скалярная функция поля; $t \geq 0$ – время.

Применяя к задаче интегральное преобразование Лапласа с формулой обращения

$$U^\omega(P) = \int_0^\infty U(P, t) e^{-\omega t} dt, U(P, t) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\omega_0 - i\infty}^{\omega_0 + i\infty} U^\omega(P) e^{\omega t} d\omega, \operatorname{Re} \omega = \omega_0 > 0 \quad (1)$$

получим однопараметрическое (по ω) семейство эллиптических краевых задач, для которых в [1] получено интегральное представление решения.

Программная апробация алгоритма осуществлена для частного случая – однородной среды для задачи расчета температурного поля ограниченного однородного цилиндра полудлины h и радиуса R , при отсутствии внутренних источников тепла, аналитическое решение которой известно [2]. Численное обращение преобразования Лапласа (1) реализовано по квадратурным формулам наивысшей степени точности [3].

Литература

1. Кризский, В.Н. О способе вычисления физических полей в кусочно-анизотропных средах. Часть I. Стационарные поля // Вестник Башкирского университета. – 2009. – Т. 14, №3. – С. 726-730.
2. Козлов, В.П. Двумерные осесимметричные нестационарные задачи теплопроводности. – Мн.: Наука и техника, 1986. – 392 с.
3. Матвеева, Т.А. Некоторые методы обращения преобразования Лапласа и их приложения: дис. канд. ф.-м. наук. – С.-П., 2003. – 117 с.

УДК 519.23

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫЖИВАЕМОСТИ ПАЦИЕНТОВ С ДИАГНОЗОМ «ОСТРЫЙ КОРОНАРНЫЙ СИНДРОМ»

Зубаирова И.Р., Суяргулова Д.Р., Травникова Е.О.

Уфимский государственный авиационный технический университет,
г. Уфа, Россия

В последние десятилетия статистика служит вспомогательным средством получения научных знаний не только в прикладных науках, но и в клинической медицине, что привело к появлению биометрии. Современные учреждения здравоохранения в последнее время все чаще применяют методы биометрии в своей повседневной деятельности.

Целью проводимого исследования является оценка зависимости выживаемости больных, госпитализированных в городскую многопрофильную клиническую больницу с диагнозом «острый коронарный синдром» (ОКС), от дозировки назначенных медикаментов с целью оптимизации лечебных мероприятий.

В результате клинического анализа были получены более 1000 историй болезней пациентов с диагнозом ОКС кардиологического отделения городской клинической больницы №21 города Уфы, а также данные о назначении пациентам медикаментозного лечения, в частности дозировки лекарственного средства «Эгилон», которое снижает частоту сердечных сокращений. Постановка задачи, а также все данные о пациентах и назначениях были получены в ходе консультаций с врачами-кардиологами указанного выше медицинского учреждения.

Для проведения исследования была выбрана модель с дискретными зависимыми переменными (бинарная модель). По итогам анализа, наилучшие результаты дала гомпит-модель:

$$F = -\exp(-\exp(-1.234574 * Egilok25 - 1.193781 * Egilok50))$$

Интерпретацию коэффициентов модели провели на основе маржинальных эффектов. Так наибольший маржинальный эффект у показателя *Egilok25*, -20,4%.

Литература

[1] А.Ф. Мифтахова, Е.О. Травникова, В.В. Балихин, М.Э. Еникеева, Н.Ш. Загидуллин. Влияние ритма сердца на прогноз жизни при нестабильной стенокардии.

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ЧАСТОТ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ ВАЛА С ДИСКАМИ

Каюмова Э.Х., Сафина Г.Ф.

Нефтекамский филиал БашГУ, г. Нефтекамск, Россия

В работе рассмотрены численный (метод Толле) и энергетический (аналитический) методы получения частотных уравнений крутильных колебаний вала с дисками.

Соответствие между методами продемонстрировано на примерах валов с двумя, тремя и более дисками. Например, для вала с тремя дисками [1] частотное уравнение для свободных колебаний вала, полученное по уравнениям Лагранжа имеет вид:

$$p^4 - \left(k_1 \frac{I_1 + I_2}{I_1 I_2} + k_2 \frac{I_2 + I_3}{I_2 I_3} \right) p^2 + \frac{I_1 + I_2 + I_3}{I_1 I_2 I_3} k_1 k_2 = 0. \quad (1)$$

Здесь I_1, I_2, I_3 – моменты инерции масс дисков k_1, k_2 – жесткости участков вала на кручении.

Для такого же вала с тремя дисками по методу Толле получено частотное уравнение вида:

$$I_1 p^2 \theta_1 + I_2 p^2 \theta_2 + I_3 p^2 \theta_3 = 0, \quad (2)$$

где $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ – углы поворотов, определяемые по рекуррентным формулам:

$$\begin{aligned} \theta_1 &= 1, \\ \theta_2 &= \theta_1 - e_1 p^2 I_1 \theta_1, \\ \theta_3 &= \theta_2 - e_2 p^2 (I_1 \theta_1 + I_2 \theta_2). \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь e_1, e_2 – податливости участков вала между дисками. Подставляя формулы (3) в уравнение (2), с учетом равенств $k_1 = 1/e_1$, $k_2 = 1/e_2$, получим частотное уравнение (1).

Исследования соответствия между методами показывают, что матричная форма метода Толле упрощает процесс получения частотных уравнений для колебаний вала с пятью, шестью и более дисками.

Литература

[1] Бабаков, И.В. Теория колебаний / И.В. Бабаков – М: Дрофа, 2004.

УДК 544.4

**АНАЛИЗ ИДЕНТИФИЦИРУЕМОСТИ ПАРАМЕТРОВ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ
СЕРОВОДОРОДА С УЧЕТОМ АДсорбЦИИ КИСЛОРОДА И
СЕРОВОДОРОДА**

Магадиева Л.Р., Исмагилова А.С.

Башкирский государственный университет, г.Уфа, Россия

Изучение сложных химических реакций приводит к схемам с большим числом промежуточных веществ, которые невозможно подвергнуть анализу в ходе реакции. Таким образом, возникает значительная степень неопределенности при оценивании параметров математических моделей кинетики сложных реакций. Более того, важно знать, какие из кинетических констант однозначно определяются по заданной структуре эксперимента, а какие определяются только в виде функциональных комбинаций, а также число независимых комбинаций и каков их явный вид.

В данной работе исследован механизм реакции окисления сероводорода с учетом адсорбции кислорода и сероводорода. С помощью метода определения числа и вида независимых параметрических функций констант [1] показано, что доступная экспериментальная информация в рассматриваемом механизме реакции позволяет определить не 9 искомых кинетических констант, а только 6 их независимых параметрических функций.

При решении подобного рода задач возникают сложности технического характера, которые нарастают при увеличении размерности схем. Ведутся работы по созданию математического обеспечения для компьютерного анализа идентифицируемости, имеются предварительные результаты.

Литература

[1] Спивак С.И., Исмагилова А.С. Информативность кинетических измерений при определении параметров математических моделей химической кинетики // Труды СВМО, 2009. Т.11. №2.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО КРЕДИТОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ «ИСКУССТВЕННОЕ ОБЩЕСТВО»

Морозкин Ю.Н., Морозкин Н.Н.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Основной задачей данной работы является моделирование и оптимизация процесса потребительского кредитования. Модель основана на компьютерном мультиагентном моделировании.

Объект исследования – «искусственное общество», состоящее из агентов — компьютерных моделей реальных людей. Модель представляет собой компьютерную программу, которую можно перезапускать сколько угодно раз, ставя эксперименты над искусственным обществом.

В соответствии с задачей по моделированию и оптимизации кредитования были определены изменяющиеся параметры и построено искусственное общество:

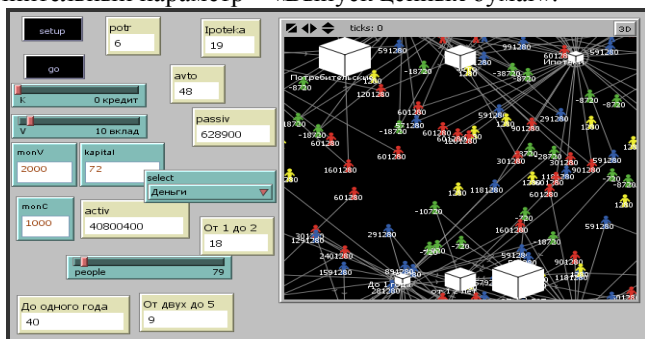
изменяющиеся параметры у клиента:

- деньги,
- долги,
- вклады

изменяющиеся параметры у банка:

- активы = сумме кредитов,
- пассивы = сумме вкладов + свободные деньги.
- доходность = сумма кредита \cdot ставка % \cdot период кредитования.

Дополнительный параметр – «Выпуск ценных бумаг».



УДК 532.546

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ГИДРАТНЫХ ПУЗЫРЬКОВ

Русинов А.А., Чиглинцева А.С.

Бирский филиал Башкирского государственного университета,
Бирск, Россия;

В современном мире на сегодняшний день многими учеными большое внимание уделяется процессу изучения миграции метановых пузырей в условиях образования гидрата. В Мировом океане часто происходят как спонтанные выбросы, так и аварийные утечки газа. Поскольку в одном кубометре гидрата метана содержится 150 м^3 газа, то на сегодняшний день остро стоит проблема разработки технологии, с помощью которой можно было бы эффективно и быстро получить газ из гидрата [1].

В данной работе построена математическая модель, которая описывает физико-химические процессы, протекающие при образовании гидратных пузырей в условиях Мирового океана.

Согласно предлагаемой технологической схеме, к месту утечки газа, опускается металлическая труба, имеющая форму цилиндра. В вертикальный канал снизу поступает вода и метановые пузырьки газа. В результате миграции газового пузыря внутри канала происходит процесс образования гидратной оболочки на его поверхности. Далее, образовавшиеся гидратные пузыри попадают в ловушку, установленную над вертикальной трубой и, впоследствии транспортируются в контейнеры.

Предложенная технология может быть использована не только с целью сбора гидратных пузырьков и последующего извлечения из них газа, но и для устранения газо-нефтяных аварий на трубопроводах на морских глубинах.

Литература

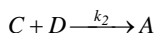
1. *Дмитриевский А.Н.* Газогидраты морей и океанов – источник углеводородов будущего.– М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2009, 416 с.

ПОСТАНОВКА ПРЯМОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ КИНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НЕКОТОРОГО ХИМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

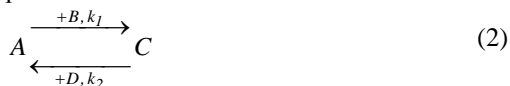
Султанова А.А., Гиззатова Э.Р.

Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета,
г.Стерлитамак, Россия

В работе рассматривается кинетическая схема химического процесса, которая представлена следующими двумя стадиями:



В общем виде ее можно изобразить:



Можно выделить исходные вещества и продукты [1]. При начальной нулевых концентрациях веществ В и D, первая и вторая реакции соответственно не осуществляются. Вещества А и С как расходуются, так и образуются в ходе реакций, поэтому в целях дальнейшего упрощения модели одно из них можно назвать исходным реагентом, а другое – конечным продуктом. Положим, что исходными (начальными) реагентами являются вещества А, В и D; вещество С является продуктом (конечным веществом). При этом, вещества А, В и D в конечный момент времени могут быть полностью исчерпаны.

На основании имеющейся кинетической схемы (2), начальных концентраций исходных веществ и знания значений констант скоростей реакций можно поставить прямую кинетическую задачу: определить концентрации всех участвующих в процессе веществ.

Таким образом, в работе поставлена прямая кинетическая задача для некоторого химического процесса, заданного схемой (1). Определены исходные реагенты и конечные продукты реакций.

Литература

- [1] Кафаров В.В., Дорохов И.Н., Дранишников Л.В. Системный анализ процессов химической технологии: процессы полимеризации. – М.: Наука, 1991. – 350 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ В КОЛЕБАНИЯХ СИСТЕМЫ ИЗ СВЯЗАННЫХ МАЯТНИКОВ

Хаматдинова Д.Р., Сафина Г.Ф.

