

ISSN 2224-5227

2013•6

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ЖУРНАЛ 1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1944 г.



REPORTS OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Б а с р е д а к т о р
ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы :

ҚР ҰҒА-ның академиктері: **У.Қ. Бішімбаев, З.Д. Дүйсенбеков, Т.И. Есполов, Б.Т. Жұмағұлов, Т.Ә. Момынов, С.С. Сартаев, Д.Қ. Сүлеев, И.В. Северский**; Әзірбайжан ҰҒА-ның академигі **Керимов М.К.** (Әзірбайжан), Украина ҰҒА-ның академигі **Гончарук В.В.** (Украина), РҒА-ның корреспондент мүшесі **Величкин В.И.** (Ресей); ҚР ҰҒА-ның корреспондент мүшесі, экономика ғылымдарының докторы, проф. **Ж.М. Әділов**, медицина ғылымдарының докторы, проф. **А.А. Ақанов**, ҚР ҰҒА-ның корреспондент мүшесі, экономика ғылымдарының докторы, проф. **И.Қ. Бейсембетов**, заң ғылымдарының докторы, проф. **Е.А. Онғарбаев**, академик **Г.Дука** (Молдова), академик **М.И. Илолов** (Тәжікстан), ф.ғ.д. **А.Э. Эркебаев** (Қырғызстан), академик **И.М. Неклюдов** (Украина), академик **А. Гаджиев** (Әзірбайжан), академик **А.И.Гордиенко** (Беларусь)

МАЗМҰНЫ

Физика

Мұқашев Б.Н., Бетекбаев А.А., Қалығұлов Д.А., Пеллегрин И., Сқақов Д.М., Тұрмағамбетов Т.С. KAZPV ЖОБАСЫ: Қазақстанда тігінен біріккен фотоэнергиялық жүйелерді өндіру (кварц шикізаты өңдеуінен жоғары технология өнімін шығаруға дейін)..... 5

Химия

Вигдорович В.И., Баешов А.Б., Цыганкова Л.Е., Шель Н.В., Баешова А.К. Наноматериалтану және нанотехнологиялардың шынайы перспективалары..... 20

Бейсембетов И.Қ., Нусіпов К.Х., Бейсенханов Н.Б., Жарықов С.Қ., Кенжалиев Б.К., Ахметов Т.К., Сейітов Б.Ж. Si бетіндегі SiC қабыршақтарын инфрақызыл спектроскопия және рентгендік рефлектометрия әдістері арқылы зерттеу.... 40

Мальшев В.П., Мақашева А.М., Бектұрғанов Н.С., Қайкенов Д.А. Үрдістің ықтималдық үлгісінде аттрактор сияқты материалдарды ұсақтау кезінде фракциялардың жай логарифмдік қалыпта таралуы..... 46

Нұрғалиева М.К., Құспанова Б.Қ., Насиров Р. Кешенді қосылыстар химиясы практикалық тұрғыдан кең қолданыс табуда..... 53

Радиотехника

Тергеусізова А., Тойгожинова А. Ковергирленген желідегі дауыс және бейнетрафиктің таралуына талдау жасау... 59

Биология

Нығматова В.Г., Хансейітова А.К., Варченко С. П., Мирошник Т.Н., Балмұханов Т.С., Айтқожина Н.Ә. Қазақстандағы негізгі этникалық топтардың сүт безі ісігі кезіндегі FGFR2 генінің rs2420946 локусының вариабельділігі..... 63

Физиология

Ахметбаева Н.А., Бөлекбаева Л.Э., Демченко Г.А. Асқазан асты безінің күрделі панкреатит кезеңіндегі адренергиялық нерв аппараты..... 68

Қоғамдық ғылымдар

Сыдықов Е.Б., Құрманбаева Ш.А., Құрманбаев Е.А. Еуразияның түрік көшпелі қоғамдары дамуының айналмалылық деңгейлері..... 73

Құрманбаева Ш.А. «Абай жолы» романында сипатталған кезеңдегі билер сотының тұрақтылығы..... 89

Сыроежкин К.Л., Лаумулин М.Т., Құрманбаева Ш.А. Лаңкестіктің мөлшерлік және сапалық өзгерісінің динамикасы және геосаясат..... 97

Пономаренко Е.В. Жоғары мектепте физиканы оқытуға құзырлы көзқарас: ұстанымдары мен құрылымы..... 111

«Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан» I ISSN 2224-5227

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5540-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 3000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г.Алматы, ул.Шевченко, 28, ком.218-220, тел. 272-13-19, 272-13-18 <http://akademiyanauk.kz/>

Адрес типографии: ИП «Аруна», г.Алматы, ул.Муратбаева, 75

Главный редактор
академик НАН РК **М.Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

академики НАН РК: **В.К. Бишимбаев, З.Д. Дюсенбеков, Т.И. Есполов, Б.Т. Жумагулов, Т.А. Муминов, С.С. Сартаев, Д.К. Сулеев, И.В. Северский**; академик НАН Азербайджана **Керимов М. К.** (Азербайджан), академик НАН Украины **Гончарук В.В.** (Украина), член-корреспондент РАН **Величкин В. И.** (Россия); член-корреспондент НАН РК, доктор экономических наук, проф. **Ж.М. Адилов**, д.м.н., проф. **А.А. Аканов**, член-корреспондент НАН РК, доктор экономических наук, проф. **И.К. Бейсембетов**, д. ю.н., проф. **Е.А. Онгарбаев**, академик **Г. Дука** (Молдова), академик **М.И. Илолов** (Таджикистан), д.ф.н. **А.Э. Эркебаев** (Кыргызстан), академик **И.М. Неклюдов** (Украина), академик **А. Гаджиев** (Азербайджан), академик **А.И. Гордиенко** (Беларусь)

СОДЕРЖАНИЕ

Физика

Мукашев Б. Н., Бетекбаев А. А., Калыгулов Д. А., Пеллегрин И., Скаков Д.М., Турмагамбетов Т.С. Проект KAZPV: Вертикально–интегрированное производство фотоэнергетических систем в Казахстане (от переработки кварцевого сырья до производства высокотехнологической продукции)..... 5

Химия

Вигдорovich В.И., Баешов А.Б., Цыганкова Л.Е., Шель Н.В., Баешова А.К. Наноматериаловедение и реальные перспективы нанотехнологий..... 20

Бейсембетов И.К., Нусупов К.Х., Бейсенханов Н.Б., Жариков С.К., Кенжалиев Б.К., Ахметов Т.К., Сеитов Б.Ж. Инфракрасная спектроскопия и рентгеновская рефлектометрия тонких пленок SiC на Si..... 40

Мальшев В.П., Макашева А.М., Бектурганов Н.С., Кайкенов Д.А. Логарифмически нормальное распределение фракций при измельчении материалов как аттрактор в вероятностной модели процесса..... 46

Нурғалиева М.К., Куспанова Б.К., Насиров Р. Широкое применение комплексных соединений в практике 53

Радиотехника

Тергеусизова А., Тойгожинова А. Анализ передачи голосового и видеотрафика в конвергированных сетях..... 59

Биология

Нигматова В.Г., Хансеитоваа.К., Варченко С.П., Мирошник Т.Н., Балмуханов Т.С., Айтхожина Н.А. Вариатбельность локуса RS2420946 гена *FGFR2* при раке молочной железы в основных этнических группах Казахстана..... 63

Физиология

Ахметбаева Н.А., Булекбаева Л.Э., Демченко Г.А. Адренергический нервный аппарат поджелудочной железы при остром панкреатите..... 68

Общественные науки

Сыдыков Е.Б., Курманбаева Ш.А., Курманбаев Е.А. Уровни цикличности развития тюркских кочевых обществ Евразии..... 73

Курманбаева Ш.А. Устойчивость суда биев в эпоху, описываемую в романе «Путь Абая»..... 89

Сыроежкин К.Л., Лаумулин М.Т., Курманбаева Ш.А. Динамика количественных и качественных изменений терроризма и геополитика 97

Пономаренко Е.В. Компетентностный подход к обучению физике в высшей школе: принципы и структура..... 111

Editor-in-chief

academician of NAS of the RK **M.Zh. Zhurinov**

Editorial staff:

academicians of NAS of the RK: **V.K. Bishimbaev, Z.D. Duisenbekov, T.I. Espolov, B.T. Zhumagulov, T.A. Muminov, S.S. Sartayev, D.K. Suleev, I.V. Severskii**; foreign members of the NAS of RK: academician of the NAS of Azerbaijan **Kerimov M. K.**, academician of the NAS of Ukraine **Goncharuk V.V.**, corresponding member of the RAS **Velichkin V.I.**; corresponding member of the NAS of RK, doctor of economic sciences, prof. **Zh.M. Adilov**, doctor of medical sciences, prof. **A.A. Akanov**, corresponding member of the NAS of RK, doctor of economic sciences, prof. **I.K. Beisembetov**, doctor of juridical sciences, prof. **E.A. Ongarbayev**, academician **G. Duca** (Moldova), academician **M. I.Holov** (Tajikistan), Doctor of Philology **A.E.Erkebayev** (Kyrgyzstan), academician **I.M.Neklyudov** (Ukraine), academician **A. Gadzhiev** (Azerbaijan), academician **A.I.Gordiyenko** (Belarus)

CONTENTS

Physics

Mukashev B.N., Betekbaev A.A., Kalugulov D.A., Pellegrin Y., Skakov D. M., Turmagambetov T. S. KAZPV PROJECT: industrial development of a vertically integrated pv production in Kazakhstan (from quartz processing up to production high technology out - puts)..... 5

Chemistry

Vigdorovich V.I., Bayeshov A.B., Tsygankova L.E., Shel N.V., Bayeshova A.K. Nano thermodynamics and real perspectives of nano technologies..... 20

Beisembetov I.K., Nussupov K.KH., Beisenkhanov N.B., Zharikov S.K., Kenzhaliev B.K., Akhmetov T.K., Seitov B.ZH. Infrared spectroscopy and X-ray reflectometry of SiC thin films on Si..... 40

Malyshev V., Turdukozhaeva A., Bekturganov N., Kaykenov D. Log-normal distribution of fractions material grinding as an attractor in a probabilistic model of the process..... 46

Nurgalieva M.K., Kuspanova B.K., Nasirov R. The application of complex compounds in practice..... 53

Radio engineering

Tergeusizova A., Tojgozhinova A. Analysis of voice and traffic in a converged network..... 59

Biology

Nigmatova V. G., Hanseitova A. K., Varschenko S. P., Miroschnik T. N., Balmukhanov T.S., Aitkhozhina N. A. Variability of rs2420946 locus of fgfr2 gene in breast cancer in the major ethnic groups in Kazakhstan..... 63

Physiology

Akhmetbayeva N.A., Bulekbayeva L.E., Demchenko G.A. Adrenergic nerve apparatus of the pancreas under acute pancreatitis..... 68

Social sciences

Sydykov Y. B., Kurmanbayeva Sh.A., Kurmanbayev Y.A. Levels of the development cyclicality of the turkic nomads of Eurasia 73

Kurmanbayeva Sh.A. Stability of the biy court in the age described in the novel "Abai's way"..... 89

Syroezhkin K.L., Laumulin M.T., Kurmanbayeva Sh.A. Dynamics of quantitative and quality changes of terrorism and Geopolitics..... 97

Ponomarenko Y. Competency approach to teaching physics in higher education: principles and structure..... 111

УДК 537.311.322

*Б. Н. МУКАШЕВ¹, А. А. БЕТЕКБАЕВ², Д. А. КАЛЫГУЛОВ²,
И. ПЕЛЛЕГРИН³, Д.М. СКАКОВ⁴, Т.С. ТУРМАГАМБЕТОВ⁵*

(¹Физико-технический институт, г. Алматы, Казахстан; ²АО «НАК «Казатомпром»;
³SEMCO Engineering, France; ⁴ТОО «Казисиликон»; ⁵INES, CEA, France

ПРОЕКТ KAZPV: ВЕРТИКАЛЬНО–ИНТЕГРИРОВАННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ФОТОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В КАЗАХСТАНЕ (ОТ ПЕРЕРАБОТКИ КВАРЦЕВОГО СЫРЬЯ ДО ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ)

Аннотация

Разработаны методы очистки металлургического кремния «Kazsilicon», производство которого осуществляется карботермическим методом, т.е. путем восстановления высокочистого сарыкольского кварца углеродом. Данные технологии являются основой для создания промышленных производств материалов, солнечных элементов, панелей и фотоэлектрических станций. С использованием этих технологий получен кремний «солнечного» качества, на основе которого изготовлены солнечные элементы с КПД 15.8 - 17.1%. Панели солнечных элементов составили первую в Казахстане солнечную электростанцию «AstanaSolar» мощностью 250 кВт, которая была введена в действие 25 декабря 2012 г.