Нефтекамский филиал БашГУ, г. Нефтекамск, Россия

В представленной работе проводятся исследования по прямой задаче свободных колебаний механической системы из двух связанных маятников. За обобщенные координаты φ_1 , φ_2 принимаются углы отклонений связанных пружиной маятников [1] от положения равновесия, тогда дифференциальные уравнения движения такой системы имеют вид:

$$\begin{cases} -m_1 g L_1 \sin \varphi_1 - k a^2 \sin(\varphi_1 - \varphi_2) = m_1 L_1^2 \cdot \frac{d^2 \varphi_1}{dt^2}; \\ -m_2 g L_2 \sin \varphi_2 - k a^2 \sin(\varphi_2 - \varphi_1) = m_2 L_2^2 \cdot \frac{d^2 \varphi_2}{dt^2}. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь L_1 , L_2 – длины, m_1 , m_2 – массы грузов маятников, k – жесткость пружины, a – длина между маятниками. Подставляя решения $\varphi_1(t) = A \cos(\omega \cdot t + \theta)$, $\varphi_2(t) = B \cos(\omega \cdot t + \theta)$ (ω – частота колебаний) в систему (2) и разрешая систему относительно амплитуд A и B , получим частотное уравнение:

$$\omega^4 - (\omega_{p1}^2 + \omega_{p2}^2) \omega^2 + \omega_{p1}^2 \omega_{p2}^2 - \frac{k^2 a^4}{m_1 L_1^2 m_2 L_2^2} = 0.$$

По решению прямой задачи исследовано влияние характеристик механической системы на частоты ее колебаний. Показано, что при увеличении длин маятников собственные частоты колебаний уменьшаются, а при увеличении масс грузов маятников первая собственная частота уменьшается, вторая – увеличивается.

Поставлена и решена обратная задача по диагностированию масс грузов системы из связанных маятников по известным двум частотам колебаний механической системы. Получены аналитические формулы для масс грузов связанных маятников. Приведены примеры решений прямой и обратной задач при различных физических параметрах системы.

Литература

[1] Тимошенко, С.П. Колебания в инженерном деле. Издательство «Наука». – 1967. – 444 с.

СЕКЦИЯ «ГРУППОВОЙ АНАЛИЗ»

УДК 517.9

МЕТОД ВАРИАЦИОННОГО ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ ВЫЧИСЛЕНИЯ ГРУПП СИММЕТРИИ ИНТЕГРО- ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Емелин Д.А.

Южно – Уральский государственный университет г. Челябинск Россия

В настоящее время возрос интерес к групповому анализу интегро-дифференциальных уравнений в связи с задачами физической кинетики. Классический алгоритм Ли, созданный для вычисления групп симметрии дифференциальных уравнений, невозможно автоматически перенести на уравнения, содержащие нелокальные переменные. Главная трудность состоит в отсутствии единого метода «расщепления» локальных и нелокальных переменных, а значит и единого метода решения определяющих уравнений.

В нашей работе предложен метод расщепления локальных и нелокальных переменных, основанный на операции функционального дифференцирования определяющего уравнения. Метод протестирован на одномерной системе уравнений Максвелла – Власова. Полученный результат полностью совпадает с описанным в работе [1].

Предложенным методом рассчитаны точечные группы симметрии системы интегро-дифференциальных уравнений Боголюбова – Борна – Грина – Кирквуда – Ивона (ББГКИ) [2] в термодинамическом пределе. Установлено, что система уравнений ББГКИ допускает трансляции по координатам частиц и однородные растяжения по частичным функциям распределения.

Литература

- [1] Ibragimov N.H., Kovalev V.F. Approximate and Renormgroup Symmetries. - Higher Education Press, Beijing and Springer-Verlag GmbH Berlin Heidelberg., 2009., - 152
- [2] Г.Темперли, Дж. Роулинс, Дж. Рашбрук. Физика простых жидкостей. – "Мир", Москва, 1971 г. Т. 1 - 308.

КОЛЛАПС ИЛИ МГНОВЕННЫЙ ИСТОЧНИК ГАЗА НА ПРЯМОЙ

Макаревич Е.В.

Уфимский государственный авиационный технический университет,
г. Уфа, Россия

Уравнения газовой динамики (УГД)

$$\rho D\vec{u} + \nabla p = 0, D\rho + \rho \nabla \cdot \vec{u} = 0, D\rho + \rho c^2 \nabla \cdot \vec{u} = 0, \quad (1)$$

где $D = \partial_t + \vec{u} \cdot \nabla$, \vec{u} – вектор скорости, p – давление, c^2 – квадрат скорости звука, s уравнением состояния (УС) с разделенной плотностью

$$\rho = h(p)S \quad (2)$$

(S – функция энтропии) допускают алгебру Ли операторов L_{12} . В работе [1] поставлена задача перечисления всех подмоделей УГД. Для этого нужна оптимальная система подалгебр, которая для УГД с УС (2) приведена в [2]. Для оптимальной системы подалгебр L_{12} составлена система вложенных подалгебр, изображенная в виде графа [3]. На примере 5-ти мерной самонормализованной подалгебры рассмотрена иерархия подмоделей УГД. Получены все инвариантные подмодели графа. Подмодели вложены друг в друга так, что решение инвариантной подмодели надалгебры является частным решением инвариантной подмодели подалгебры. В работе рассмотрена 4-х мерная подалгебра, на которой построено частично инвариантное решение. Описано движение частиц, выделенного объема газа, движение звуковой поверхности, распространение малых возмущений (звуковые характеристики, звуковой коноид). Решение задает движение газа из всего пространства по направлению к прямой при $-\infty < t < 0$ (коллапс) и мгновенный источник при $0 < t < +\infty$. Звуковая поверхность движется из бесконечно удаленных точек к некоторой прямой. Показано, что малые возмущения накапливаются на звуковой поверхности.

Литература

- [1] Овсянников Л. В. Программа подмодели. Газовая динамика: ПММ – Т.58, вып. 4 (1994), 30-55
 [2] Макаревич Е. В. Оптимальная система подалгебр, допускаемая уравнениями газовой динамики с уравнением состояния с разделенной плотностью, СЭМИ, 8(2011), 19-38.

ЯДРО ОСНОВНЫХ АЛГЕБР ЛИ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ МЕХАНИКИ ГАЗОВЗВЕСИ

Панов А.В.

Челябинский государственный университет, г.Челябинск, Россия

При транспортировке смесей горючих газов к местам потребления происходят аварийные взрывы. Одним из способов подавления данных взрывов является добавление инертных частиц во взрывоопасную смесь. Процесс гашения волны детонации дискретными частицами может протекать по-разному, в зависимости от концентрации, плотности и размеров частиц, а также других параметров системы. Данный процесс описывается системой уравнений в частных производных [1]:

$$\frac{d\rho_i}{dt_i} + \rho_i \operatorname{div} \bar{u}_i = 0,$$

$$\rho_i \frac{d\bar{u}_i}{dt_i} + m_i \nabla P(\rho_1, \rho_2) = -\frac{\rho_2}{\tau} (\bar{u}_1 - \bar{u}_2)(-1)^{i+1}, i = 1, 2,$$

где $\bar{u}_i = (u_{ix}, u_{iy}, u_{iz})$ – вектор скорости i -ой фазы, ρ_i – плотность i -ой фазы, m_i – объемная доля i -ой фазы, $P(\rho_1, \rho_2)$ – общее давление среды, $\frac{d}{dt_i} = \frac{\partial}{\partial t} + \bar{u}_i \nabla$. Температурные эффекты не рассматриваются.

Давление является функциональным параметром системы. Первая фаза соответствует газу, вторая – частицам.

Найдено ядро основных групп симметрий системы [2]. Базис ядра состоит из инфинитезимальных операторов сдвигов по пространственным переменным и времени, трех поворотов в пространстве вокруг осей координат и трех операторов преобразований Галилея.

Литература

- [1] Федоров А.В. Физико-математическое моделирование подавления детонации облаками мелких частиц / А.В. Федоров, П.А. Фомин, В.М. Фомин, Д.А. Тропин, Дж.-Р. Чен – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2011. – 156с.
- [2] Овсянников Л.В. Групповой анализ дифференциальных уравнений. – М.: Наука, 1978. – 399с.

СЕКЦИЯ «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ»

УДК 514.7

НОРМАЛИ К ПОВЕРХНОСТИ ВДОЛЬ ЛИНИИ КРИВИЗНЫ

Камалова И.Р.

Башкирский Государственный Университет, г.Уфа, Россия

Условие того, что линейчатая поверхность вдоль кривой $\mathbf{r}=\mathbf{r}(s)$ с направляющим вектором $\mathbf{m}=\mathbf{m}(s)$

$$\mathbf{R}(s,t)=\mathbf{r}(s)+t*\mathbf{m}(s) \quad (1)$$

является развертывающейся поверхностью, есть

$$(\mathbf{r}', \mathbf{m}', \mathbf{m})=0 \quad (2)$$

Отсюда следует, что линия на поверхности является линией кривизны тогда и только тогда, когда нормали к поверхности вдоль этой линии, образуют развертывающуюся поверхность. Поэтому дифференциальное уравнение линии кривизны на поверхности можно записать в виде

$$(d\mathbf{r}, d\mathbf{n}, \mathbf{n})=0 \quad (3)$$

В работе рассматривается однопараметрическое семейство линий кривизны на поверхности и соответствующее семейство линейчатых поверхностей. Находится уравнение огибающей поверхности этого семейства.

Литература

[1] Норден А.П. Краткий курс дифференциальной геометрии, 2-е изд. - Москва, Физматгиз 1958- 244 с.

[2] Щербаков Р.Н. Основы метода внешних форм и линейчатой дифференциальной геометрии, Томск, ТГУ, 1973 - 236с.

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ»

УДК 519.86

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РИСК-АНАЛИЗА В ЗАДАЧЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА

Агадуллина А.И., Гареев А.М.

Уфимский государственный авиационный технический университет,
г.Уфа, Россия

Для повышения эффективности экологического аудита (ЭА) предлагается построить методику проведения ЭА как инструмента оценки экологических рисков, основанную на методах анализа и управления экологическими рисками. Предлагаемая методика включает в себя следующие этапы и методы.

Подготовительный этап ЭА связан с определением целей проведения аудита, объектов и субъектов, методов проведения.

Этап планирования ЭА связан с идентификацией рисков:

- с предварительным сбором информации,
- выделением бизнес процессов, связанных с воздействием на окружающей среде,
- ранжированием экологических аспектов, выделением наиболее значимых,
- разработкой критериев экологического аудита.

На данном этапе могут быть использованы логико-вероятностный метод, методы анкетирования, построения сценариев, дерева отказов.

Этап проведения ЭА - с оценкой риска.

• Для каждого значимого экологического аспекта оценивается вероятность возникновения неблагоприятного события с помощью метода дерева событий или логико-вероятностного метода и иерархической модели Байеса, определяется структура возможного ущерба с помощью метода "вершина сверх порога".

• По всем значимым экологическим аспектам вычисляется суммарный риск - интегральная оценка риска.

Этап аудиторского отчета и заключения связан с выводами об определении уровня безопасности предприятия, предоставлении рекомендаций и аудиторского заключения.

Этап внедрения результатов ЭА связан с управлением риском: с разработкой моделей страхования, с решением задачи о формировании оптимального набора контрмер, управления риском как инвестиционным портфелем.

**ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ РЕЙТИНГОВ ТЕЛЕВИДЕНИЯ НА МЕДИАРЫНКЕ
(на примере телеканала БСТ)**

Бахитова Р.Х., Исламов И.Я

БашГУ, г. Уфа, Россия

Медиаиндустрия сегодня является сложной иерархической, быстро развивающейся системой. И телевидение, как один из главных агентов медиаэкономики, представлена процессом перехода нового этапа своего развития. Коммерциализация и большая конкуренция в медиарынке вынуждают процессу постоянного поиска нового контента и на оперативные действия контрпрограммирования, которая дает результирующие факторы как рейтинг, доля аудитории, формат телеканала. Особую актуальность приобретает необходимость максимально сохранить баланс по доле охвата между российским и республиканским телерадиовещанием и эффективно использовать возможности многоканального цифрового телевидения и создание своего регионального мультиплекса. Для более глубокого исследования нами проведен кластерный анализ, который позволит выделить показатели роста рейтингов передач со схожими параметрами, что поможет выявить структуру медиарынка.

Таким образом, сравнивая результаты исследования сетки вещания телеканала БСТ, и в качестве перспективных тенденций развития медиарынка, можно отметить, что предпочтения отдаются передачам отражающих культуру, веру и жизнь народа проживающего на территории республики Башкортостан. Использование математического инструментария, а именно проведение корреляционного и кластерного анализов, позволило более наглядно выявить структуру рынка торговых центров и факторов, которые максимально влияют на рейтинг передач и, соответственно, на рейтинг телеканала и позиционирование на медиарынке. С нашей точки зрения, построенная модель может претендовать на применение, т.к. обладает такими качествами как: объективность, доступность, низкий уровень погрешности и возможность адаптироваться под конкурентную ситуацию.

УДК 314.58

ПОДХОД К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ БРАКОРАЗВОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В РБ

Ишмухаметова А.А.

Уфимский государственный авиационный технический университет,
г.Уфа, Россия

Чтобы выявить методы влияния на брачное поведение населения РБ, были выбраны данные по 34 районам Республики Башкортостан за последние 14 лет, представляющие собой панельные данные. В работе были рассмотрены этническая, возрастная, урбанистическая составляющие браков и разводов, изучены экономико-математические методы прогнозирования, основанные на панельных данных.

Проверив существующую гипотезу о кризисе 7-летнего возраста брака, по Республике Башкортостан мы получили 6-летний жизненный цикл брака, то есть пик разводов приходит на шестой год после заключения брака (спектральный анализ временных рядов и моделирование на основе полиномиальных моделей с распределенными лагами).

Увеличение разводов в 90-е годы многие ученые связывают с потерями семьи в доходах, и как следствие, психологической неудовлетворенностью в целом и институтом брака в частности. С другой стороны, психологи считают, что трудности, в частности финансовые, сплачивают семью. С помощью авторегрессионных моделей с распределенными лагами методом Алмон получили подтверждение обеим, учитывая распределенный эффект по времени, то есть временные финансовые трудности сплачивают брак (средний лаг $l=3$ года), но затяжной «финансовый кризис», как правило, приводит к разводу (средний лаг $l=11$ года). Возрастная модель брачности всего населения Республики Башкортостан скрывает различия, присущие трем крупнейшим этническим группам Республики Башкортостан – башкиры, татары и русские. Каждая из этих групп имеет свои особенности, которые нельзя не учитывать при изучении бракоразводных процессов.

По проведенной работе с панельными данными выяснилось, что количество браков и их расторжений зависит от этнической, возрастной составляющих и составляющая урбанизации браков и разводов. Была проведена спецификация панельных моделей между обобщенной моделью, моделью с фиксированными и моделью со случайными эффектами. На основе теста Хаусмана подтвердилась гипотеза о значимости фиксированных по времени эффектов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНА ПЕРЕВОЗОК ДЛЯ ПРИГОРОДНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ МАТЕМАТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ MATLAB

Магзюмова Э., Нигматуллина Л.

Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

В данной работе строится экономико-математическая модель на основе использования линейного программирования (транспортная задача), которая позволяет определить затраты на перевозку грузов.

Имеется ряд пунктов производств A_i с объемами производства в единицу времени, равными соответственно $a_i, i = \overline{1, m}$ и пункты потребления B_j , потребляющие за тот же промежуток времени соответственно $b_j, j = \overline{1, n}$ продукции. При решении сбалансированной

(закрытой) задачи, добавляется условие: $\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$. Также известны

затраты на перевозку единицы продукции от каждого пункта производства в каждый потребитель. Здесь неизвестными параметрами являются объём продукта x_{ij} . Наиболее рациональным будет такое прикрепление поставщиков к потребителю, при котором суммарные затраты на

транспортировку будет наименьшим: $\min F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$. При

этом каждый потребитель получает нужное количество продукта:

$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j$, и каждый поставщик отгружает весь произведенный товар

$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i$. Дополнительным условием задачи является

неотрицательность переменных, поставка от пункта производства к пункту потребления не может принимать отрицательные значения.

Данная задача решается с помощью системы MATLAB.

ВЫЧИСЛЕНИЕ МЕРЫ РИСКА ХАЗЕНДОНГА-ГОВАРЦА ДЛЯ ПОРТФЕЛЯ И ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРА β НА ФОРМУ И ПОЛОЖЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ГРАНИЦЫ ПОСТРОЕННОГО ПОРТФЕЛЯ

Мирясова Д.О.

Уфимский государственный авиационный технический университет,
г.Уфа, Россия

При формировании портфеля используется понятие финансового риска, используя меры которого, мы можем сформировать наименее рискованный и наиболее эффективный портфель. В данной работе рассмотрено вычисление меры риска Хазендонга-Говарца для портфеля, состоящего из акций 5 крупнейших компаний, и влияние изменения параметра β на форму и положение эффективной границы построенного портфеля.

Далее через X обозначена неотрицательная ограниченная случайная величина, которая принимает значения доходности портфеля. В основе определения мер Хазендонга-Говарца (далее ХГ) и Орлича лежит величина π_α , определяемая следующим образом [1]:

Пусть $\beta \in [0; 1)$, $x < \sup(X)$ – некоторое число. $\pi_\alpha(X, x)$ – это корень уравнения
$$E \left[\hat{\phi} \left(\frac{(X-x)_+}{\pi_\alpha(X, x) - x} \right) \right] = 1 - \alpha,$$

а ХГ мерой риска называется величина
$$\pi_\alpha(X) = \inf_{-\infty < x < \sup(X)} \pi_\alpha(X, x).$$

По теории Марковица, множество точек, состоящих из принимаемых комбинаций ожидаемой доходности и меры риска, ей соответствующей, следует называть эффективной границей отношения доходности/критерия Хазендонга-Говарца.

Найденная эффективная граница для данного портфеля является выпуклой, т.к. используемая функция Юнга $\hat{\phi}$ и, соответственно, мера риска ХГ являются выпуклыми.

Эффективная граница построена в двух вариантах, при $\alpha = 0,7$ и $0,9$. Как и ожидалось, форма эффективных границ не изменилась.

Литература

[1] Bellini F., Gianin E. R. Optimal portfolios with Haezendonck risk measures // Statistics & Decisions: Vol. 26, No. 2, 2008, pp. 89-108.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БЮДЖЕТОМ ДВИЖЕНИЯ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ

Фабарисова А.И.

Уфимский государственный авиационный технический университет,
г.Уфа, Россия

Бюджетирование является важной и неотъемлемой частью процесса управления финансами любого предприятия. Целью данной работы является проектирование процесса бюджетирования движения денежных средств (БДДС) для внедрения информационной системы (ИС) бюджетирования на ОАО «УМПО».

Исследования существующего процесса управления БДДС на предприятии показало, что расчеты и сведение бюджета осуществляется с помощью стандартных офисных приложений, а информация из центров финансовой ответственности (ЦФО) поступает в бумажном виде.

Для устранения выявленных недостатков требуется разработка и внедрение информационной системы (ИС) управления БДДС. Выбор программного продукта осуществлен с помощью метода анализа иерархий. Результатом анализа явилось прикладное решение 1С:Предприятие 8. Управление производственным предприятием.

Внедрением ИС Бюджетирования на базе 1С:УПП автоматизируется процесс сбора данных бюджетов ЦФО и операционных бюджетов путем подключения отдела финансового бюджетирования и инвестиционного анализа к единому серверу и к единой базе данных, что позволит сотрудникам отдела проводить сценарный анализ при планировании сводного БДДС, увеличит прослеживаемость движения денежных средств по ЦФО.

Для реализации предложений разработан системный проект, который включает функциональную и информационную модель предлагаемого процесса [1]. В качестве математической модели использованы балансовые модели, отражающие распределение платежей по ЦФО и планируемые лимиты платежей. Эффективность внедрения ИС бюджетирования подтверждается расчетами экономической эффективности.

Литература

1. Куликов Г.Г., Набатов А.Н., Речкалов А.В. Автоматизированное проектирование информационно-управляющих систем. Системное моделирование предметной области: Учебное пособие. Уфа, УГАТУ, 1998, - 104с.

СЕКЦИЯ «МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ»

УДК 372.8

ФОРМИРОВАНИЕ ПОНЯТИЙ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

Марина И.К.

Башкирский государственный педагогический университет им.М.Акуллы,
г. Уфа, Россия

Образование на современном этапе характеризуется усилением внимания к ученику, к его саморазвитию и самопознанию. Поэтому главную цель образования – подготовить человека к жизни, способного максимально реализовать свои возможности. Таким образом, назначение образования – развитие личности средствами математики. На первый план выдвигаются развивающие функции обучения предмету. Развитие личности средствами математики невозможно без овладения ею определённой системой научных знаний. Одной из главных составляющих системы научных знаний предмета математика являются понятия. Без усвоения соответствующих понятий не может быть ни усвоения законов, ни усвоения теорий. Это обуславливает ведущую роль понятий при формировании в сознании учащихся системы научных знаний в соответствующей научной области. Оперирование понятиями требует от учащихся активной мыслительной деятельности, поскольку только в этом случае можно обеспечить глубокое понимание сущности изучаемых предметов и явлений теории. Но и само мышление невозможно без понятий. Умение мыслить включает и умение оперировать понятиями. Всё, что существует в качестве наших мыслей, упорядочивается, организуется как единое целое посредством той системы понятий, которой мы владеем. Процесс усвоения понятий влияет и на развитие логического мышления учащихся, так как именно они составляют его фундамент. Таким образом, развивающие функции обучения математике реализуются и в процессе овладения понятиями. Умственное развитие ребёнка при обучении математике можно рассматривать и как развитие его способностей к осмыслению понятий, оперированию ими и конструированию новых понятий. Перечисленные способности и являются, в сущности, показателями математического развития ученика.

С учётом сказанного можно предположить, что приоритетной проблемой теории и методики обучения математике является проблема формирования понятий в средней школе. От степени её решения зависит и качество усвоения знаний по предмету, и уровень развития мышления обучающихся.

УСТНЫЕ УПРАЖНЕНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ

Ахметзянова А.А.

Башкирский государственный педагогический университет им.М.Акумуллы,
г. Уфа, Россия

В системе учебных предметов математике принадлежит особая роль. Устные упражнения – одно из средств формирования устных вычислительных навыков. Они позволяют разнообразить формы уроков, используя включение элементов занимательности. Благодаря использованию дидактических игр на уроках математики активизируется мыслительная деятельность, что обеспечивает решение задач, связанных с развитием произвольного внимания, памяти и формированием способности сравнивать, сопоставлять, делать выводы и обобщения.

Навыки устных вычислений формируются в процессе выполнения учениками разнообразных упражнений таких, как нахождение значений и сравнение математических выражений, решение уравнений и т.д. Разнообразие и комбинирование различных видов устных упражнений усиливает интерес у детей, активизируют их мыслительную деятельность, что приводит к лучшему усвоению нового и закреплению пройденного ранние материала.