Ключевые слова: очистка, кремний, солнечный.

Тірек сөздер: тазалау, кремний, күндік,

Keywords: purification, silicon, solar.

1. Введение

Краткая справка о проекте KAZPV. В октябре 2010 г. во время визита президента Казахстана Н. А. Назарбаева во Францию между президентами двух стран была достигнута принципиальная договоренность об организации в Казахстане на основе Сарыкольского месторождения высокочистого кварца промышленного производства кремниевых фотоэлектрических станций. Выполнение проекта было поручено АО НАК Казатомпром и Комиссариату по атомной энергии и альтернативным источникам энергии Франции. Базовый материал кремний должен производиться по карботермической технологии на предприятии «Kazsilicon» в г. Уштобе, а выпуск солнечных элементов и сборка панелей на заводах «AstanaSolar», в гг. Усть – Каменогорске и Астане, соответственно. Все основные производственные мощности должны быть введены в действие в 2015 г. Результаты, приведенные в данной статье, показывают, как происходит выполнение основных этапов проекта.

Полупроводниковые материалы для фотоэнергетики. Общая схема процесса получения фотоэлектрических станций, состоящих из панелей солнечных элементов, которые также называют фотоэлектрическими преобразователями солнечной энергии в электрическую (ФЭП), показана на рис. 1.1 [1]

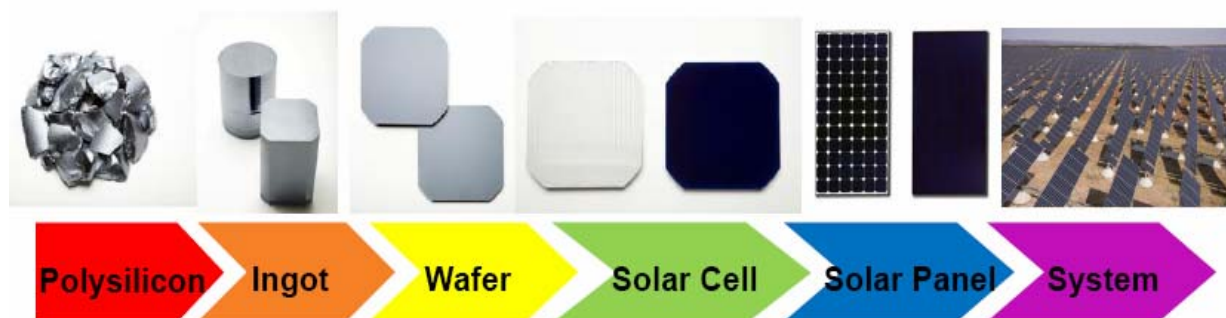


Рисунок 1.1 – Этапы получения фотоэлектрических станций, см. текст [1]

Поликристаллический кремний различной чистоты является основным материалом для создания приборов современной электроники, микроэлектроники и фотоэнергетики. Существуют различные технологии получения электронного (EG) и «солнечного» кремния (SOG-Si), однако во всех случаях исходным материалом для технологических переделов является металлургический кремний (MG). Одним из достижений полупроводникового материаловедения является разработка окисно-плазменных и окисных технологий очистки MG и получения SOG-Si. Чистота SOG-Si составляет 99.9999 %– 6N, а EG – 9N [2-6]. Оптимальное содержание бора, В и фосфора, Р в «солнечном» кремнии составляет $B \leq 0.3 \text{ ppmw}$ и $P \leq 0.6 \text{ ppmw}$, соответственно, ppmw – одна часть на миллион, например, микрограмм на грамм. Материал является компенсированным, поскольку содержит легирующие примеси бора и фосфора, одновременно. Контроль концентрации этих примесей осуществляется методом измерения плотности носителей заряда в образцах компенсированного кремния при различных температурах. Расчётные зависимости, описывающие изменения концентрации носителей заряда от температуры зависят от концентрации примесей, поэтому посредством фитирования экспериментальных данных с расчётными определяются концентрации бора и фосфора в SOG-Si. Междухоловскими и спектроскопическими (GDMS) методами измерений наблюдается хорошее соответствие [5].

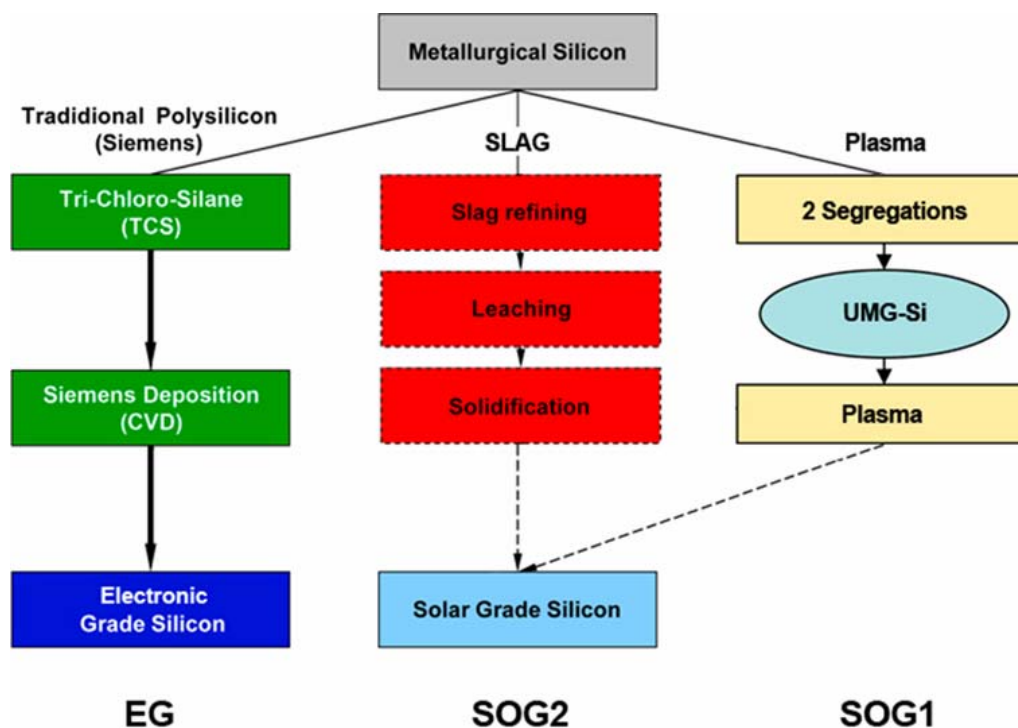
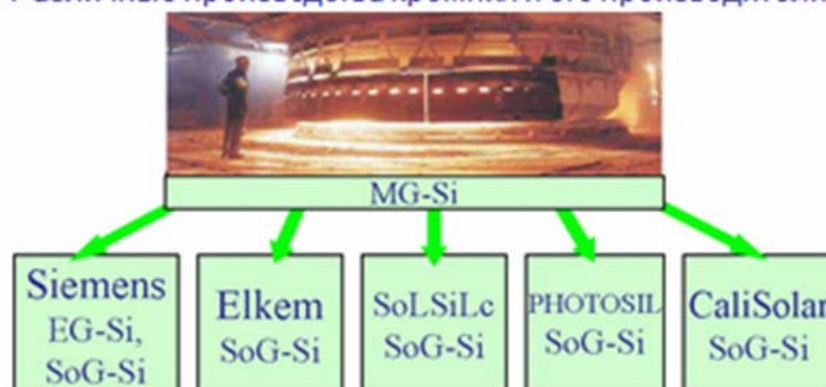


Рисунок 1.2 – Различные методы получения электронного (химический, Сименс-процесс [2]) и «солнечного» кремния (шлаковые [3,4] и сегрегационно – плазменный методы [5]).

Рисунок взят из презентации Y. Pellegrini приведён в обзоре [7]

На рис. 1.2 и 1.3 показаны существующие различные технологии получения полупроводникового электронного и «солнечного» кремния. Следует отметить, что если в 2007 году доминировали два химических процесса: трихлорсилановый (Сименс-процесс) и моносилановый (Юнион Карбайд, США), которые производили ~76% и ~21% полупроводникового кремния, соответственно, то начиная с 2012 г. запланировано увеличение доли «солнечного» кремния, производимого металлургическими методами. Эти технологии полностью исключают использование хлорсиланов и основаны на совершенствовании метода карботермического восстановления кремния из диоксида кремния. Достижение необходимой чистоты кремния осуществляется путём использования высокочистых исходных веществ: кварца и углерода с последующим применением металлургических и химико-металлургических переделов.

Различные производства кремния и его производители



Процесс	Siemens Vapor deposition	Elkem SoG-Si	SoLSiLc SoG-Si	PHOTOSIL SoG-Si	CaliSolar SoG-Si
Чистота	99,9999999 % (9N)	99,9999 % (6N)			
Содержание бора (ppmW)	< 0,1	~ < 0,3			
Содержание фосфора (ppmW)	< 0,1	~ < 0,6 (1)			
Энергопотребление (kWh/kg)	110	~ 15-25			
Стоимость завода на 1000 т/год	\$120 000 000 USD	\$20 000 000 USD – CaliSolar. По другим технологиям затраты больше \$30 000 000 USD (требует уточнения)			
Площадь завода	49 000 м²	5 000 м²			
Время запуска завода	2-3,5 года	6-9 месяцев			
Влияние на экологию	Существенное – требует специальных мер безопасности	Незначительное – низкотемпературные процессы			

Рисунок 1.3 – Разработчики технологий и производители электронного (EG) и «солнечного» кремния (SOG-Si) [7]

В отличие от химических (хлорсилановых), металлургические технологии обладают существенно меньшим расходом электроэнергии (в 4 раза) на кг производимого кремния [6,7] и более благоприятны с точки зрения экологии. Кроме того, если использование химических технологий является экономически оправданным для микроэлектроники, где вследствие сверхвысокой плотности монтажа (сотни миллионов транзисторов на пластину) микросхем и их многофункциональности, стоимость кремниевой подложки не столь существенна в стоимости единицы конечного продукта, то в ПФЭ стоимость материала достигает ~ 35 – 40 % от стоимости ФЭП. Поэтому и планируется в краткий период увеличение производства «солнечного» кремния металлургическими методами, а их развитию и широкомасштабному использованию уделяется большое внимание. Так, например, после компании Elkem (Норвегия), Waker (Германия), PhotoSil (Франция), SolSilc (Голландия), CaliSolar (США), CPI (США) и SEMCOENGINEERING (Франция) реализовали пилотные и/или промышленные проекты получения UMGi SOG. Общая схема металлургического процесса, разработанного компанией Elkem и, который совершенствуется другими производителями UMGi SOG показана на рис. 1.4.

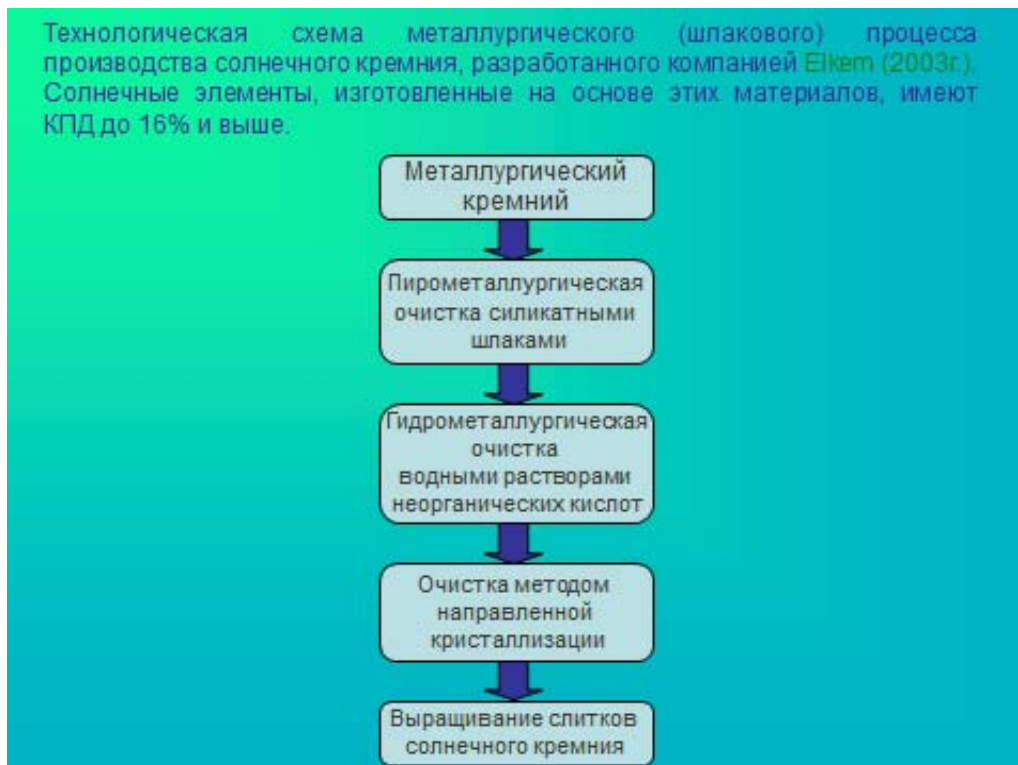


Рисунок 1.4 – Схема получения UMG и SOG, металлургическим методом

В то же время для удовлетворения сильно возрастающего мирового рынка фотоэнергетики, которое даже в кризисные 2010-2011 гг. в среднем составляло 10-11%, были разработаны технологии получения тонкоплёночных фэп на основе аморфного кремния (a-Si) и полупроводниковых соединений (CdTe, CIS). Поэтому использование «солнечного» кремния (SOG-Si), начиная с 2011 г., уменьшается с 90% в 2006 г. до 75% в 2011-2013 гг. (см. рис. 1.5). Однако фэп на кремниевых пластинах сохраняют доминирующее положение в фотоэнергетике до тех пор [2], пока не станут конкурентно-способными тонкоплёночные фэп на основе a-Si и полупроводниковых соединений, поскольку стоимость фэпна – основа этих материалов – остаётся достаточно высокой.

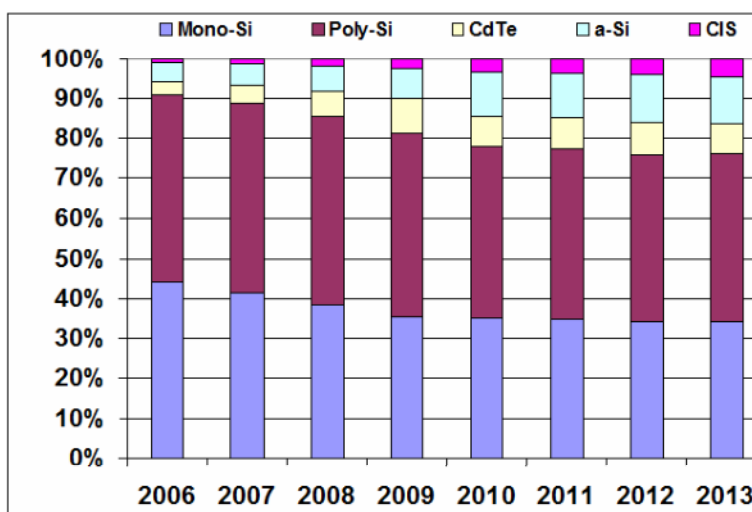


Рисунок 1.5 – Распределение использования различных материалов в фотовольтаике [2-5], где a-Si – аморфный кремний, CdTe – теллурид кадмия, CIS – медь-индий-селен

2. Metallurgical silicon and technologies for the production of «solar» silicon for photovoltaics

В зависимости от концентрации примесей в кремнии этот материал называют металлургическим, «солнечным» или электронным. Значения этих концентраций приведены в таблице 2.1 [4,7,8]. Однако приведённые в этой таблице коммерческие предложения и цены являются ориентировочными, т. к. ситуация на рынке очень динамична и эти параметры являются трудно прогнозируемыми.

Таблица 2.1 – Предельное содержание примесей в различном кремнии

Сорт кремния	Содержание, %	TMI ¹	Примечание
EG-Si Электронный кремний	99.9999999 % - 9N 99.99999999 % - 11N Бора (В) менее 1 ppbw ² и фосфора (Р) менее 5 ppbw	1 ppbw 1 pptw	Ограниченное предложение
SOG-Si «солнечный» кремний	99.9999 % - 6N В < 0.3 ppmw ³ и Р < 0.6 ppmw	1 ppmw	Ограниченное предложение (poly-Si)
UMG-Si			
UMG-Si Высокоочищенный металлургический кремний	99.9 % - 3N В < 1 ppmw ³ и Р < 5 ppmw	1000ppmw	Доступен по цене \$(6-8)/Кг
MG-Si Металлургический кремний	98.5-99 %	>10000ppmw	Доступен по цене \$3/Кг

¹ – TMI – примеси переходных металлов; ² – ppb – одна часть на миллиард; ³ – ppm – одна часть на миллион

2.1 Metallurgical silicon (MK). MK Kazsilikon

Исходным материалом для получения «солнечного» и электронного кремния является металлургический кремний (МК). Промышленное производство МК осуществляется путем восстановления кварца углеродом и достаточно хорошо отлажено (Рис. 2.1) [2,5-7].

В промышленных процессах Elkem и других крупных производителей МК используется дуговая, электрическая печь с графитовыми электродами, схематически показанная на рис. 2.1. Размеры печи составляют от 3.5 м до 10 м в диаметре в зависимости от производительности и потребляемой мощности 1-2 МВт до 40 МВт и выше [6]. Для проведения процесса в неё загружают смесь, которая состоит из чистых сортов кварца и восстановителя в виде древесного угля или кокса. К химическому составу исходного сырья для получения металлургического кремния предъявляются высокие требования.

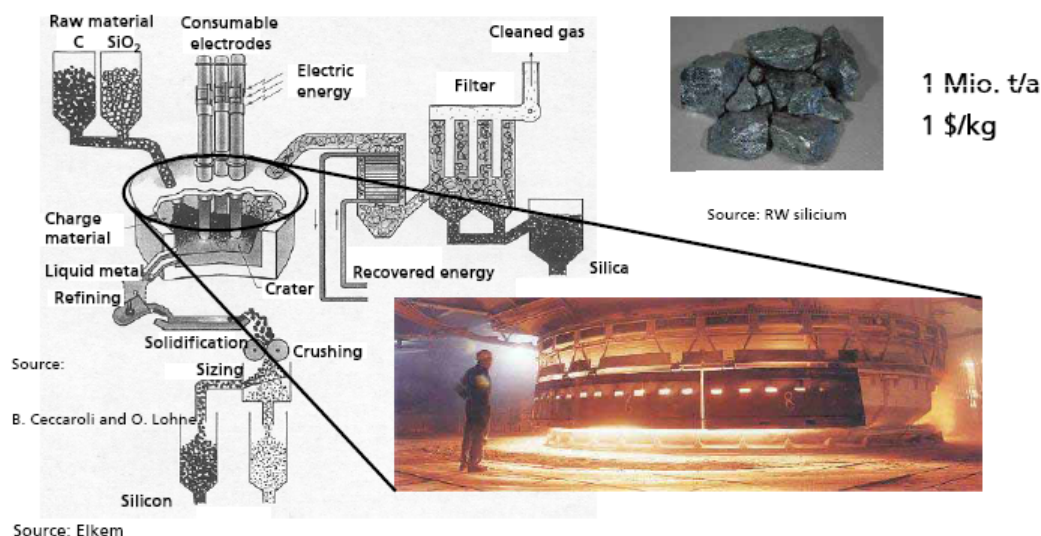


Рисунок – 2.1 Схема процесса производства МК в соответствии с реакцией (2.1)[9], см. текст

В соответствии с распределением температуры объём печи разделяется на нижнюю, горячую зону с температурой 1900 – 2100°С и верхнюю зону, температура в которой ~ 1900°С. Жидкий кремний образуется в нижней зоне, а реакция 2.1 является основной реакцией карботермического процесса.



Для реальных условий протекания процесса представляется в виде



Поступившие в верхнюю зону из нижней зоны SiO(г) и CO(г) взаимодействуют с углеродом и, следовательно, SiC(т) совместно с Si(ж) создают в матрице SiO₂(т,ж) благоприятные условия для осуществления реакции (2.4), увеличивая тем самым эффективность процесса образования кремния.



Получаемый таким образом металлургический кремний содержит 98-99% Si и 1-2 % Fe, Al, B, P, Ca, Cu, Cr, Mg, Mn, Ni, Ti, V, Zr и др.

Кварц, используемый для плавки металлургического кремния, поступает в виде кусков размером 20—80 мм, которые должны обладать определенной механической прочностью. Механическая прочность зависит от содержания примесей в сырье, которое должно иметь определенный гранулометрический состав и содержать минимальное количество примесей. В нем должно содержаться не менее 98 % кремнезема (SiO₂) и не более 0,4 % - Fe₂O₃, 0,6 % - Al₂O₃, 0,25 % - CaO. Это означает, что кварцевые месторождения должны соответствовать этим требованиям. Углеродистые материалы, применяемые в качестве восстановителя при выплавке кремния, должны обладать высокой реакционной способностью, достаточной механической прочностью, высоким электросопротивлением и содержать минимальное количество примесей. Опыт промышленного производства кристаллического кремния показывает, что этими качествами обладают древесный уголь, нефтяной кокс, некоторые сорта малозольного каменного угля и древесная щепа. Как правило, используется оптимальный состав, удовлетворяющий требованиям используемой технологии.

Канадская компания B?cancourSiliconInc., расположенная в Квебеке и производящая около 48000 тонн МК в год, для получения 1т МК на современной карботермической печи производительностью 1.2т МК в час использует 2.5т кварца, 1.1т кокса и 1.5т древесной стружки, а также 10-11 МВатт/час электроэнергии [2,3,10-18].

МК Казсилкон. Допустимые пределы содержания примесей в коммерческом металлургическом кремнии приведены в различных источниках [2-7,10,14-18]. Стоимость материала и область его использования, металлургическая или полупроводниковая отрасли промышленности зависят от чистоты МК [1-3,5]. В производстве МК на отечественном предприятии Казсилкон используется печь производства КНР. Данные по расходу исходных материалов (сырья) в производстве МК с использованием этой печи приведены в [7,12] и, в целом, за исключением электроэнергии, практически соответствуют канадским показателям производства МК, компании B?cancourSiliconInc. [3,5,6].

Таблица 2.2 – Характеристики коммерческого металлургического кремния[6].