Вычислительные навыки необходимы как в практической жизни каждого человека, так и в учении. Ни один пример, ни одну задачу по математике, физике, химии нельзя решать, не обладая элементарными способами вычислений. Большое количество учащихся не владеют вычислительными навыками и умениями, допускают различные ошибки в вычислениях. Для преодоления данной проблемы на уроках математики используются следующие формы: игры, игровые ситуации и занимательные задачи; тесты «Проверь себя сам»; математические диктанты; исследовательские работы; творческие задания и конкурсы. Устные упражнения позволяют индивидуализировать работу, направить на развитие личностных особенностей и индивидуальных способностей учащихся. Хорошо развитые у учащихся навыки устного счета, основы которого закладываются в начальной школе, – одно из условий их успешного обучения в старших классах. Устный счет следует проводить с усложнением степени трудности заданий.

Нужно сделать так, чтобы устный счет воспринимался учащимися как интересная игра. Тогда они сами внимательно следят за ответами друг друга, а учитель становится не столько контролером, сколько лидером, придумывающим все новые интересные занятия.

ФОРМИРОВАНИЕ НАВЫКОВ УСТОНОГО СЧЕТА

Ахтарьянова Р.З.

Башкирский государственный педагогический университет им.М.Акумуллы,
г. Уфа, Россия

Практика современной школы свидетельствует о снижении уровня навыков вычислений, «беглого» счета у школьников. Обучающиеся долго и нерационально выполняют преобразования различных выражений, много времени затрачивают на вычисления и все чаще прибегают к помощи технических средств для вычислений. Еще одна проблема современных учащихся, которая напрямую связана с вычислительной культурой, - нерациональность вычислений.

Из выше сказанного следует, что существует потребность в ознакомлении учащихся с дополнительными приемами устных и письменных вычислений, которые позволили бы значительно сократить время, потраченное на вычисления и запись решения, и избежать использования различных вычислительных средств.

Для достижения правильности и беглости устных вычислений на каждом уроке математики необходимо выделять 5-10 минут для проведения упражнений в устных вычислениях, предусмотренных программой каждого класса.

Устные упражнения проводятся в вопросно-ответной форме, все учащиеся класса выполняют одновременно одни и те же упражнения. Устные упражнения важны и ещё и тем, что они активизируют способность воспринимать сказанное на слух, быстрота реакции. В сочетании с другими формами работы, устные упражнения позволяют создать условия, при которых активизируются различные виды деятельности учащихся: мышление, речь, моторика. И устные упражнения в этом комплексе имеют большое значение.

Чтобы навыки устных вычислений постоянно совершенствовались, необходимо установить правильное соотношение в применении устных и письменных приёмов вычислений, а именно: вычислять письменно только тогда, когда устно вычислять трудно.

Приемы быстрого счета позволяют без увеличения числа учебных часов повысить качество обучения и уровень математических знаний учащихся. Делают знания более действенными, гибкими и эффективными. Изучаемые понятия рассматриваются с различных сторон, что способствует выявлению их сущности.

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

СЕКЦИЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»

- Ахтарьянов Г.Ф., Гареева З.В., Звездин А.К.** 3
ОСОБЕННОСТИ ЦИКЛОИДАЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ СТРУКТУР В ПЛЕНКАХ ФЕРРИТА ВИСМУТА
- Габбасов Р.Ф., Гареева З.В., Серегин С.В., Дорошенко Р.А.** 4
ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ИТТРИЙ-ЖЕЛЕЗИСТОГО ГРАНАТА
- Kostromitin K.I., Buchelnikov V.D., Sokolovsky V.V.** 5
THEORETICAL STUDY OF MAGNETIC PROPERTIES AND MULTIPLE TWIN BONDARY MOTION IN HEUSLER NI-MN-X SHAPE MEMORY ALLOYS USING FIRST PRINCIPLES AND MONTE CARLO METHOD
- Хамидуллин И.Р., Измаилов Р.Н., Исаев Р.Р.** 6
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КВАДРУПОЛЬНОГО МОМЕНТА СОЛНЦА ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМИ ЭКСПЕРИМЕНТАМИ
- Анзулевич А.П., Бутько Л.Н., Лихарев Д.С., Моисеев С.Г.** 7
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЦЕПОЧЕК И ПЛОСКОСТЕЙ ИЗ СФЕРИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ ТИТАНА С СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЕМ
- Хузин М.А.** 8
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПЛАСТА МЕТОДОМ УЧЕТА ЭВОЛЮЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ ВДОЛЬ СТВОЛА ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ
- Проскурин И.В., Овчинников А.С., Kishine J., Togawa Y.** 9
ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ТРАНСПОРТА В КИРАЛЬНЫХ МАГНЕТИКАХ С ГЕЛИКОИДАЛЬНЫМ УПОРЯДОЧЕНИЕМ
- Михайлов С.Н., Арсланова Ю.А., Измаилов Р.Н.** 10
ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ АККРЕЦИОННОГО ДИСКА КРОТОВОЙ НОРЫ
- Арсланова Ю.А., Хайбуллина А.Р., Измаилов Р.Н., Камал К.Н.** 11
ПРОВЕРКА УСЛОВИЙ РАСХОДИМОСТИ ДЛЯ КРОТОВОЙ НОРЫ С ТОНКОЙ ОБОЛОЧКОЙ

Синицын В.Е., Бострем И.Г., Овчинников А.С. 12
ПРОЦЕСС НАМАГНИЧИВАНИЯ И СПИНОВАЯ ЩЕЛЬ В ДВУМЕРНОМ
ОРГАНИЧЕСКОМ ФЕРРИМАГНЕТИКЕ VPrNNbNO

Шафеев Р.Р., Назаров В.Н. 13
КРИТИЧЕСКИЕ ПОЛЯ ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЯ СЛАБЫХ
ФЕРРОМАГНЕТИКОВ С ДЕФЕКТАМИ АНИЗОТРОПИИ

Закирьянов Ф.К., Фахретдинов М.И. 14
УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ КИНКА МОДИФИЦИРОВАННОГО
УРАВНЕНИЯ SIN-ГОРДОНА С ПОМОЩЬЮ
ЧАСТОТНО-МОДУЛИРОВАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Murtazin R.R., Ekomasov E.G., Sharaeva T.B., Gumerov A.M. 15
NONLINEAR DYNAMICS OF THE DOMAIN WALLS IN MAGNETIC WITH
AN OPTIONAL MODULATION OF THE PARAMETERS SYSTEM

Гумеров А.М., Кудрявцев Р.В., Богомазова О.Б. 16
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДОМЕННЫХ ГРАНИЦ В СЛАБЫХ
ФЕРРОМАГНЕТИКАХ С МОДУЛЯЦИЕЙ МАГНИТНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Синицын В.Е. 17
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ СОЛИТОННОЙ РЕШЕТКИ В
ПОПЕРЕЧНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ

Екомасов А.Е., Хвальковский А.В., Звездин К.А., Екомасов Е.Г. 19
ДИНАМИЧЕСКИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ МАГНИТНЫХ ВИХРЕЙ В
СПИН-ВЕНТИЛЬНОМ НАНОСТОЛБЧАТОМ ГЕНЕРАТОРЕ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СВЧ СИГНАЛА

Бутько Л.Н., Анзулевич А.П., Лихарев Д.С., Моисеев С.Г. 20
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КРИСТАЛЛОВ

Хайбуллина А.Р., Фазлыев Д.И., Измаилов Р.Н. 21
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ГАМИЛЬТОНИАНОВОГО
ПОДХОДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИУСА ГАЛО ГАЛАКТИКИ

Сучков С.В. 22
РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЕТОВЫХ ИМПУЛЬСОВ В СИСТЕМЕ
ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ РТ- СИММЕТРИЧНЫХ КАПЛЕРОВ

Цветанский А.С., Харисов А.Т. 23
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГИПЕРЗВУКОВЫХ ВОЛН
НА НЕЛИНЕЙНУЮ МАГНИТНУЮ НЕОДНОРОДНОСТЬ В
ФЕРРОМАГНЕТИКЕ

Шарафуллин И.Ф. 24
ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ПОЛЕЙ НА МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В МУЛЬТИФЕРРОИКАХ

Ахтямова Д.И. 25
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ 0-ГРАДУСНЫХ ДОМЕННЫХ ГРАНИЦ
НЕЕЛЕВСКОГО ТИПА В ПЛАТИНЕ (111) ФЕРРИТОВ-ГРАНАТОВ

Магадеев Е.Б. 26
СВОЙСТВА МАГНИТНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ,
ЛОКАЛИЗОВАННЫХ В ОБЛАСТИ УЕДИНЕННЫХ ДЕФЕКТОВ

Каюмов И.Р. 27
АВТОРЕЗОНАНСНАЯ ДИНАМИКА ДОМЕННОЙ ГРАНИЦЫ В
АНТИФЕРРОМАГНЕТИКАХ ПРИ ФАЗОВОМ ПЕРЕХОДЕ I РОДА

Солонецкий Р.В. 28
УСТОЙЧИВЫЕ СОСТОЯНИЯ 0-ГРАДУСНОЙ ДОМЕННОЙ ГРАНИЦЫ С
НЕБЛОХОВСКОЙ СТРУКТУРОЙ В ФЕРРИТ-ГРАНАТОВОЙ ПЛЕНКЕ

Султанова Э.З., Вахитов Р.М. 29
ОРИЕНТАЦИОННАЯ ФАЗОВАЯ ДИАГРАММА (210)-
ОРИЕНТИРОВАННОЙ ПЛЕНКИ ФЕРРИТОВ-ГРАНАТОВ

СЕКЦИЯ «ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОФИЗИКА»
СЕКЦИЯ «ПРОБЛЕМЫ РАДИОТЕХНИКИ И СВЯЗИ»

Баянова Ю.И. 30
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА
ВОЛЬТАМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРУКТУРЫ МЕДЬ-
ПОЛИДИФЕНИЛЕНФТАЛИД-МЕДЬ

Лопатюк А.В. 31
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВЕТВЛЕННОЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ
СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ С РАСШИРЕННЫМ ВОЛНОВЫМ
ДИАПАЗОНОМ

Балашов А.С., Лопатюк А.В. 32
СИНТЕЗИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ПЛАНАРНОГО ОПТИЧЕСКОГО
ДЕЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ 1x12 КАНАЛОВ

Каримов И.Г. 33
ТОНКИЕ СУБМИКРОННЫЕ ПЛЕНКИ ПОЛИДИФЕНИЛЕНФТАЛИДА В
ПЕРЕМЕННОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Любцов В.С. 34
ВЛИЯНИЕ КИСЛОРОДА НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
ПОЛИМЕРА ПОЛИДИФЕНИЛЕНФТАЛИДА

Лопатюк А.В., Рямова А.Д. 35
РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ПОСТРОЕНИЕ 24 КАНАЛЬНОЙ
DWDM ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ

Павлов Д.А. 36
ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОПОГЛОЩАЮЩИХ СВОЙСТВ КОЛЬЦЕВЫХ
ТОКОПРОВОДЯЩИХ СТРУКТУР

Зотов И.С. 37
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОВОДИМОСТИ РЕШЁТКИ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КРИСТАЛЛА НА ЧАСТОТНЫЕ ЗОНЫ
КОЭФИЦИЕНТА ПРОПУСКАНИЯ

Абдрахманов Н.И. 38
КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИСУЛЬФОНА С НАНОРАЗМЕРНЫМИ
НАПОЛНИТЕЛЯМИ

СЕКЦИЯ «ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

Taskaev S., Buchelnikov V., Bataev D, Pelennen A. 39
MAGNETOCALORIC EFFECT AND OTHER PROPERTIES OF COLD
ROLLED Gd RIBBONS

Загидулин Т.Р. 40
ВЛИЯНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ И
СТЕРЖНЯ СТАЛЬНОГО БОЛТА НА ДОСТОВЕРНОСТЬ КОНТРОЛЯ
МЕХАНИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ МЕТАЛЛА ИНДИКАТОРОМ
НАПРЯЖЕНИЯ ИН-01

Конов А.В. 41

ОБ ИНФОРМАТВНОСТИ СИГНАЛОВ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ
МНОГОКАНАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ДЕФЕКТΟΣКОПА ДЛЯ
КОНТРОЛЯ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