Элемент	O	Fe	Al	Ca	C	Mg	Ti	Mn	V	B	P
Нижний предел (1) (ppm)	100	300	300	20	50	5	100	10	1	5	5
Верхний предел (2) (ppm)	5000	25 000	5000	2000	1500	200	1000	300	300	70	100
Элемент	Cu	Cr	Ni	Zr	Mo						
(1) (ppm)	5	5	10	5	1						
(2) (ppm)	100	150	100	300	10						

Таблица 2.3 – Технические характеристики печи Казисилкон по производству металлургического кремния, мощностью 9600 КВт (печь открытого типа, круглая, производства КНР)

№п/п	Наименование	Измерение	Кол-во
1.	Мощность печи	кВт	9600
2.	Диаметр графитированных электродов (производства КНР)	мм	610
3.	Количество электродов	шт	3
4.	Диаметр распада электродов	мм	1620(1850)
5.	Диаметр ванны печи	мм	4200
6.	Глубина ванны печи	мм	1750
7.	Суточная производительность	т	15
8.	Годовая производительность	т	5000
9.	Проектный расход электрической энергии на 1т кремния	кВт	12500
10.	Проектный расход кварца на 1 т готовой продукции	т	2,7
11.	Качество кремния после рафинирования: при работе с использованием длиннопламенного Шубаркульского угля при работе на древесном угле (произв-во Россия, Марка А)	% Si	99,3-99,6% Si 99,6-99,9% Si

Таблица 2.4 – Расход сырья (т), электроэнергии(квт) для производства 1 т кремния для печи мощностью 9,6 МВт (печь Казисилкон)

№ п/п	Наименование сырья	Расход сырья и электроэнергии	
		I MG-Si 99.3 – 99.6 %	II MG-Si 99.6 – 99.9 %
1	Кварц	2,7 т	2,7 т
2	Древесный уголь	0,4 т	1,35 т
3	Нефтекокс	0,3 т	0,3 т
4	Длиннопламенный уголь	0,7 т	-
5	Древесная щепка	0,7 т	-
6	Электроды	0,113 т	0,113 т
7	Электроэнергия	12 500 кВт	12 500 кВт

I – вариант технологии для выпуска металлургического кремния качества 99,3% - 99,6%

II – вариант технологии для выпуска металлургического кремния повышенного качества 99,6% - 99,9%

3. «Солнечный» кремний. Требования к содержанию примесей

В 1880 г. Дэвисом на основе детального анализа данных о рекомбинационных свойствах атомов металлов в кремнии было показано, что эффективность «солнечных» элементов на основе монокристаллического кремния сильно зависит от концентрации металлических примесей (рис. 3.1). Дальнейшие многочисленные исследования позволили не только подтвердить данные Дэвиса, но и сделать вывод о том, что из наиболее распространенных примесей, содержащихся в этом материале, наиболее нежелательными с точки зрения их влияния на эффективность преобразования фЭП являются атомы алюминия, железа и титана [3-6]. Так, содержание алюминия или титана в размере 5 мкг/г или 10 мкг/г, соответственно, уменьшает эффективность фЭП минимум на 25%, и практически все атомы переходных металлов являются активными рекомбинационными центрами.

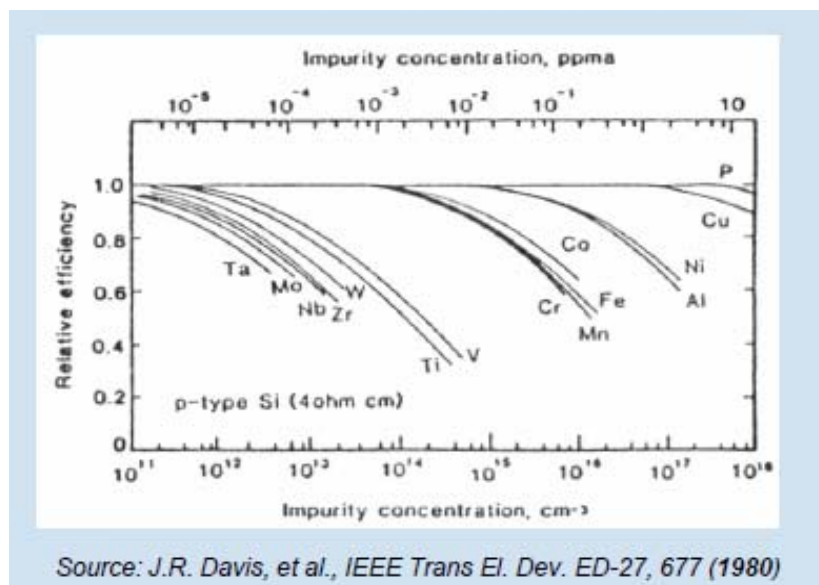


Рисунок – 3.1 Влияние металлических примесей на эффективность фэп[3-6]

В таблице 3.1 приведены данные по уменьшению эффективности СЭ от концентрации этих примесей, а в таблице 3.2 указаны предельно допустимые значения для ряда примесей в «солнечном» кристаллическом кремнии. Данные, приведённые в этих таблицах, до настоящего времени сохраняют свою актуальность для СЭ, изготовленных на моно- и поли - кристаллических материалах.

Таблица 3.1 – Уменьшение эффективности фэп от концентрации примеси[4,7]

Значения потери эффективности фэп	Концентрация примесей в материале (ppmw) в «солнечном» кремнии	
	Ti	Fe
2 %	0.07	2.5
5%	0.2	8
10 %	0.4	25

Таблица 3.2 – Предельные значения ряда примесей для «солнечного» кремния[4,7]

Элемент (ppmw и ат/см³)					
O	C	B	P	As	Fe; Al; Cr; Ni; V; Cu; Zn суммарная концентрация переходных металлов (5×10^{15}), (для каждого $< 5 \times 10^{13}$)
1	1	0.5	0.025	0.025	
5×10^{16}	5×10^{16}	2.5×10^{16}	1.25×10^{15}	1.25×10^{15}	

Однако, как было отмечено в главе 1, одним из достижений современной кремниевой фотовольтаики является использование компенсированного металлургического кремния (МК). Концентрация примесей в таком «солнечном» качестве МК должна удовлетворять следующим требованиям: содержание бора и фосфора не более 0.3 ppmw и 1 ppmw, соответственно, а суммарное содержание кальция, алюминия, железа и других примесей около 2 ppmw [3,5,6,8-18]. Отметим, что следует также проводить измерения концентрации кислорода в образцах и бора в SOG-Si, так как контроль этой примеси необходим для прогноза деградации фэп под действием солнечного излучения.

Удаление бора происходит при взаимодействии с водородом по реакции (3.1), который образуется при разложении влажного воздуха, на газообразные составляющие. Схематически этот процесс показан на рис. 3.2.

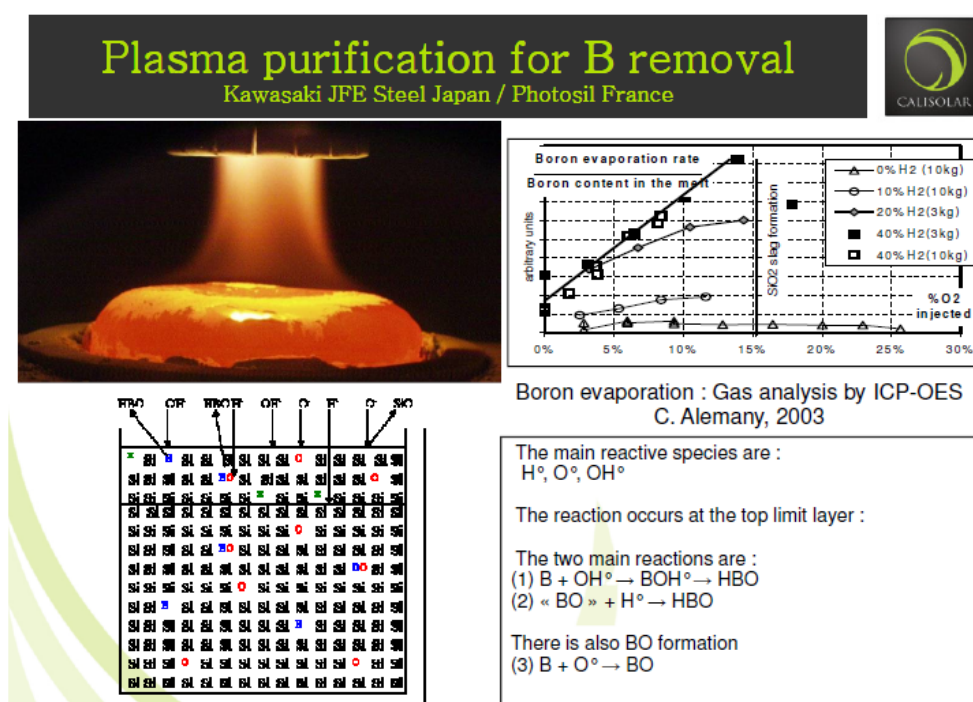
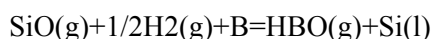


Рисунок – 3.2. Схематическое представление процессов удаления атомов бора из кремния. Рис. из презентации Е. Weber [8]. Авторы благодарны Е. Weber за разрешение на использование слайда

Окисляемые примеси удаляются путём достаточно хорошо отлаженной технологии извлечения шлака, состоящего из окислов этих примесей, которые образуются в соответствии с реакциями (3.3 – 3.5)[17].



В принципе возможно уменьшить концентрацию Al_2O_3 до очень низких значений, но реакции окисления сопровождаются понижением температуры процесса с 1700°C до 1500°C , что крайне нежелательно, поэтому для предотвращения этого инициируется экзотермический процесс (3.6).

Как следует из изложенного, существует достаточно много параметров процесса, которыми объясняется минимальное и максимальное значение примесей в МК. Поэтому необходимо выбирать оптимальные условия. Как правило, МК с нижним пределом содержания примесей подвергаются дальнейшей очистке на втором этапе для достижения солнечного качества.

4. Методы получения «солнечного» кремния

При переходе материалов из жидкого состояния в твёрдое, кристаллизации вещества, происходит уменьшение содержания примесей, которое зависит от коэффициента сегрегации. Значения этого коэффициента определяются как соотношение равновесной концентрации примесей в твёрдом и жидком состоянии вещества. Физический смысл процессов сегрегации (кристаллизации) заключается в том, что концентрация примесей, растворённых в жидком состоянии вещества больше, чем в твёрдом. Поэтому, например, значения этого коэффициента в кремнии для всех элементов меньше единицы, за исключением кислорода. Ясно, что в процессе кристаллизации труднее удаляются примеси с высоким коэффициентом сегрегации. Этот процесс носит название сегрегационная очистка материалов. Значения коэффициента сегрегации приведены в [2-6]. Наиболее трудно удаляемыми примесями при сегрегационной очистке кремния являются бор и фосфор, для которых величина этого коэффициента составляет 0.8 и 0.35,

соответственно. Поэтому содержание этих примесей в исходных веществах карботермического процесса должно быть как можно меньше.

Получаемый на карботермических печах МК очищается до (2-4) ppmw по содержанию бора до 10 ppmw по содержанию фосфора и около 2 – 20 ppmw по суммарному содержанию металлов, углерода и кислорода, т. е. до качества соответствующего очищенному МК, или UMG, как принято в международной классификации. Содержание этих примесей контролируется длительностью процесса. На ряду с сегрегационной очисткой, как было отмечено в главе 1 разработаны химические, хлорсилановые методы, а компанией Elkem предложена пирометаллургическая (шлаковая) технология для получения UMG и SOG, которая реализована в промышленном масштабе. Рядом компаний PhotoSil, SolSilc и CaliSolar разработаны, предложены и осваиваются индустриальные варианты технологий получения UMG и SOG.

Общая схема металлургического процесса Elkem

Очищенный
Металлургический Кремний → Пирометаллургия → Гидрометаллургия → Направленная кристаллизация (SOG)

В результате проведения шлаковой и гидрометаллургической (кислотная) очистки происходит удаление алюминия, кальция, железа, фосфидов, а заключительная направленная кристаллизация обеспечивает получение «солнечного кремния» (SOG).

5. Методы изготовления и эффективность (кпд) солнечных элементов

5.1 Этапы изготовления ФЭП на моно- и поликристаллическом Si:

- плазменная обработка пластин, текстурирование поверхности пластин;
- создание легированных слоёв диффузией фосфора и бора;
- плазмо-химическое осаждение антиотражающего покрытия; создание оксидных слоёв в атмосфере сухого и влажного кислорода, отжиг пластин для снятия напряжений;
- металлизация, нанесение лицевых (серебро) и тыльных (алюминий) контактов, вжигание контактов;
- измерение кпд с использованием солнечного эмитатора.

5.2 Вольт-амперная характеристика фэп.

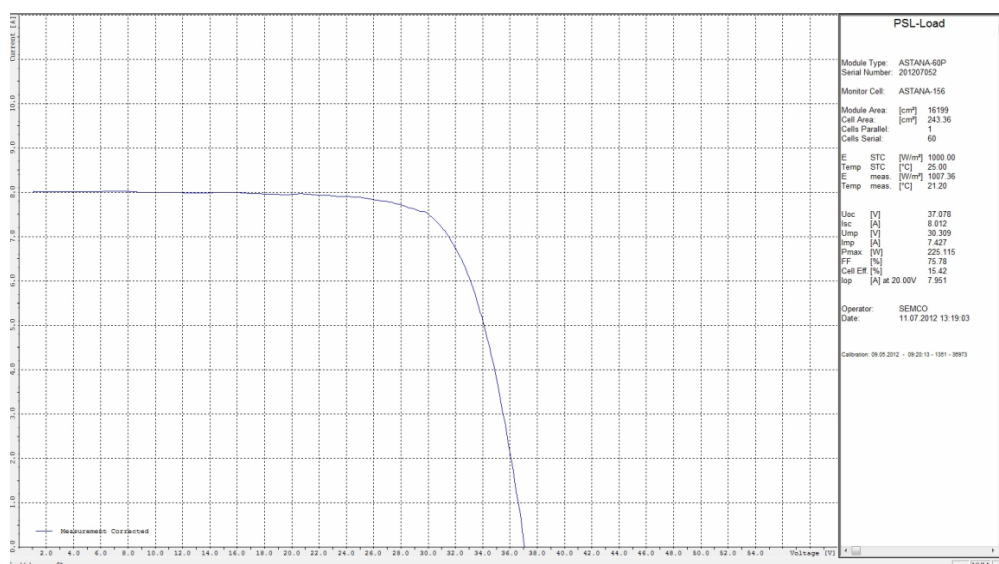


Рисунок 5.1 – Характеристика фэп с кпд 16,6 % (размер фэп 156*156 мм, толщина 0.2 мм)

Концентрации бора и фосфора в пластине кремния перед созданием фэп:
бор (0.17-0.19) ppmw, фосфор (0.37-0.39) ppmw.

Напряжение холостого хода фэп
 $U_{xx} (V_{oc}) - 0.618 \text{ V}$.
 Ток короткого замыкания
 $I_{кз} (I_{sc}) - 8.51 \text{ A}$.
 Максимальная мощность
 $P - 3.99 \text{ Вт}$.
 Коэффициент заполнения
 $FF - 79.1 \%$.
 Деградация под действием солнечного излучения 2.5%.

6. Расчёт распределения электрических параметров по длине слитка для солнечных элементов с КПД – от 15,8 до 17,1%.

Удельное сопротивление кремния является одним из важных параметров. По удельному сопротивлению можно рассчитать количество легирующей примеси и подвижность носителей заряда. Также удельное сопротивление является одним из критериев при отборе пластин кремния для использования в качестве исходного материала для создания фэп. Требования к кремнию по данному параметру составляют порядка $1 \text{ Ом} \cdot \text{см}$.

Для контроля изменения удельного сопротивления на пластинах по высоте проводились измерения четырехзондовым методом. С целью анализа и сравнения, сопротивление также рассчитывалось с использованием значений концентрации бора по уравнению Шейла [3-6]. Кроме того, в ряде случаев величина удельного сопротивления контролировалась путём проведения холловских измерений.

Уравнение Шейла дает возможность рассчитать изменение концентрации примеси по высоте слитка:

$$C_{\text{кристалл}} = k \cdot C_0 (1 - g)^{k-1}, \quad (6.1)$$

где: $C_{\text{кристалл}}$ – концентрация примеси в закристаллизовавшейся фракции, k – эффективный коэффициент сегрегации примеси, C_0 – исходная концентрация примеси в расплаве, g – кристаллизовавшаяся фракция.

В процессе расчетов распределения эффективной концентраций бора и фосфора по высоте слитка было принято следующие допущения, соответствующие технологии процесса:

- 1) 17,1% - КПД СЭ, сделанных из первых пластин (начало кристаллизации, меньше металлических примесей больше КПД);
- 2) 16,6% - КПД СЭ из середины слитка;
- 3) 15,8% - КПД СЭ для пластин, соответствующих завершению кристаллизации.

Данные расчётов приведены в таблице 6.1.

Выделенные желтым строки показывает соответствие высоты слитка к фэп. 10% для фэп с КПД 17,1; 40% для фэп с КПД 16,6; 70% для СЭ с КПД 15,8.

Расчетные данные достаточно хорошо подтверждаются экспериментальными измерениями. Коэффициенты сегрегации, используемые для расчета изменения концентрации бора для обоих кристаллов практически идентичны (в пределах ошибки).

Таблица 6.1 – Результаты расчетов

%	В		Р		Na-Nd	μ	Р
	С, ppmw	A/cm3	С, ppmw	A/cm3			
0	0.164	2.13E+16	0.263	1.19E+16	9.39E+15	389.69	1.71
2	0.165	2.14E+16	0.266	1.2E+16	9.32E+15	389.36	1.72
4	0.165	2.15E+16	0.270	1.22E+16	9.25E+15	389.01	1.74
6	0.166	2.16E+16	0.273	1.24E+16	9.17E+15	388.65	1.75

%	B		P		Na-Nd	μ	P
	C, ppmw	A/cm3	C, ppmw	A/cm3			
8	0.167	2.16E+16	0.277	1.26E+16	9.09E+15	388.29	1.77
10	0.167	2.17E+16	0.281	1.27E+16	9.00E+15	387.91	1.79
14	0.169	2.19E+16	0.290	1.31E+16	8.82E+15	387.12	1.83
20	0.171	2.23E+16	0.303	1.37E+16	8.51E+15	385.85	1.90
24	0.173	2.25E+16	0.314	1.42E+16	8.27E+15	384.94	1.96
30	0.176	2.29E+16	0.331	1.5E+16	7.87E+15	383.45	2.07
34	0.178	2.31E+16	0.344	1.56E+16	7.55E+15	382.36	2.16
40	0.182	2.36E+16	0.366	1.66E+16	7.00E+15	380.56	2.35
44	0.184	2.39E+16	0.383	1.73E+16	6.57E+15	379.23	2.51
50	0.188	2.45E+16	0.412	1.87E+16	5.79E+15	376.99	2.86
54	0.192	2.49E+16	0.435	1.97E+16	5.16E+15	375.29	3.23
60	0.197	2.56E+16	0.476	2.16E+16	3.99E+15	372.38	4.20
64	0.201	2.61E+16	0.510	2.31E+16	3.01E+15	370.11	5.61
68	0.206	2.67E+16	0.551	2.49E+16	1.79E+15	367.49	9.48
70	0.209	2.71E+16	0.574	2.6E+16	1.07E+15	366.03	15.92
80	0.226	2.94E+16	0.747	3.39E+16	-4.48E+15	846.25	1.65
85	0.240	3.11E+16	0.901	4.08E+16	-9.70E+15	816.84	0.79
90	0.260	3.37E+16	1.173	5.31E+16	-1.94E+16	773.43	0.42
95	0.299	3.88E+16	1.840	8.34E+16	-4.46E+16	694.92	0.20
99.999999	10.348	1.34E+18	185835.772	8.42E+21	-8.42E+21	61.05	0.00

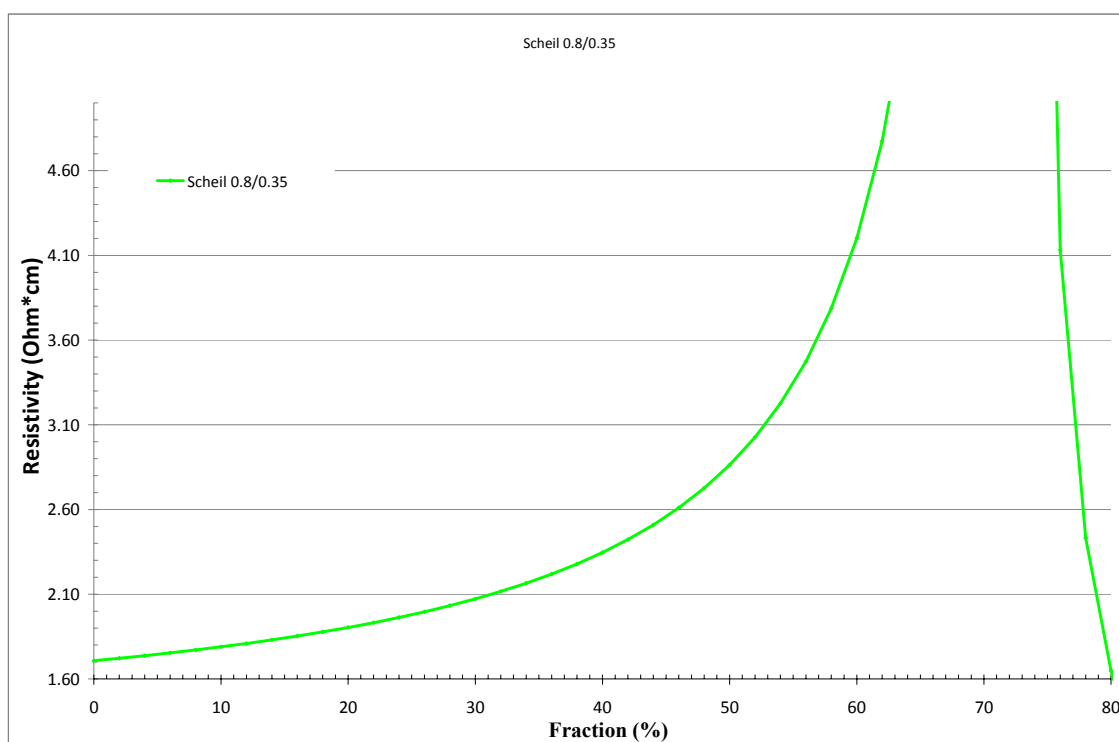


Рисунок 6.1 – Расчётные данные изменения сопротивления по высоте слитка

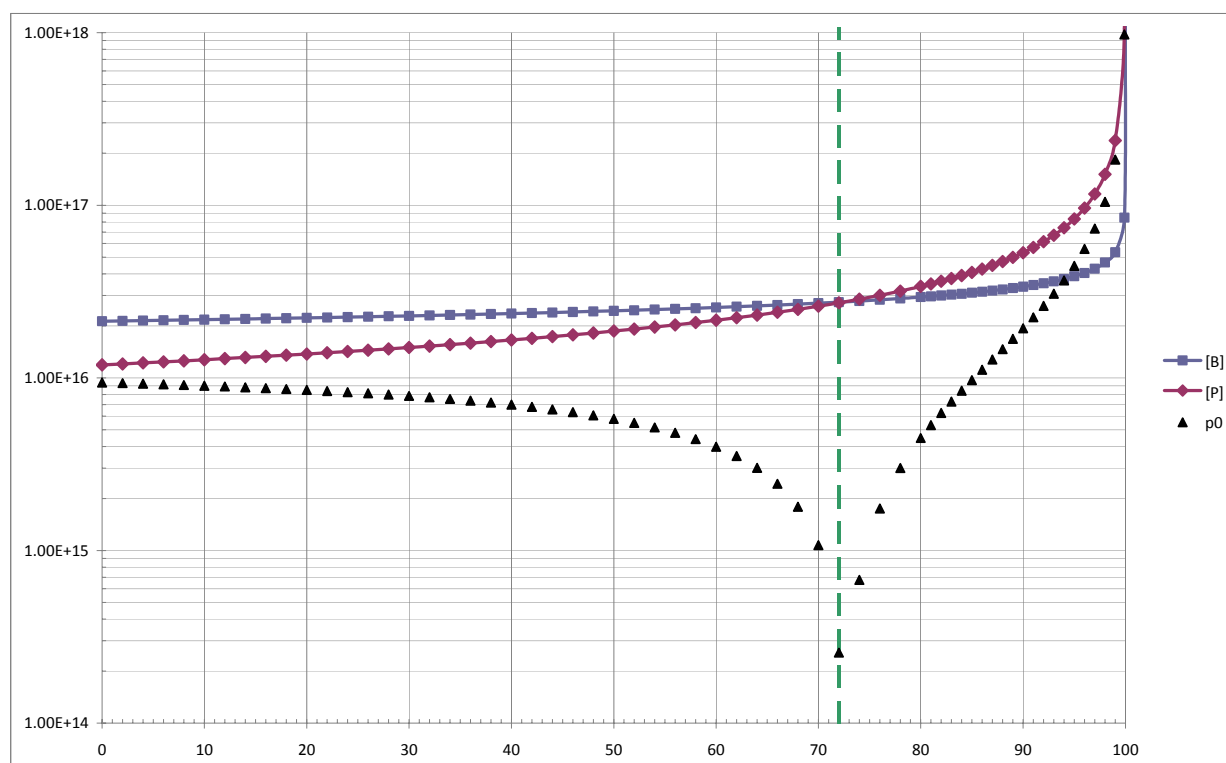


Рисунок 6.2 – Расчётные данные изменения концентраций бора, фосфора и эффективной концентрации носителей по высоте слитка

В таблице 6.2 приведены расчётные данные по времени жизни и длине диффузии. Для расчётной модели фэп использованы стандартные характеристики мультикристаллического кремния: время жизни 80 мкс, концентрация бора $1 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$, толщина пластины 200 мкм, значение коэффициента отражения принято равным 12.5 %.