Халиуллина Р.Г., Курбангулов А.Р., Муллабаев А.А. 42
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОБАЛЬТИТА
ЛИТИЯ LiCoO_2

Грешняков В.А. 43
МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НОВЫХ УГЛЕРОДНЫХ ФАЗ ИЗ SP^3
ГИБРИДИЗИРОВАННЫХ АТОМОВ

Вотинов И.С. 44
МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ГИБРИДНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ФАЗ ИЗ
УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Суфиянова А.А., Биккулова А.Р. 45
ИССЛЕДОВАНИЕ ИОННО-ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОВОДИМОСТИ
В СОЕДИНЕНИЯХ $\text{Cu}_x\text{Ag}_{1-x}\text{CrS}_2$

Габдрахманова Л.А., Трубкулова С.Ф. 46
РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ
ПРЕВРАЩЕНИЙ В ПЛАСТИЧЕСКИ ДЕФОРМИРОВАННОМ КОБАЛЬТЕ

Кистанов А.А., Дмитриев С.В. 47
ОБМЕН ЭНЕРГИЕЙ МЕЖДУ ДИСКРЕТНЫМИ БРИЗЕРАМИ В
КРИСТАЛЛЕ СО СТРУКТУРОЙ NaCl ПРИ НУЛЕВОЙ И КОНЕЧНЫХ
ТЕМПЕРАТУРАХ

Неустроев А.С. 48
ВЛИЯНИЕ ОСАЖДЕННЫХ СЛОЕВ KDP НА ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ
МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ОКСИДОВ

Протасова Е.О., Киселева С.К., Абрамова М.М., Каравасева М.В. 49
ВЛИЯНИЕ РАВНОКАНАЛЬНОГО УГЛОВОГО ПРЕССОВАНИЯ НА
МАРТЕНСИТНУЮ СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА
СРЕДНЕУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

Гайнуллин И.М. 51
АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ ДЕФОРМАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ УМЗ Ti
GRADE-4 НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ахатова А.Ф.	52
МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРНОГО СПЛАВА ВТ6	
Баимова Ю.А.	53
ОБЛАСТИ СУЩЕСТВОВАНИЯ МОРЩИН В ГРАФЕНОВОЙ НАНОЛЕНТЕ С ЗАКРЕПЛЕННЫМИ КРАЯМИ	
Саркеева А.А.	54
ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ УДАРНОГО НАГРУЖЕНИЯ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ6	
Саркеева А.А.	55
МЕХАНИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ПРИ УДАРНОМ НАГРУЖЕНИИ СТРУКТУРНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ТИТАНОВОГО СПЛАВА	
Хасанова Г.Ф., Валиахметов О.Р., Галеев Р.М., Мулюков Р.Р.	56
ФОРМИРОВАНИЕ УМЗ СТРУКТУРЫ В СПЛАВЕ Zr-2,5%Nb МЕТОДОМ ВСЕСТОРОННЕЙ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ КОВКИ	
Мунасипов А.З., Габдуллин А.Н., Ишембетов Р.Х.	57
ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ ЗЕРЕН НА ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ $Cu_{2-d}Se$	
Хамидуллин А.Р.	58
КРЕЙЗЫ И ТРЕЩИНЫ В СИНДИОТАКТИЧЕСКОМ 1,2 - ПОЛИБУТАДИЕНЕ	
Корзникова Е.А.	59
ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СУБМИКРОСТАЛЛИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ В НИКЕЛЕ ПОСЛЕ КРУЧЕНИЯ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ	
Халиков А.Р., Дмитриев С.В.	60
УЧЕТ ЗАВИСИМОСТИ ЭНЕРГИЙ МЕЖАТОМНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ НА ФАЗОВЫХ ДИАГРАММАХ СОСТОЯНИЯ	
Тимиров Ю.И., Гареева Е.Р., Скалдин О.А.	61
ДИНАМИКА ДЕФЕКТОВ И СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В КАПЛЯХ НЕМАТОХОЛЕСТЕРИКА	
Калганов Д.А.	62
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МУЛЬТИФЕРРОИКОВ В СВЧ ДИАПАЗОНЕ	

- Халитова А.В., Абрамова М.М., Александров И.В.** 63
МИКРОСТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛИ
08X18N10T, ПОДВЕРГНУТОЙ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ
ДЕФОРМАЦИИ КРУЧЕНИЕМ ПО РАЗЛИЧНЫМ РЕЖИМАМ
- Южанина В.А.** 64
ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ БИМЕТАЛЛА 9XC-45XNM,
ПОЛУЧЕННОГО СВАРКОЙ ВЗРЫВОМ
- Ильясов Р.Р., Автократова Е.В., Валеев И.Ш., Ситдииков О.Ш.,
Маркушев М.В.** 65
ОБ ЭФФЕКТЕ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И
СВОЙСТВА ХОЛОДНОКАТАНОГО АЛЮМИНИЕВОГО
СПЛАВА 1570C
- Рамазанов И.А., Зарипов Н.Г., Киселева С.К., Караева М.В.** 66
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ
ДЕФОРМАЦИИ И ПОСЛЕДУЮЩЕГО ОТЖИГА НА СТРУКТУРУ И
СВОЙСТВА СТАЛИ 45 С ИСХОДНОЙ ФЕРРИТНО-МАРТЕНСИТНОЙ
СТРУКТУРОЙ
- Павлухина О.О., Бучельников В.Д.** 67
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В СИСТЕМАХ,
ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ МАНГАНИТОВ ЛАНТАНА
- Султанбекова Д.Д., Сиренко А.А.** 68
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ТИТАНОВОГО СПЛАВА
BT8-1
- Акчурина А.Г., Караева М.В.** 69
ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И
ТЕРМООБРАБОТКИ НА МИКРОСТРУКТУРУ И МИКРОТВЕРДОСТЬ
ПОДШИПНИКОВОЙ СТАЛИ 110X18M
- Искандаров А.М.** 70
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ В ШИРОКОМ
ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР
- Мавлютов А.М.** 71
ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЛКИХ МОНОКРИСТАЛЛОВ $Sr_3Ti_2O_7$,
 $SrTiO_3$ и Sr_2TiO_4 В РАСПЛАВЕ KCl

Давлетшина А.Д. 72
РАСЧЕТ ЗОННОЙ СТРУКТУРЫ СУПЕРИОННЫХ ПРОВОДНИКОВ Cu_2S
И Ag_2S ИЗ ПЕРВЫХ ПРИНЦИПОВ

Салихов А.Р. 74
АТТЕСТАЦИЯ ФАЗОВОГО СОСТАВА МИКРОТВЕРДОСТИ И
ТЕКСТУРЫ В СПЛАВЕ НИКЕЛИДА ТИТАНА

Салихов А.Р. 75
ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ ВТСП КЕРАМИКИ ПОДВЕРГНУТОЙ КРУЧЕНИЮ
ПОД КВАЗИГИДРОСТАТИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ ПРИ НИЗКИХ
СКОРОСТЯХ КРУЧЕНИЯ

Мухаметдинова О.Э., Крымский С.В., Ильясов Р.Р. 76
МЕЖКРИСТАЛЛИТНАЯ КОРОЗИЯ КРИОДЕФОРМИРОВАННОГО
АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА Д16

Мухаметдинова О.Э. 77
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ В
ХОЛОДНОКАТАНОМ УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОМ СПЛАВЕ Al-5Mg-
 $0,2\text{Sc-0,08Zr}$ ПРИ ОТЖИГЕ

Мунасипов А.З., Шакиров Р., Ишембетов Р.Х. 78
ЭЛЕКТРОННЫЙ ЭФФЕКТ ПЕЛЬТЬЕ В Cu_2S

Усманов И., Халилова Г, Ишембетов Р.Х. 79
ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ ЗЕРЕН НА ИОННУЮ ПРОВОДИМОСТЬ
НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО СЕЛЕНИДА МЕДИ

Мурзаев Р.Т., Дмитриев С.В. 79
ПОВЕДЕНИЕ ПРИМЕСНЫХ АТОМОВ ПРИ ДИФфуЗИОННОМ ОТЖИГЕ
ДВУМЕРНОГО ПОЛИКРИСТАЛЛА В ЗАВИСМОСТИ ОТ РАЗМЕРА
ПРИМЕСНЫХ АТОМОВ

СЕКЦИЯ «НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОЭЛЕКТРОНИКА»

Беленкова Т.Е. 81
МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ГРАФАНОВЫХ СЛОЕВ

Миннибаев И.Н. 82
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ СЛОЕВ ГРАФЕНА
НА ПОВЕРХНОСТИ НАНОАЛМАЗОВ

Букреева К.А., Искандаров А.М. 83
ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ НАНОПЛЕНКИ СПЛАВА β -NiAl С
РАЗНОЙ ОРИЕНТИРОВКОЙ ОСИ РАСТЯЖЕНИЯ

Корзникова Е.А. 84
ДИСКРЕТНЫЙ БРИЗЕР В ДЕФОРМИРОВАННОМ ЛИСТЕ ГРАФЕНА
ОРИЕНТАЦИИ КРЕСЛО

Мердеев. М.И., Чернов В.М. 85
ВЛИЯНИЕ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ МИЦЕЛЛ НА ЯДЕРНУЮ
СПИН-РЕШЕТОЧНУЮ РЕЛАКСАЦИЮ

Щукин П.В., Файзуллин М.Г., Муфтахов М.В. 86
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИССОЦИАТИВНОГО ЗАХВАТА ЭЛЕКТРОНОВ
МОЛЕКУЛАМИ ТРИФТОРУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ

Бабаев М.С. 87
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ
ПОЛИМЕР-КОЛЛОИДНЫХ КОМПЛЕКСОВ В ИЗОТОНИЧЕСКОМ
РАСТВОРЕ

Бадамшина А.Р., Ильясова Р.Р., Массалимов И.А. 88
НАНОЧАСТИЦЫ ГЕМАТИТА ДЛЯ СОРБЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Салихова Л.А., Ильтуганов А.Я., Идрисова Э.С. 89
НИТРАТЫ ПИРИДИНА И ХИНОЛИНА ПРИ СИНТЕЗЕ
НАНОДИСПЕРСНОГО ОКСИДА НИКЕЛЯ

**Биглова Ю.Н., Торосян С.А., Михеев В.В., Шаяхметов Р.У.,
Салихов Р.Б., Мустафин А.Г.** 91
ПРОВОДЯЩИЕ СВОЙСТВА ДОПИРОВАННОГО ФУЛЛЕРЕНОМ
ПОЛИАНИЛИНА

СЕКЦИЯ «ГЕОФИЗИКА»

Шамин Р.В. 92
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО
РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН-УБИЙЦ

Маргарит Л.Т. 93

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ КОЭФФИЦИЕНТА ОХВАТА
ВЫТЕСНЕНИЕМ ПО РАЗРЕЗУ В РАЗНОУДАЛЕННЫХ ОТ СКВАЖИН
ЗОНАХ

Салихов Т.Р. 94
ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ В НЕОДНОРОДНОЙ
ТРЕЩИНОВАТО-ПОРИСТОЙ СРЕДЕ

Гафуров А.И. 95
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ $K_{п}=F(K_{гл})$ НА
КУЛЕШОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Тимербаев Д.Р. 96
СТРУКТУРА ДВУХФАЗНОГО (ГАЗ, ВОДА) ТЕЧЕНИЯ В
ВЕРТИКАЛЬНОЙ И НАКЛОННОЙ СКВАЖИНЕ

Мухутдинова Л.К. 97
МОДУЛЬ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО КАЛЬКУЛЯТОРА СИСТЕМЫ
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ «ГИДРОЗОНД»

Диваев А.М. 98
МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОПРОСЛУШИВАНИЯ ПЛАСТОВ

Вахитов М.А. 99
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАТЕРИАЛА
РЕАКТОРНОЙ КАМЕРЫ НА КИНЕТИКУ ОБРАЗОВАНИЯ ГАЗОВОГО
ГИДРАТА