Таблица 6.2 – Расчетные характеристики фэп

№	КПД %	$p_0, \text{ см}^{-3}$	$\tau \pm 5, \text{ мкс}$	Ld, мкм
1	15,8	$1,7 \cdot 10^{15}$	50	410
2	16	$3,7 \cdot 10^{15}$	34	330
3	16,2	$5,2 \cdot 10^{15}$	33	320
4	16,4	$6,2 \cdot 10^{15}$	35	325
5	16,6	$7 \cdot 10^{15}$	45	366
6	16,8	$7,5 \cdot 10^{15}$	55	400
7	17	$8 \cdot 10^{15}$	70	450
8	17,2	$9 \cdot 10^{15}$	80	480

Заключение.

Рассмотрение основных результатов выполнения проекта **KAZPV** показывает, что использование пирометаллургических, окисно – шлаковых технологий очистки металлургического кремния до «солнечного» качества являются целесообразным и перспективным по сравнению с химическими, хлорсилановыми технологиями. Так стоимость строительства и введение в действие завода на 1000 тонн в ~ 6 раз меньше, а площадь завода ~ 25 раз меньше, кроме того пирометаллургические технологии являются безопасными с точки зрения экологии. Следовательно, необходимо форсировать использование этих технологий на предприятии Казсилекон для решения основного вопроса – получения промышленных объёмов «солнечного» кремния для изготовления солнечных элементов, панелей и фотоэнергетических станций в Казахстане, т.е. развития высокотехнологических отраслей промышленности в Казахстане.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 A Strategic Research Agenda for Photovoltaic Solar Energy Technology. Photovoltaic Technology Platform, European Communities, 2007.
- 2 Implementation Plan for the Strategic Research Agenda of the European Photovoltaic Technology Platform, European Communities, 2009.
- 3 PV Technology, Production and Cost, 2009 Forecast.
- 4 Б. Н. Мукашев, «Физика полупроводников и современная электроника». Доклады НАН РК, 2010, № 3, с. 23-40.
- 5 PNOTON International, "Science & technology, cell production 2008 survey", 2009, March, p.170-206.
- 6 Lynn H., Bradford T., "Polysilicon: Supply, Demand and Implication for the PV Industry 2006, Report of Prometheus Institute for Sustainable Development" (<http://www.prometheus.org>).
- 7 Б. Н. Мукашев, А. А. Бетекбаев, «Металлургический кремний для фотоэнергетики», Вестник КазНУ, № 2, 2012, стр. 27-34
- 8 E. Weber, "20 Years of Progress in Understanding the Role of Defects in PV Silicon, Including Recent Applications to UMG Silicon", in: Proceedings of 20th Workshop on Crystalline Silicon Solar Cells & Modules: Materials and Processes, 2010, August 1-4, Breckenridge, Colorado, USA;
- 9 Aulich H., "Solar-grade Silicon Production and Pricing Technology" in: Proceedings of 20th Workshop on Crystalline Silicon Solar Cells & Modules: Materials and Processes, 2010, August 1-4, Breckenridge, Colorado, USA
- 10 T. Saga, "Advances in Crystalline Silicon Solar Cell Technology for Industrial Application", NPG Asia Mater., 2010, 2, p.96.
- 11 Б. Н. Мукашев, А. А. Бетекбаев, «Полупроводниковая гелиоэнергетика: состояние и перспективы развития элементной базы», Вестник НАН РК, 2011, №1, стр.9-30
- 12 D. DeCeuster, "High Efficiency Solar Cells: Promise and Realization", in: Proceedings of 20th Workshop on Crystalline Silicon Solar Cells & Modules: Materials and Processes, 2010, August 1-4, Breckenridge, Colorado, USA.
- 13 Peter K., Kopecek R., Soiland A., Enebakk E., "Future Potencial for SoG-Si Feedstock from Metallurgical Process Route", in Proceedings 23rd European Photovoltaic Solar Energy Conference, 1-5 September, 2008, Valencia, Spain, p.947-950.
- 14 Wornes A., Ovrelid E., Raanes O., Greevligs B., Santeen S., Wiersma B., Talhgar H., "Direct Route for the Production of Solar-Grade Silicon from Metallurgical-Grade Silicon", in Proceedings 16th Workshop on Crystalline Silicon Solar Cells and Modules. Materials and Processes 2006, p. 42-49.
- 15 J. Kraem, R. Einhaus, B. Drevel et al, "Solar-grade Silicon Production and Processing Technology", in: Proceedings of 20th Workshop on Crystalline Silicon Solar Cells & Modules: Materials and Processes, 2010, August 1-4, Breckenridge, Colorado, USA.
- 16 Wyers P., "PV Road Map and Prospects for Silicon Technology", presentation at 22th European Photovoltaic Solar Energy Conference, 2007, Milan, Italy, 3-7 September, plenary paper
- 17 B. Ceccaroli and B. Lohne, "Solar Grade Silicon Feedstock", in [8], see also Elkem Solar, Metallurgical Solar Silicon, Third Silicon Conference, Munich, 2006.

REFERENCES

- 18 A Strategic Research Agenda for Photovoltaic Solar Energy Technology. Photovoltaic Technology Platform, European Communities, 2007.
- 19 Implementation Plan for the Strategic Research Agenda of the European Photovoltaic Technology Platform, European Communities, 2009.
- 20 PV Technology, Production and Cost, 2009 Forecast.
- 21 Б. Н. Мукашев, «Физика полупроводников и современная электроника». Доклады НАН РК, 2010, № 3, с. 23-40.
- 22 PNOTON International, "Science & technology, cell production 2008 survey", 2009, March, p.170-206.
- 23 Lynn H., Bradford T., "Polysilicon: Supply, Demand and Implication for the PV Industry 2006, Report of Prometheus Institute for Sustainable Development" (<http://www.prometheus.org>).
- 24 Б. Н. Мукашев, А. А. Бетекбаев, «Металлургический кремний для фотоэнергетики», Вестник КазНУ, № 2, 2012, стр. 27-34
- 25 E. Weber, "20 Years of Progress in Understanding the Role of Defects in PV Silicon, Including Recent Applications to UMG Silicon", in: Proceedings of 20th Workshop on Crystalline Silicon Solar Cells & Modules: Materials and Processes, 2010, August 1-4, Breckenridge, Colorado, USA;
- 26 Aulich H., "Solar-grade Silicon Production and Pricing Technology" in: Proceedings of 20th Workshop on Crystalline Silicon Solar Cells & Modules: Materials and Processes, 2010, August 1-4, Breckenridge, Colorado, USA
- 27 T. Saga, "Advances in Crystalline Silicon Solar Cell Technology for Industrial Application", NPG Asia Mater., 2010, 2, p.96.
- 28 Б. Н. Мукашев, А. А. Бетекбаев, «Полупроводниковая гелиоэнергетика: состояние и перспективы развития элементной базы», Вестник НАН РК, 2011, №1, стр.9-30
- 29 D. DeCeuster, "High Efficiency Solar Cells: Promise and Realization", in: Proceedings of 20th Workshop on Crystalline Silicon Solar Cells & Modules: Materials and Processes, 2010, August 1-4, Breckenridge, Colorado, USA.
- 30 Peter K., Kopecek R., Soiland A., Enebakk E., "Future Potencial for SoG-Si Feedstock from Metallurgical Process Route", in Proceedings 23rd European Photovoltaic Solar Energy Conference, 1-5 September, 2008, Valencia, Spain, p.947-950.
- 31 Wornes A., Ovrelid E., Raanes O., Greevligs B., Santeen S., Wiersma B., Talhgar H., "Direct Route for the Production of Solar-Grade Silicon from Metallurgical-Grade Silicon", in Proceedings 16th Workshop on Crystalline Silicon Solar Cells and Modules. Materials and Processes 2006, p. 42-49.

32 J. Kraem, R. Einhaus, B. Drevel et al, "Solar-grade Silicon Production and Processing Technology", in: Proceedings of 20th Workshop on Crystalline Silicon Solar Cells & Modules: Materials and Processes, 2010, August 1-4, Breckenridge, Colorado, USA.

33 Wyers P. , "PV Road Map and Prospects for Silicon Technology", presentation at 22th European Photovoltaic Solar Energy Conference, 2007, Milan, Italy, 3-7 September, plenary paper

34 B. Ceccaroli and B. Lohne, "Solar Grade Silicon Feedstock", in [8], see also Elkem Solar, Metallurgical Solar Silicon, Third Silicon Conference, Munich, 2006.

Резюме

*Б. Н. Мұқашев¹, А. А. Бетекбаев², Д. А. Қалығұлов²,
И. Пеллегрин³, Д. М. Сқақов⁴, Т. С. Тұрмағамбетов⁵*

¹Физика-техникалық институт, Алматы, Қазақстан; ²"Қазатомпром" ҰАК АҚ,
³SEMCO Engineering, France; ⁴"Казсилекон" ЖШС, ⁵INES, CEA, France)

KAZPV ЖОБАСЫ: ҚАЗАҚСТАНДА ТІГІНЕН БІРІККЕН ФОТОЭНЕРГИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ӨНДІРУ (КВАРЦ ШИКІЗАТЫ ӨНДЕУІНЕН ЖОҒАРЫ ТЕХНОЛОГИЯ ӨНІМІН ШЫҒАРУҒА ДЕЙІН)

«Kazsilicon» металлургиялық кремнийін тазалау әдістері жасап шығарылды. МК өндірісі карботермиялық әдіспен, яғни аса таза Сарыкөл кварцын көміртеппен тотықсыздандыру арқылы өндіріледі. Бұл технология материалдар өнеркәсіп материалдарын, күн элементтік базасын, панельдер, фотоэлектрикалық станцияларды жасау өндірісінің негізін қалайды. Осы технологияны қолданып сапасы «күндік» деңгейдеі кремний өндіріліп алынып, одан ПӘКі 15,8-17.1 % күндік элементтер жасалды. Олар, 2012 ж. 25 желтоқсанда, қуаты 25 кВт, Қазақстандағы алғашқы күндік «Astana Solar» электростанциясының күндік панель элементтері ретінде жұмсалды.

Тірек сөздер: тазалау, кремний, күндік.

Summary

*B. N. Mukashev¹, A. A. Betekbaev², D. A. Kalugulov²,
Y. Pellegrin³, D. M. Skakov⁴, T. S. Turmagambetov⁵*

(¹Institute of Physics and Technology, Almaty, Kazakhstan; ²JSK NK "Kazatomprom";
³SEMCO Engineering, France; ⁴Ld"Казсилекон"; ⁵INES, CEA, France)

KAZPV PROJECT:: INDUSTRIAL DEVELOPMENT OF A VERTICALLY INTEGRATED PV PRODUCTION IN KAZAKHSTAN (FROM GUARTZ PROCESSING UP TO PRODUCTION HIGH TECHNOLOGY OUT - PUTS)

The purification methods of metallurgy silicon «Kazsilicon» have been worked out. Production of this material is carbothermal method, i. e. by carbon recovering of high purity sary-kol'squartz. These technologies are the basis for industrial production of materials, solar cells, panels and photovoltaic stations. With using these technologies solar grade silicon and solar cells with efficiency of 15.8 - 17.1%.has been obtained. The first solar electric station of 250 kW capacity was putted into operation at December 25th of 2012.

Keywords: purification, silicon, solar.

Поступила 12.11.2013 г.