Добрынин С.И., Головин С.В., Рахматуллин И.И. 100
СЕЙСМОЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МЕТОД ПРЯМЫХ ПОИСКОВ,
ДЕТАЛЬНОЙ РАЗВЕДКИ, ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ И МОНИТОРИНГА
ЗАПАСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ В НЕФТЕГАЗОВОМ ПЛАСТЕ

СЕКЦИЯ «ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИКА»

Шарифуллина А.Ш. 101
ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОСКОЙ МЕЖФАЗНОЙ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА
ЖИДКОСТЬ-ПАР ДВУХФАЗНОЙ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ
МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

Зинуров Р.Х. 102
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОЛЕОТЛОЖЕНИЯ В СКВАЖИНЕ

Исаев Р.Е. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗЛИВА ЖИДКОСТИ НАД ГРУНТОМ	103
Кашапова Л.В. ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА МЕЖФАЗНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ	104
Буканбаев Р.Ф. ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЧ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ВОДОНЕФТЯНЫЕ ЭМУЛЬСИИ	105
Валиев Р.И., Фатыхов Л.М. ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАВЛЕНИЯ ПАРАФИНА СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ	106 В
Султангужин Р.Ф. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ В ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ВОЛНОВОДАХ	107
Фатыхов Л.М., Нагаев Ф.А., Шагинов Н.Р. ИССЛЕДОВАНИЯ ВВОДА И НАГРЕВА ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРОДУКТИВНЫЕ ПЛАСТЫ	108
Рахимов А.А. ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТА ДИНАМИЧЕСКОГО ЗАПИРАНИЯ В МИКРОКАНАЛЕ	109 В
Воронина А.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЧ И СВЧ НАГРЕВА КАПЛИ ВОДОНЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ	110
Мусин А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЧ И СВЧ НАГРЕВА НА ТЕПЛОВУЮ КОНВЕКЦИЮ В КАПЛЕ ВОДОНЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ	111
Валиев А.А. ЭФФЕКТ ДИНАМИЧЕСКОГО ЗАПИРАНИЯ ПРИ ТЕЧЕНИИ ЭМУЛЬСИИ И СУСПЕНЗИИ С ТОЖДЕСТВЕННЫМ СОСТАВОМ	112
Нуриев Р.И., Ковалева Л.А., Давлетбаев А.Я.	113

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОПРОСЛУШИВАНИЯ В СКВАЖИНАХ С
ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ТЕХНОГЕННЫМИ ТРЕЩИНАМИ ГИДРОРАЗРЫВА

Ибатуллина А.Ф., Рахманова Ф.Ф. 114
АНАЛИЗ ПРОБЛЕМНЫХ ТОП-ЭЛЕМЕНТОВ ЗАВОДНЕНИЯ
НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Зиннатуллин Р.Р., Муллаянов А.И., Благодичиннов В.Н. 115
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ НА МИКРОСТРУКТУРУ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Волкова Е.В., Насибуллаева Э.Ш. 116
ЭФФЕКТ МАССОПЕРЕНОСА В ЗАДАЧЕ О ДИНАМИКЕ ОДИНОЧНОГО
ПУЗЫРЬКА В АКУСТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Гильманова Г.И. 117
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДИРИХЛЕ ДЛЯ ТРЕХМЕРНОГО УРАВНЕНИЯ
ГЕЛЬМГОЛЬЦА

Малышев В.Л. 118
ГОМОГЕННАЯ НУКЛЕАЦИЯ ПАРОВОГО ПУЗЫРЬКА В ВОДЕ
МЕТОДАМИ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

СЕКЦИЯ «МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ»

Павленко А.Ф., Акманова Г.Р. 119
ПОСТАНОВКА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ОПТИКЕ «ИЗУЧЕНИЕ
ОТРАЖЕНИЯ СВЕТА И ИЗОБРАЖЕНИЙ В СФЕРИЧЕСКИХ ЗЕРКАЛАХ»

Сарваров Р.Т. 120
ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЗАКОНОВ
ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Мухамедкали А.Б., Токушев Е.Д. 121
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ КАК СРЕДСТВО ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Валитова М.Ю. 122
ФОРМИРОВАНИЯ ПОНЯТИЙ ВОЛНОВОЙ ОПТИКИ ЧЕРЕЗ
КАЧЕСТВЕННЫЕ ЗАДАЧИ

Олькова Т.А. 123

ТЕХНОЛОГИЯ МОДУЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ: ПЛЮСЫ И МИНУСЫ

- Олькова Т.А.** 124
КРИТЕРИИ И УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ МАГИСТРА ПО ТЕМЕ: «ФОРМИРОВАНИЕ СПОСОБНОСТЕЙ К САОМСТОЯТЕЛЬНОМУ ОСВОЕНИЮ НОВЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ»
- Кутлугужина Г.Р.** 126
ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕГРАТИВНЫХ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ ЭКСКУРСИЙ К ПРИРОДНЫМ ПАМЯТНИКАМ БАШКИРИИ
- Багаутдинова А.Р.** 127
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ИЗУЧЕНИИ КВАНТОВОЙ ОПТИКИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ
- Баймуратова Г.У.** 128
ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ НА ПРОСТОМ ОБОРУДОВАНИИ
- Чиглинцева Н.Н.** 129
КУБОК ПО ФИЗИКЕ КАК МЕТОД РАБОТЫ С ОДАРЁННЫМИ ДЕТЬМИ
- Давлетшина Р.М.** 130
ШКОЛЬНАЯ ЛЕКЦИЯ ПО ФИЗИКЕ КАК МЕТОД ОБУЧЕНИЯ
- Хамматова Р.Р.** 131
ФУНКЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ
- Иванова М.Л.** 132
ВИДЫ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДОМАШНИХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ
- Валигова А.Ф.** 133
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕМОСТРАЦИОННОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ УСТАНОВЛЕНИЮ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ
- Алдошина Н.Д.** 134
ПРЕПОДАВАНИЕ ФИЗИКИ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ В РАМКАХ ФГОС НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Косарев Н.Ф., Идрисов Е.И. ЭВРИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД РЕШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ	135
Борисова А.В. ОЦЕНКА УЧЕБНИКОВ ФИЗИКИ МЕТОДОМ ДОПОЛНЕНИЙ	136
Ахтарьянова Г.Ф. НАУЧНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ В НОВЕЙШЕЙ ИСТОРИИ ФИЗИКИ	137

ХИМИЯ

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ХИМИЯ» СЕКЦИЯ «ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Аминова Г.Г., Борисова Н.С., Зимин Ю.С., Мустафин А.Г. ОКИСЛЕННЫЙ АРАБИНОГАЛАКТАН СИБИРСКОЙ ЛИСТВЕННОЙ КАК ПОЛИМЕРНАЯ МАТРИЦА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ	138
Борисова Н.С., Аминова Г.Г., Зимин Ю.С., Тимербаева Г.Р. ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ДЕСТРУКЦИЯ АРАБИНОГАЛАКТАНА СИБИРСКОЙ ЛИСТВЕННОЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ОЗОН- КИСЛОРОДНОЙ СМЕСИ	139
Калимуллина Л.Р., Байбулова Г.Ш., Жданов Э.Р., Асфандиаров Н.Л. ВЫБОР МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ ПРОИЗВОДНЫХ ФТАЛИДА	140
Кузнецов А.Л. АНАЛИЗ КОНТАКТНЫХ СТРУКТУР ОКСИГИДРАТА ЖЕЛЕЗА(III)	141
Купова О.Ю. КВАНТОВОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБРАЗОВАНИЯ ОКСЕТАНОВ И ДИОКСАНОВ ПО РЕАКЦИИ ПРИНСА	142
Сабитова З.Ш., Дмитриева Е.А. СОСТАВ ГИДРОКСОКОМПЛЕКСОВ КАДМИЯ, НИКЕЛЯ, КОБАЛЬТА НАД ОСАДКАМИ ГИДРОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ	143
Сахаутдинова Р.А., Якупова Л.Р., Сафиуллин Р.Л.	144

КИНЕТИКА РАСХОДОВАНИЯ 5-АМИНО-1,3,6-ТРИМЕТИЛУРАЦИЛА В
ХОДЕ РАДИКАЛЬНО-ЦЕПНОГО ОКИСЛЕНИЯ 1,4-ДИОКСАНА

Тарамина Е.В. 145
ФАЗОВЫЕ КАУСТИКИ В ГЕЛЕ МАГНИТНОГО ОКСИГИДРАТА
ЖЕЛЕЗА

Тюрин А. Г., Бирюков А. И. 146
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ МЕДИ В
РАСТВОРАХ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Хайруллина Л.Р., Насретдинова Р.Н., Зимин Ю.С. 147
РЕАКЦИЯ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ С
ОЗОНОМ

Хурсан В.С. 148
О МЕХАНИЗМЕ РЕАКЦИИ ФЕНИЛНИТРОЗООКСИДА С *транс*-
СТИЛЬБЕНОМ

Шарипова Г.М. 149
ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УРАЦИЛА И 6-
МЕТИЛУРАЦИЛА С ПЕРОКСИДОМ ВОДОРОДА

**Байбулова Г.Ш., Галиев А.Ф., Жданов Э.Р., Корнилов В.М.,
Калимуллина Л.Р.** 150
НАДМОЛЕКУЛЯРНАЯ СТРУКТУРА ТОНКИХ СУБМИКРОННЫХ
ПЛЕНОК ПОЛИДИФЕНИЛЕНФТАЛИДА²

Адигамова Р.Р., Гиззатова Э.Р. 151
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕКОТОРОГО ХИМИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА

Храмцова К.А., Михайлов Г.П. 152
МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНОЙ ПОДВИЖНОСТИ ХИТОЗАНА

СЕКЦИЯ «ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ»

Бутаков А.В., Пестова А.А., Чернов В.М. 153

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ПОЛИМЕРОВ В ГЕЛЬ-СОСТОЯНИИ

Валиев Д.Р. **154**
ОПТИМИЗАЦИЯ СООТНОШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ
ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ АЛКИЛСУЛЬФАТОВ НАТРИЯ,
НЕОНОЛА, АЛКИЛАМИДОПРОПИЛБЕТАИНА И ФТОР-ПАВ

Галина А.Р., Кулиш Е.И. **155**
О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ЙОДА С ХИТОЗАНОВОЙ МАТРИЦЕЙ

Каримова Р.Д., Кулиш Е.И. **156**
ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ПРОТОНИРОВАНИЯ ХИТОЗАНА В РАСТВОРЕ
НА НЕКОТОРЫЕ ЕГО СВОЙСТВА

**Зайнитдинова Р.М., Хусайнов А.Н., Массалимов И.А.,
Мустафин А.Г.** **157**
РЕГУЛИРОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ ПОЛИМЕРОВ НАНОЧАСТИЦАМИ
СЕРЫ

Кучумова А.Р., Габитов И.Т. **158**
ИЗУЧЕНИЕ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
МЕТИЛБЕНЗИЛИРОВАННОГО ФЕНОЛА ПРИ ДЕСТРУКЦИИ
ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

Насибуллин И.И., Фризен А.К., Газизова А.И. **159**
МАКРОИНИЦИИРОВАНИЕ РАДИКАЛЬНО-КОМПЛЕКСНОЙ
ПОЛИМЕРИЗАЦИИ В ПРИСУТСТВИИ МЕТАЛЛОЦЕНОВ

Назарова А.Ю., Хайруллина А.И. **160**
ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОД-ПОЛИМЕРНЫХ НАНОЧАСТИЦ – НОСИТЕЛЕЙ
ДЛЯ ФАРМАКОНОВ

Омельчук Р.С., Гизатова Э.Р. **161**
ОБ АЛГОРИТМЕ РЕШЕНИЯ ПРЯМОЙ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ
МЕХАНИЗМА СОПОЛИМЕРИЗАЦИИ

Салимгареева Д.С., Габитов И.Т., Ахметханов Р.М. **162**
ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИФИКАТОР-АНТИПИРЕНОВ НА ПРОЦЕСС
ТЕРМООКСИДЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ ПВХ

Таипова А.А., Каримова Р. Д. **163**

ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ХИТОЗАН - УКСУСНАЯ КИСЛОТА МЕТОДОМ
ВИСКОЗИМЕТРИИ

Туктарова И.Ф., Давлетова Л.Н., Кулиш Е.И. 164
ВИСКОЗИМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ
ДЕСТРУКЦИИ ПЛЕНОК ХИТОЗАНАС ВКЛЮЧЕННЫМИ
АНТИБИОТИКАМИ

Туктарова И.Ф., Галина А.Р., Кулиш Е.И. 165
О ПРОЯВЛЕНИИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЙОД
СОДЕРЖАЩИМИ ХИТОЗАНОВЫМИ ПЛЕНКАМИ

Шуршина А.С., Захарова А.И., Кулиш Е.И. 166
КОЭФФИЦИЕНТ ДИФУЗИИ В СИСТЕМЕ ХИТОЗАН-ХЛОРИД
АМИКАЦИНА

Чернова В.В., Ахмедуллина А.Х., Кулиш Е.И. 167
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА НА
КОНФОРМАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ ХИТОЗАНА В РАСТВОРЕ

Чернова В.В., Гурина М.С., Кулиш Е.И. 168
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА НА
СКОРОСТЬ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА РАСТВОРОВ
ХИТОЗАНА

СЕКЦИЯ «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ» СЕКЦИЯ «МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ»

Аминева Г.Г., Боева М.К., Аминева Н.А. 169
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИДЕОФРАГМЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ХИМИИ
НЕМЕТАЛЛОВ

Гарифуллина Г.Г., Насретдинова Р.Н. 170
МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ К ТРУДНЫМ ЗАДАНИЯМ ЕДИНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ПО ХИМИИ

Зильберг Р.А. 172
КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ РАЗДЕЛЕННЫХ ЯЧЕЕК И
МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИАРИЛЕНФТАЛИДКЕТОНАМИ
ЭЛЕКТРОДОВ

Зинатуллина Р.С., Базунова М.В. 173
ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ СТУДЕНЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМНОЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ И ЕЁ РОЛЬ В
УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ХИМИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА БАШГУ

Латыпова Э.Р., Тухватшин В.С., Талипов Р.Ф. 174
ПРЕПОДАВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»
СТУДЕНТАМ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ»
БАШКИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Латыпова Э.Р., Тухватшин В.С., Талипов Р.Ф. 175
ПРЕПОДАВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО
СИНТЕЗА» СТУДЕНТАМ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «СТАНДАРТИЗАЦИЯ И
МЕТРОЛОГИЯ» БАШКИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА

Сухарева Д.А. 176
СОРЕЦИОННЫЕ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРИСТОГО
ПОЛИМЕРНОГО СОРБЕНТА, МОДИФИЦИРОВАННОГО
МИЦЕЛЛЯРНЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ ПЛАТИНЫ

Фазылова Г.Ф., Валинурова Э.Р., Кудашева Ф.Х. 177
ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ФЕНОЛА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ

Хабибуллина А.О., Ильясова Р.Р. 178
ЗНАЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА, ПРАВИЛ И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ
ЕГО ВЫПОЛНЕНИЯ В ОБУЧЕНИИ ХИМИИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

СЕКЦИЯ «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Валишина Г.Ю., Гарифуллина Г.Г., Герчиков А.Я. 179
ЭФФЕКТИВНОСТЬ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ
КВЕРЦЕТИНА И ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА НА ОКИСЛЕНИЕ
ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Калимуллина А.А., Вафина Г.Ф., Галин Ф.З. 180
СИНТЕЗ МЕТИЛ (16*R*,20*R*)-6-[(4²-АМИНО-4²-ОКСОБУТАНОИЛ)ОКСИ]-
4-ИЗОПРОПИЛ-16,20-ДИМЕТИЛ-9-
ОКСОГЕПТАЦИКЛО[10.8.0.0^{3,7}.0^{4,11}.0^{5,10}.0^{8,12}.0^{15,20}]ИКОЗАН-16-
КАРБОКСИЛАТА

Нафиков Д.А., Гатауллин С.С., Гимазетдинов А.М., Талипова Г.Р. 181

СИНТЕЗ ХИРАЛЬНОГО ПРЕДШЕСТВЕННИКА
15-ДЕОКСИ- $\Delta^{12,14}$ -ПРОСТАГЛАНДИНА J₂

Петрова П.Р. 182
АЛКАЛОИДЫ СНАМАЕСУТИСУС RUTHENICUS, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО
В ЮЖНО-УРАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

**Руденко Е.С., Фаттахов А.Х., Гимадиева А.Р., Латыпова Э.Р., Мустафин
А.Г., Абдрахманов И.Б.** 183
СИНТЕЗ 5-N-АЦЕТИЛАМИНОПРОИЗВОДНЫХ 1,3,6-
ТРИМЕТИЛУРАЦИЛА

**Тухватшин В.С., Аллагулова А.В., Латыпова Э.Р., Ишмуратов Г.Ю.,
Муслухов Р.Р., Талипов Р.Ф.** 184
ОЧИСТКА (R)-4-МЕНТЕН-3-ОНА ОТ ПРИМЕСИ (-)-МЕНТОНА

Хуснитдинов К.Р. 185
ПРОГНОЗ АНТИКОРРОЗИОННОЙ АКТИВНОСТИ В РЯДУ
ПРОИЗВОДНЫХ ТЕТРАГИДРОХИНОЛИНОВ

Юмабаева В.М., Батыршин И.Р., Сахаутдинов И.М., Галин. Ф.З. 186
СИНТЕЗ АМФИФИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ПИРАЗОЛА НА ОСНОВЕ
ЖИРНЫХ КИСЛОТ

МАТЕМАТИКА

СЕКЦИЯ «КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ И ТЕОРИЯ ФУНКЦИИ»

Абылаева А.М., Кабиден А.Д. 187
О СВОЙСТВАХ КОМПАКТНОСТИ ОДНОГО КЛАССА
ИНТЕГРАЛЬНОГО ОПЕРАТОРА С ЛОГАРИФМИЧЕСКОЙ
ОСОБЕННОСТЬЮ

Абылаева А.М. 188
О НЕРАВЕНСТВАХ ИНТЕГРАЛЬНОГО ОПЕРАТОРА ХАРДИ

Гайсин Р.А. 189
ТЕОРЕМА ТИПА САЛИНАСА ДЛЯ ОБЛАСТЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО ВИДА

Забирова К.Р. 190
ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ОПЕРАТОРА СВЕРТКИ ДАНКЛА

Багаутдинова А.Р., Луценко А.В., Шаймуратова Э.Д.	191
ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДНЫХ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ В ВЕСОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ	
Байгускаров Т.Ю.	192
СФЕРИЧЕСКОЕ РАССТОЯНИЕ И ЭНТРОПИЯ ЛИНЕЙНОЙ СВЯЗНОСТИ	
Бобков В.Е.	193
ЗНАКОПЕРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ С ВЫПУКЛО-ВОГНУТЫМИ НЕЛИНЕЙНОСТЯМИ	
Козлова И.И.	194
КАНОНИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ДОПУСТИМЫХ МЕР В ПОЛУПЛОСКОСТИ	
Kopezhanova A.N.	195
PN SUMMABILITY OF FOURIER COEFFICIENTS	
Мосина К.Б.	196
ФОРМУЛА НЕВАИ	
Муканов А.Б.	197
ТЕОРЕМА ТИПА БОАСА ДЛЯ α -МОНОТОННЫХ ФУНКЦИЙ	
Мусабаева Г.К.	198
О НЕРАВЕНСТВЕ ХАРДИ И ЛИТТЛВУДА В ПРОСТРАНСТВЕ ЛОРЕНЦА $L_{2,r}$.	
Нурсултанов Е.Д.	199
НЕРАВЕНСТВА ХАРДИ-ЛИТТЛВУДА-ПЭЛЛИ	
Полушкина О.В.	200
О ТЕОРЕМЕ ОТСЧЕТОВ ПО КОСИНУСАМ НА ОТРЕЗКЕ	
Талипова Г.Р.	201
СУЖЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛОВ ЙЕНСЕНА НА $R_* := R \setminus \{0\}$	
СЕКЦИЯ «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ»	
Абдуллин М.А.	202
ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГРУППОВОГО АНАЛИЗА ДЛЯ	

НАХОЖДЕНИЯ СТРУКТУРЫ СИЛЬНОГО РЕШЕНИЯ
СТОХАСТИЧЕСКОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ

Абушамина Г.Р. 203
АСИМПТОТИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ В ЗАДАЧЕ ВОЗМУЩЕНИЯ
КРАТНОГО СОБСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ

Боженко О.А. 204
ИНТЕРПОЛЯЦИОННАЯ ЗАДАЧА В КЛАССЕ ФУНКЦИЙ НУЛЕВОГО
ПОРЯДКА В ПОЛУПЛОСКОСТИ

Борель Л.В., Федоров В.Е. 205
ЗАДАЧА ШОУОЛТЕРА ДЛЯ НАГРУЖЕННЫХ УРАВНЕНИЙ
СОБОЛЕВСКОГО ТИПА

Вильданова В.Ф. 206
КЛАССЫ ЕДИНСТВЕННОСТИ ДЛЯ НЕРАВНОМЕРНО
ПАРАБОЛИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ

Воронова Ю.Г. 207
ПОСТРОЕНИЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ГУРСА ДЛЯ НЕЛИНЕЙНЫХ
ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ С ИНТЕГРАЛАМИ ПЕРВОГО И
ВТОРОГО ПОРЯДКА

Гадыльшин Т.Р. 208
НЕЛИНЕЙНАЯ СИСТЕМА ДВУХ УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА С
ДВУМЯ ПАРАМЕТРАМИ

Гуфранов А.Р. 209
МЕТОД МАЛОГО ПАРАМЕТРА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПЕРАТОРНЫХ
УРАВНЕНИЙ СО СЛОЖНЫМ ВЫРОЖДЕНИЕМ

Жураев Д.А. 210
ЗАДАЧА КОШИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ГЕЛЬМГОЛЬЦА В
НЕОГРАНИЧЕННОЙ ОБЛАСТИ

Иванова Н.Д. 212
НЕЛИНЕЙНАЯ ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ
СОБОЛЕВА

Исанбаева Н.Р. 213

ОСНОВНЫЕ СЦЕНАРИИ БИФУРКАЦИЙ В ОКРЕСТНОСТЯХ ТОЧЕК
ЛИБРАЦИИ ЗАДАЧИ ТРЕХ ТЕЛ

Кожевников Д.В. 214
ВОЗМУЩЕНИЕ КРАТНОГО СОБСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ ОПЕРАТОРА
ЛАПЛАСА ПРИ ПЕРФОРАЦИИ ВДОЛЬ ГРАНИЦЫ

Костригина О.С. 215
ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИЕ КОЛЬЦА ЛИ УРАВНЕНИЯ ПЕНЛЕВЬ I

Кузнецова М.Н. 216
ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЛАПЛАСА И НЕЛИНЕЙНЫЕ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИЕ
СИСТЕМЫ

Кутлуев Р.Р. 217
АСИМПТОТИКИ РЕШЕНИЙ ЗАДАЧИ КОНВЕКТИВНОЙ ДИФФУЗИИ В
СЛЕДЕ ЗА ЧАСТИЦЕЙ С УЧЕТОМ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

Кутлуева Г.В. 218
АСИМПТОТИКИ РЕШЕНИЙ ОДНОГО КВАЗИЛИНЕЙНОГО
ОБЫКНОВЕННОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ НА
БЕСКОНЕЧНОСТИ

Максимова Н.В. 219
АСИМПТОТИКИ РЕШЕНИЙ ЗАДАЧИ КОНВЕКТИВНОЙ ДИФФУЗИИ В
ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ ОКОЛО ЦИЛИНДРА ПРИ НАЛИЧИИ
ОБЪЕМНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