УДК 541.16:541.8:541.651

^{1,2}В.И. ВИГДОРОВИЧ, ³А.Б.БАЕШОВ,
⁴Л.Е. ЦЫГАНКОВА, ²Н.В. ШЕЛЬ, ⁵А.К.БАЕШОВА

(¹ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов» Российской академии сельскохозяйственных наук, г.Тамбов; ²ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»; ³АО «Институт органического катализа и электрохимии имени Д.И.Сокольского; ⁴ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина»; ⁵РГП «Казахский Национальный университет имени аль-Фараби», г.Алматы)

НАНОМАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И РЕАЛЬНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация

Обобщены разработанные авторами основы нанотермодинамики с учетом эффективного размера частиц наноструктурированных материалов, как самостоятельного термодинамического параметра системы (r). Получены аналитические зависимости внутренней энергии, энтропии, термодинамических потенциалов, теплоемкости от r на основе первого и второго начал термодинамики. Рассмотрено влияние ряда других факторов (флуктуации, структуры поверхности) на протекание химических реакций с участием наноструктурированных реагентов.

Ключевые слова: наноструктуры, размер, термодинамический параметр, внутренняя энергия, энтропия, термодинамические потенциалы, поверхностное натяжение, теплоемкость, углеродные структуры.

Тірек сөздер: нанокұрылымдар, өлшем, термодинамикалық параметр, ішкі энергия, энтропия, термодинамикалық потенциалдар, беттік тартылыс, жылу сыйымдылығы, көміртектік құрылымдар.

Key words: nano structures, size, thermodynamic parameter, internal energy, thermodynamic potentials, thermal capacity, surface tension, carbon structures

Введение

Настоящая работа проведена с учетом того, что исследовательская деятельность преследует две цели:

1. Изучение фундаментальных закономерностей процессов и явлений.
2. Изучение путей управления процессом.

Рассматриваемые в ней вопросы затрагивают возможности применения наноматериалов непосредственно в процессах химической или электрохимической технологии, либо опосредованно (сельскохозяйственное производство, машиностроение, нефтепереработка, нефтедобыча, биотехнология и другие). Они ни в коей мере не касаются использования таких продуктов в оптических системах, электронике и других смежных с ними областях. В последних - свои особенности, возможности, перспективы использования и свои трудности. Этими вопросами должны заниматься оптики, специалисты по электронике и представители других профессий, одновременно интересующиеся наноматериаловедением и нанотехнологиями применительно к соответствующим областям техники.

Громадный поток научной литературы, в том числе периодической [1-15] и монографической [16-22], касающейся наноматериаловедения, представляющего в наше время одно из приоритетных направлений науки, связан, прежде всего, с разработкой методов получения соответствующих наноматериалов.

В этом плане современный этап напоминает период алхимии, продолжавшийся двенадцать веков и связанный с интенсивным изучением физических и химических свойств веществ.

Алхимический период очень важен в истории науки, так как привел к накоплению информации, позволившей, в конце концов, открыть и сформулировать основные законы химии и на их основе – многочисленные закономерности и правила химической науки.

Это в полной мере сегодня касается и наноматериаловедения, у которого, конечно, нет столько времени. Вместе с тем, начиная с конца XX века наблюдается существенно излишний оптимизм в оценке успехов развития этого направления на фоне недооценки необходимости преодоления чудовищных сложностей, стоящих перед исследователями [24-26], и наличия дополнительных рисков [25]. Составляющие этой проблемы – необходимость решения многочисленных термодинамических [27,28], кинетических [28,29] и технологических [28,29] задач, связанных с вопросами, имеющими приставку «нано». Некоторые из них в несколько обобщенной форме мы рассмотрим ниже. А здесь отметим, что указанные и многие другие особенности и связанные с ними колоссальные трудности, включая возрастающую роль флуктуаций и возможность бифуркаций, обобщил Ю.Д. Третьяков в виде графической зависимости, приведенной на (рис. 1) [23, 24].

Конечно, переход на уровень 5 (рис. 1) представляется болезненным, но неизбежным.

Этот негативный парадокс, выраженный рис. 1, иначе его не назовешь, теперь понимается исследователями все четче и четче. Так, авторы [30] пишут: «Чрезмерно раздутый различными масс-медиа интерес к нанотехнологиям постепенно снижается... Участвуя во всех выставках и форумах, проводимых корпорацией «РОСНАНО», мы ощутили это, как говорится, на себе. Если в 2008 году люди восторгались увиденным и делились радостными перспективами, то в 2011 году форум был больше похож на мероприятие, собравшее специалистов довольно узкой отрасли... Интерес к нанотехнологиям представителей различных отраслей стал более предметным и квалифицированным».

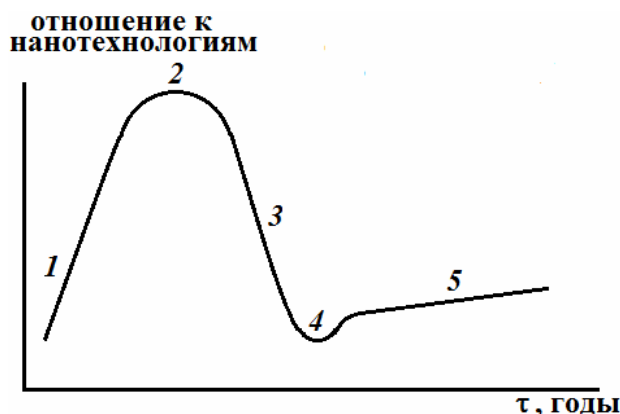


Рисунок 1 – Этапы развития нанотехнологий [23]: 1 – период гиперболизированных ожиданий, во многом спровоцированных СМИ; 2 – пик разочарования; 3 – период разочарования; 4 – потенциальная яма разочарований; 5 – период разработки научных представлений о наносостоянии и создания эффективных нанотехнологий

Общие термодинамические проблемы

Дело в том, что всякая технология, с инженерной точки зрения, хороша тогда, когда она работает в условиях минимального числа влияющих факторов, которые в данном случае проявляются в виде степеней свободы. Это, как правило, изобарно-изотермические ($p=\text{const}$, $T=\text{const}$) или изохорно-изотермические ($V=\text{const}$, $T=\text{const}$) условия, что существенно облегчает управление процессами.

С участием наноразмерных реагентов поддержание $T=\text{const}$ значительно затруднено, что, естественно, сказывается на эффективности процесса. Причина этого явления в том, что появляется зависимость тепловых эффектов образования и сгорания индивидуальных веществ, интегральных тепловых эффектов реакций (ΔH_i) от эффективного размера реагирующих частиц r , как появляется зависимость от r , температур плавления, кипения, поверхностного натяжения и др. [24]. Причем величина r становится функцией времени. Следовательно, такие процессы будут протекать в условиях, для которых характерен высокий уровень неопределенности и при этом сразу по нескольким характеристическим параметрам системы.

Так, зависимость знака ΔG от r вызывает изменения вплоть до обращения направления процесса при $p=\text{const}$ (или $V=\text{const}$) и $T=\text{const}$.

Присутствие нанодисперсных реагентов определяет необходимость учета связи с эффективными размерами частиц следующих параметров:

1. Теплота фазового перехода, т.к. $\Delta H_{\text{ф.п.}} = f(r)$;
2. Учет изменения со временем фракционного состава реагентов;
3. Учет $C_p = f(r, \tau)$;
4. Учет $C_v = f(r, \tau)$ и последовательного систематического изменения во времени тепловых балансов.
5. Не исключена и связь энергии активации процессов с r и τ .
6. Появляется зависимость давления насыщенного пара от r , причем помимо известной зависимости от r капилляров и характера вогнутой или выпуклой формы мениска в них.

Необходимо знание и учет: зависимости $\Delta S = f(r)$; функции $\Delta G = f(r)$;

функции $\Delta F = f(r)$; $k = f(r)$, где S, G, F – соответственно энтропия, свободная энергия Гиббса и Гельмгольца системы, а k – константа скорости реакции.

Кроме того, перечисленные физико-химические параметры являются функцией природы и структуры участвующих во взаимодействии малоатомных кластеров, что также ведет к существенному усложнению управления технологическими процессами и, что не менее важно, к появлению дополнительных рисков.

Известно, что далеко не все наноматериалы характеризуются наличием наноразмерных эффектов. Их классификация по этому признаку приведена в [27, 31]. Эта характеристика не фундаментальна, т.е. наличие размера частиц вещества в интервале $1 \leq r \leq 100$ нм отнюдь не определяет наличия энергетического наноразмерного эффекта (НРЭ). Для понимания этого введено понятие наносостояния вещества [31]. Суть его заключается в наличии особого возбужденного состояния, которое реализуется в момент наработки нанообъекта, когда его активные центры находятся в ювенильном состоянии, иначе говоря, они не заблокированы частицами адсорбата. Отметим, что представляемая ситуация наблюдается применительно к гетерогенным химическим процессам и нанокатализаторам. Наносостояние вещества и нанодисперсное вещество – не одно и то же. Второе может находиться в наносостоянии, но этого может и не случиться, что чаще всего и имеет место. Приведем конкретные примеры. Так, нанесение Ni–P-покрытия из электролита, содержащего многостенные углеродные нанотрубки (МУНТ) позволяет получить поверхности с повышенной скоростью выделения водорода, что объяснялось авторами особенностями наноструктурированных материалов. Однако детальный анализ ситуации показал, что причиной является разрыхление поверхности Ni–P-анода [32], т.е. присутствие МУНТ никакого энергетического эффекта не вносит. Недавно рядом авторов [33] разработана методика повышения качественных характеристик адсорбентов при формировании на них поверхностной структуры углеродных нанотрубок, получаемых каталитическим пиролизом парафиновых углеводородов. Она позволила создать равномерно распределенный слой углеродных нанотрубок на поверхности подложки (активированный уголь, цеолит). Однако изучение адсорбционной способности такого сорбента при проведении очистки водно-спиртовой смеси (РОН – очевидно, C_2H_5OH) привело к следующим результатам (таблица 1, наномодифицированные АУ).

Легко видеть, что поверхностный слой МУНТ на АУ (АГ-5) и цеолите (данные подобны и поэтому здесь не приводятся) не обладает сорбционной способностью.

Таблица 1 – Эффективность сорбции ряда адсорбатов АУ, модифицированным многостенными углеродными нанотрубками (МУНТ) [33].

Природа адсорбата	Начальное содержание сорбата, условные единицы	Исходный АУ (АГ-5)	После модификации поверхности АУ МУНТ, полученными на катализаторе:		
			Ni-Co-MgO	Ni-Mo-MgO	Ni-Fe-Co-MgO
CH_3CHO	1,8	2,3	2,3	2,3	2,3
$CH_3CHONCH_2CH_3$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Fe (II)	C*	C	C	C	0,1
SO_4^{2-}	C	C	C	C	C
Cl	2,0	2,5	3,2	3,0	6,2
SiO_3^{2-}	0,05	0,20	0,10	0,20	0,10

*C – следы.

Важно отметить, что необходимо классифицировать свойства наноматериалов и нанотехнологий по отношению к воздействию окружающей среды.

В первом приближении, из самых общих соображений выделим две группы свойств:

1. Свойства, не зависящие от микро- и макрокомпонентов окружающей среды (воздух, растворитель), выступающих в роли блокаторов активных центров, таких как:

- эффективный физический параметр;

- радиус кривизны;

- характер ювенильного распределения по энергетике активных центров адсорбции (однородное, равномерно-неоднородное, экспоненциально-неоднородное, однородное, но требующее учета аттракционного взаимодействия частиц адсорбата) на поверхности твердой фазы (изотерма Фрумкина).

2. Свойства, зависящие от взаимодействия с компонентами окружающей среды. Ими, в частности, являются:

- энергия активации E_a химических процессов, поверхностной диффузии и адсорбции на поверхности веществ, находящихся в нанодисперсном состоянии;

- величина константы скорости реакции (впрочем, являющаяся функцией E_a);

- сорбционная способность;

- целый ряд физических констант вещества, в частности $T_{пл}$, $T_{кип}$ и др.

- селективность катализаторов.

Принципиальное различие указанных групп характеристик или характеристических свойств наноструктурированных материалов применительно к технологическим процессам заключается в следующем: свойства первой группы не меняются во времени, по крайней мере, с заметной скоростью, под влиянием компонентов окружающей среды либо вообще остаются постоянными (параметр $\neq f(\tau)$).