Розит А.П. 220
РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ
ПЕНЛЕВЕ IV

Тимофеева С.В. 221
ТЕСТИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОГРАММНОГО
МОДУЛЯ «КЛАССИФИКАТОР» НА БАЗЕ ДАННЫХ ОДУ ВТОРОГО
ПОРЯДКА ИЗ СПРАВОЧНИКА Э. КАМКЕ

Тошмуродова Д.Р., Юрьева А.М. 222
ПОЛНЫЙ СПИСОК ОДУ ВТОРОГО ПОРЯДКА ИЗ СПРАВОЧНИКА
Э.КАМКЕ, ЭКВИВАЛЕНТНЫХ УРАВНЕНИЯМ ПЕНЛЕВЕ I И II

Уразбаева Э.Р. 223

ФОРМУЛЫ О СРЕДНЕМ ДЛЯ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ВОЗМУЩЕННОГО ОПЕРАТОРА ЛАПЛАСА-БЕЛЬРАМИ НА СФЕРЕ ЕДИНИЧНОГО РАДИУСА

Кожевникова Л.М., Хаджи А.А. 224
РЕШЕНИЯ АНИЗОТРОПНЫХ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ В НЕОГРАНИЧЕННЫХ ОБЛАСТЯХ

Черданцева К.И. 225
АСИМПТОТИКИ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ЗАДАЧИ ДИРИХЛЕ В ОБЛАСТИ С МАЛЫМ ОТВЕРСТИЕМ

СЕКЦИЯ «СПЕКТРАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОПЕРАТОРОВ»

Нугаева И.Г. 226
ФОРМУЛЫ О СРЕДНЕМ ДЛЯ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ВОЗМУЩЕННОГО ДВУМЕРНОГО ГАРМОНИЧЕСКОГО ОСЦИЛЛЯТОРА

Нугаева И.Г., Уразбаева Э.Р. 227
ОЦЕНКА ВТОРОЙ ПОПРАВКИ ТЕОРИИ ВОЗМУЩЕНИЙ ДЛЯ ОГРАНИЧЕННОГО ВОЗМУЩЕНИЯ ОПЕРАТОРА ЛАПЛАСА НА КВАДРАТЕ

Байарыстанов А.О., Темирханова А.М., Шаймардан С. 228
ВЕСОВОЕ НЕРАВЕНСТВО ХАРДИ В КВАНТОВОМ АНАЛИЗЕ

СЕКЦИЯ «МЕХАНИКА»

Ахтямова А.А. 229
ОБ ОДНОЗНАЧНОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ МАССЫ И МОМЕНТА ИНЕРЦИИ, СОСРЕДОТОЧЕННОГО НА КОНЦЕ БАЛКИ

Ахунова А.Х. 230
ВЫБОР СПОСОБОВ НАГРУЖЕНИЯ ТРЕХСЛОЙНОЙ ПОЛОЙ КОНСТРУКЦИИ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ ЕЕ ДЕФЕКТОВ ПО МЕТОДУ ЦИФРОВОЙ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

Ахунова А.Х. 231
ВЫБОР ЗАКОНА ПОДАЧИ ДАВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ СВЕРХПЛАСТИЧЕСКОЙ ФОРМОВКИ ПОЛЫХ ТРЕХСЛОЙНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ЦЕЛЬЮ СОКРАЩЕНИЯ ВРЕМЕНИ ФОРМОВКИ

Багдерина Ю.Ю.	232
РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ ДЛЯ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ ЭЙЛЕРА-ЛАГРАНЖА С ДВУМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ	
Галеева Д.Р.	233
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ ОБРАТНОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ШТУРМА-ЛИУВИЛЛЯ	
Горбушин Н.А., Волков Г.А., Петров Ю.В.	234
ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ЧАСТИЦЫ НА ПОРОГОВУЮ ЭНЕРГИЮ ПРИ ЭРОЗИОННОМ РАЗРУШЕНИИ	
Губайдуллин М.Б.	235
О ЗАДАЧЕ ТРЁХ ТЕЛ	
Галимзянов М.Н., Запивахина М.Н.	236
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЕ ЛЬДА ПРИ ИНЖЕКЦИИ ВОДЫ В ПОРИСТУЮ СРЕДУ, НАСЫЩЕННУЮ ЛЬДОМ И ГАЗОМ	
Иванова Е.А., Сафина Г.Ф.	237
ИССЛЕДОВАНИЯ В СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЯХ ЖЕСТКОГО РОТОРА	
Иткулова Ю.А., Солнышкина О.А.	238
ТРЕХМЕРНОЕ ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕДЛЕННОГО ТЕЧЕНИЯ ОДНОФАЗНОЙ И ДВУХФАЗНОЙ ЖИДКОСТИ МЕТОДОМ ГРАНИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	
Каримов А.Р.	239
ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ПОЛОСТИ В ПРИЗМАТИЧЕСКОЙ БАЛКЕ	
Марьин Д.Ф.	240
УСКОРЕНИЕ РАСЧЁТА БЛИЖНЕГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ GPU В ЗАДАЧАХ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ	
Сафина Г.Ф.	241
О ЕДИНСТВЕННОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ МАССОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ	
Утяшев И.М.	242

МЕТОД ПОДБОРА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЗАКРЕПЛЕНИЯ
КОЛЬЦЕВОЙ МЕМБРАНЫ

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»

Гареев И.Р. 243
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА
РЕЗУЛЬТАТОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПРОВОЛОКИ С
ПОМОЩЬЮ СКАЧКОВ БАРКГАУЗЕНА

Juraev D.A. 244
ON THE CAUCHY PROBLEM FOR SYSTEMS ELLIPTIC EQUATIONS
TYPE OF FIRST ORDER IN A BOUNDED DOMAIN

Морозкин Н.Н. 245
ИТЕРАЦИОННЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ
ОПТИМАЛЬНОГО НАГРЕВА С ФАЗОВЫМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ

Павленко В.А. 247
ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ОПРЕАТОРЫ СПЕЦИАЛЬНОГО ВИДА И ИХ
СВОЙСТВА

Полушкина О.В. 248
О ТЕОРЕМЕ ОТСЧЕТОВ ПО КОСИНУСАМ НА ОТРЕЗКЕ

Шарапов Т.Ф. 249
АСИМПТОТИКА РЕШЕНИЯ ЛАПЛАСИАНА В КРУГЕ С ЧАСТОЙ
СМЕНОЙ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ

Шишкина Е.А. 250
О СМЕНЕ ТИПА ГРАНИЧНОГО УСЛОВИЯ ДЛЯ ЛАПЛАСИАНА

Янгубаева М.В. 251
ПАРЫ ЛАКСА И МЕТОД НАХОЖДЕНИЯ ИНТЕГРАЛОВ СИСТЕМ
ДИСКРЕТНЫХ УРАВНЕНИЙ, СООТВЕТСТВУЮЩИХ МАТРИЦАМ
КАРТАНА A_N

**СЕКЦИЯ “МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И
СТАТИСТИКА”**

Ганиева А. 252

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ MATLAB ПРИ МАТЕМАТИЧЕСКОМ
МОДЕЛИРОВАНИИ ЗАДАЧ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Бикбаева А.Р. 253
СПОСОБ ВЫЧИСЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ И ДИФFUЗИОННЫХ
ПОЛЕЙ В КУСОЧНО-АНИЗОТРОПНЫХ СРЕДАХ

Зубairoва И.Р., Суяргулова Д.Р., Травникова Е.О. 254
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫЖИВАЕМОСТИ ПАЦИЕНТОВ С ДИАГНОЗОМ
«ОСТРЫЙ КОРОНАРНЫЙ СИНДРОМ»

Каюмова Э.Х., Сафина Г.Ф. 255
МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ЧАСТОТ КРУТИЛЬНЫХ
КОЛЕБАНИЙ ВАЛА С ДИКАМИ

Магадиева Л.Р., Исмагилова А.С. 256
АНАЛИЗ ИДЕНТИФИЦИРУЕМОСТИ ПАРАМЕТРОВ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ
СЕРОВОДОРОДА С УЧЕТОМ АДСОРБЦИИ КИСЛОРОДА И
СЕРОВОДОРОДА

Морозкин Ю.Н., Морозкин Н.Н. 257
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ
ПРОЦЕССОВ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО КРЕДИТОВАНИЯ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ «ИСКУССТВЕННОЕ ОБЩЕСТВО»

Русинов А.А., Чиглинцева А.С. 258
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ
ГИДРАТНЫХ ПУЗЫРЬКОВ

Сулганова А.А., Гиззатова Э.Р. 259
ПОСТАНОВКА ПРЯМОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ КИНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
НЕКОТОРОГО ХИМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Хаматдинова Д.Р., Сафина Г.Ф. 260
МОДЕЛИРОВАНИЕ В КОЛЕБАНИЯХ СИСТЕМЫ ИЗ СВЯЗАННЫХ
МАЯТНИКОВ

СЕКЦИЯ «ГРУППОВОЙ АНАЛИЗ»

Емелин Д.А. 261

МЕТОД ВАРИАЦИОННОГО ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ
ВЫЧИСЛЕНИЯ ГРУПП СИММЕТРИИ ИНТЕГРО-
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Макаревич Е.В. 262
КОЛЛАПС ИЛИ МГНОВЕННЫЙ ИСТОЧНИК ГАЗА НА ПРЯМОЙ

Панов А.В. 263
ЯДРО ОСНОВНЫХ АЛГЕБР ЛИ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ МЕХАНИКИ
ГАЗОВЗВЕСИ

СЕКЦИЯ «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ»

Камалова И.Р. 264
НОРМАЛИ К ПОВЕРХНОСТИ ВДОЛЬ ЛИНИИ КРИВИЗНЫ

СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ»

Агадуллина А.И., Гареев А.М. 265
ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РИСК-АНАЛИЗА В ЗАДАЧЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
АУДИТА

Бахитова Р.Х., Исламов И.Я. 266
ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
РЕЙТИНГОВ ТЕЛЕВИДЕНИЯ НА МЕДИАРЫНКЕ (на примере телеканала
БСТ)

Ишмухаметова А.А. 267
ПОДХОД К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ БРАКОРАЗВОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В
РБ

Магзюмова Э., Нигматуллина Л. 268
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНА ПЕРЕВОЗОК ДЛЯ
ПРИГОРОДНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ
МАТЕМАТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ MATLAB

Мирясова Д.О. 269
ВЫЧИСЛЕНИЕ МЕРЫ РИСКА ХАЗЕНДОНГА-ГОВАРЦА ДЛЯ
ПОРТФЕЛЯ И ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРА Б НА ФОРМУ И
ПОЛОЖЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ГРАНИЦЫ ПОСТРОЕННОГО
ПОРТФЕЛЯ

Фабарисова А.И.	270
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БЮДЖЕТОМ ДВИЖЕНИЯ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ	
Марина И.К.	271
Секция «методика преподавания математики и информатики» ФОРМИРОВАНИЕ ПОНЯТИЙ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ	
Ахметзянова А.А.	272
УСТНЫЕ УПРАЖНЕНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ	
Ахтарьянова Р.З.	273
ФОРМИРОВАНИЕ НАВЫКОВ УСТОЯНОГО СЧЕТА	

Научное издание

**ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА
И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ**

*Тезисы докладов
Международной школы-конференции
для студентов, аспирантов и молодых ученых*

*Редактор Р.М. Кузьмина
Корректор А.И. Николаева*

*Лицензия на издательскую деятельность
ЛР № 021319 от 05.01.99 г.*

Подписано в печать 8.10.2012 г. Формат 60x84/16.
Усл. печ. л. 17,48. Уч.-изд. л. 21,06.
Тираж 300 экз. Изд. № 189. Заказ 30 а.

*Редакционно-издательский центр
Башкирского государственного университета
450074, РБ, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32.*

*Отпечатано на множительном участке
Башкирского государственного университета
450074, РБ, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32.*