Следовательно, технологические процессы, в которых эти характеристики являются определяющими, не требуют создания специальных условий для их реализации. Таким образом, достижение планируемой эффективности таких процессов, проводимых с участием реагентов в нанодисперсном состоянии, не требует использования исключительных специализированных условий.

Для второй группы свойств реагентов наблюдается обратная картина. А реализация процессов с их участием требует создания жестких технологических условий, иногда далеко выходящих за рамки возможностей современной отечественной и мировой техники (прежде всего, глубокий вакуум или специализированная инертная атмосфера (гелий, аргон), компоненты которой обладают очень низкой сорбционной способностью (в том числе и физической адсорбцией).

Обычно в первом случае с целью оптимизации управления или снижения числа действующих факторов используют, как уже отмечалось выше, изобарно-изотермические условия. Причем процессы организуют при атмосферном давлении и лишь в особых условиях создаются восстановительные или нейтральные инертные атмосферы.

При проведении процессов в изохорно-изотермических условиях картина, по существу, остается прежней. Сложности в том и в другом случае обусловлены возникающими проблемами с расчетами тепловых балансов. Дело в том, что теплоемкости участников реакций и тепловые эффекты химических процессов являются функцией размера частиц, дисперсности и структуры кластеров. О части преодоления этих трудностей (учет значений C_p и C_v) речь пойдет ниже.

К понятию «нанотехнология»

Развивая некоторые вопросы технологического характера, рассмотрим само понятие «нанотехнология». Дело в том, что в него может быть заложен различный смысл. В одних случаях под нанотехнологиями понимают некие технологические процессы, в которых реагентом является вещество с частицами нанодисперсного диапазона. Но если свойства, а точнее энергетические характеристики этих частиц, ничем не отличаются от веществ той же природы в микродисперсном состоянии ($r > 100$ нм или $r \gg 100$ нм), то различия определяются лишь величиной удельной поверхности, которая возрастает с дисперсностью по закону $S_{уд} = S_{\Sigma} / V$. Для кубических частиц величина $S_{уд}$ равна:

$$S_{уд} = 6l^2/l^3; S_{уд} = 6/l,$$

где l – длина ребра куба.

Для частиц правильной сферической формы

$$S_{уд} = 3 \cdot 4\pi r^2 / 4\pi r^3; S_{уд} = 6/d,$$

где d – диаметр шара, r – его радиус.

В общем случае для частиц произвольной формы зависимость имеет вид

$$S_{уд} = K_i/a,$$

где K_i – некоторая константа, a – эффективный параметр частиц.

В таком случае можно говорить с одинаковым успехом о:

- макротехнологиях;
- микротехнологиях;
- нанотехнологиях;
- молекулярных технологиях.

В целом, подобная классификация вряд ли целесообразна. Дело в том, что все подобные технологии должны подчиняться единым фундаментальным термодинамическим законам. Их различие в эффективности процессов невелико и не превышает десятков процентов, причем в большинстве случаев зависит не от эффективного размера частиц, а от иных условий организации производства. При этом нужно иметь в виду, что всякое изменение условий связано с определенными рисками [25] (технологические, экологические, финансовые), которые в каждом случае необходимо оценивать.

Иногда под нанотехнологиями понимают технологические процессы получения наноструктурированных материалов. В этом случае также можно предложить много вариантов названий, в теоретическом плане мало чем отличающихся.

Принципиально иной подход связан с таким пониманием нанотехнологий, когда используются энергетические наноразмерные эффекты наноструктурированных материалов. Именно о них и идет речь в подавляющем большинстве исследований, ибо лишь наличие их позволяет принципиально изменить энергетику и кинетику процессов, результирующихся в принципиально новые технологии. Нужно четко понимать, что переход с современных отечественных технологий, скажем, на японские неминуемо приведет к существенной интенсификации процессов и их экологической чистоте, снижению удельной энерго- и материалоемкости без всякого перехода от микро- к нанотехнологиям. Вместе с тем, именно Япония, Китай и, конечно, США дают наибольший объем исследований в области наноматериаловедения, о чем говорит соответствующее количество публикаций в научной периодической литературе.

Подавление активности адсорбционных центров

Различия в энергетике активных центров были убедительно показаны при исследовании теплот адсорбции водорода на никеле и железе из газовой фазы и нами в экспериментах по ингибированию коррозии стали 12X18Н10Т в водных сернокислотных средах (рис. 2, 3) и стали Ст3 в этиленгликолевых растворах HCl.

Электрохимическое растворение стали и ее химическая коррозия, будучи различными звеньями единой цепи, протекают на различных активных центрах (АЦ). Причем второй процесс реализуется на АЦ со значительно более высокой энергией адсорбции, обуславливающей деструкцию хемосорбированных молекул растворителя, выступающих в роли окислителя стали. Из рис. 2 следует, что $5 \cdot 10^{-3}$ и 10^{-2} г/л ПКУ-М резко затормаживает ее химическое растворение, но практически не изменяют величину квазидифференциальной емкости (рис. 3 квази-, так как в системе не подавлены фарадеевские токи). Лишь при возрастании $S_{ПКУ-М}$ на порядок (рис.2) подавляется анодная реакция и резко падает емкость стального электрода (рис.3). Из полученных результатов можно оценить долю наиболее активных центров, которая составляет 1 – 5 % их общего числа. Блокировка АЦ кислородом на цинке, никеле, железе как функция $R_{кисл}$ показана на рис. 4. Величина $R_{кисл}$ изменяет работу выхода электронов (W). Снижение W обусловлено внедрением атомов $O_{адс}$ в поверхностный слой металла. Последующее повышение величины W обусловлено ростом адсорбции кислорода с формированием поверхностного оксида. К подобным результатам приводит и адсорбция H_2O из газовой фазы [34].

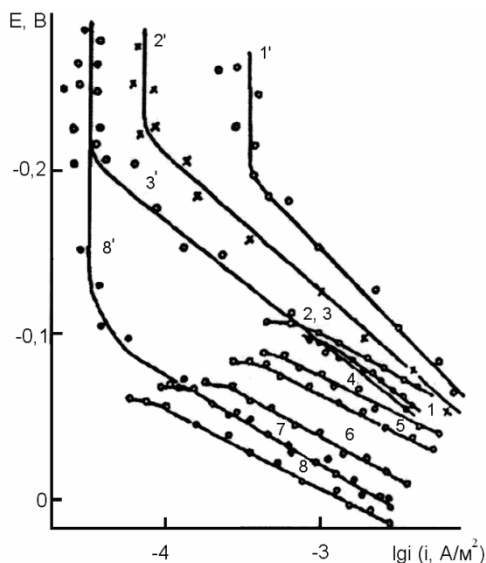


Рисунок 2 – Анодные поляризационные кривые (1 – 8) и скорость растворения стали X18N10T по данным изменения массы (1', 2', 3, 8'). Ингибитор ПКУ-М; $C_{ПКУ-М}$, г/л: 1, 1' – ингибитор отсутствует, 2, 2' – 10^{-2} ; 3, 3' – $5 \cdot 10^{-2}$; 4 – 10^{-1} ; 5 – 1,0; 6 – 4,0; 7 – 7,0; 8, 8' – 10,0. Атмосфера – воздух. Температура – 80°C . Состав раствора: 250 г/л H_2SO_4 + 50 г/л NaCl.

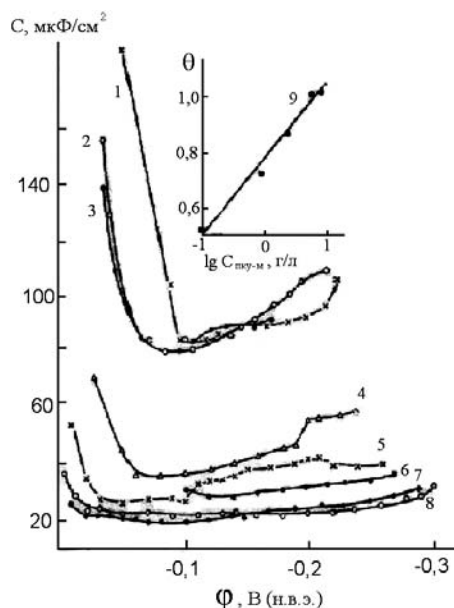
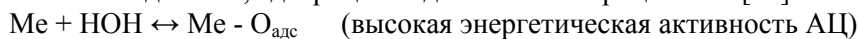


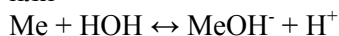
Рисунок 3 – Дифференциальная ёмкость (1 – 8) стали X18N10T в присутствии ПКУ-М и степень заполнения поверхности ингибитором (9). СПКУ-М, г/л: 1 – 0; 2 – 0,005; 3 – 0,01; 4 – 0,1; 5 – 1,0; 6 – 4,0; 7 – 7,0; 8 – 10,0; 9 – при потенциале – 0,2 В. Комнатная температура. Состав раствора и его температура приведены в подписи к рис. 2.

В растворах картина несколько иная (рис. 5). Не вдаваясь в ее детали, хорошо изученные в работах Ю.Н. Михайловского и П.В. Стрекалова, отметим, что вода становится внутрисферным лигандом с образованием поверхностных кластеров (рис. 5). Их толщина до 1 нм, а агрегаты «пленки» представлены кластерами типа $(\text{H}_2\text{O})_n$ с $n \sim 10$ [34].

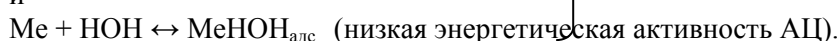
По нашим данным, адсорбция воды связана с процессами [35]:



или



и



(средняя энергоактивность АЦ)

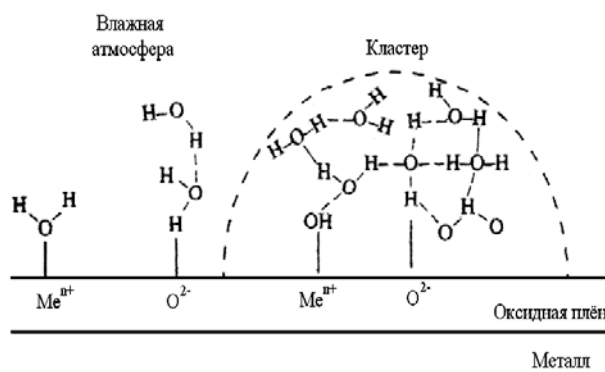
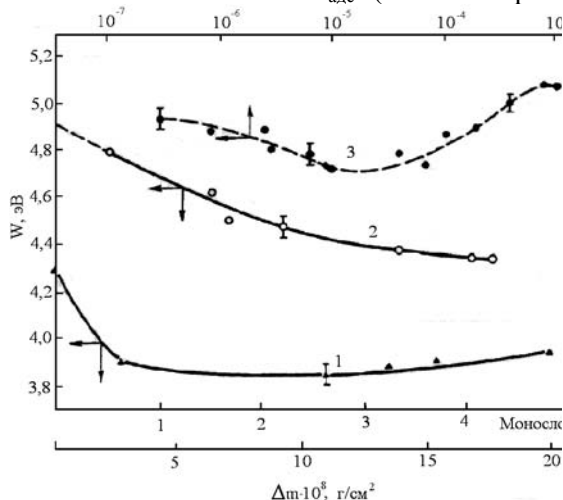


Рис. 4. Изменение работы выхода Рис.5. Адсорбция воды на металле при электрона на цинке (1), никеле (2) и железе (3) в зависимости от количества адсорбированного кислорода (1, 2) и его давления (3) [34]

Перейдем к рассмотрению некоторых термодинамических аспектов материаловедения, но остановимся на них весьма обобщенно, отсылая желающих читателей для ознакомления с деталями к нашим работам, которые легко найти в научной периодической печати.

Первое и второе начало термодинамики. Эффективный размер частиц как термодинамический параметр

В отсутствие процессов, связанных с превращением вещества имеем:

$$\delta Q = dU + \delta A$$

Применительно к работам расширения и превращения вещества имеем

$$\delta Q = dU + pdV + \sum_{i=1}^k \mu_i dn_i,$$

где μ_i – химический потенциал i -го вещества, dn – изменение количества вещества. Остальные обозначения общепринятые.

Примем, что в наноразмерной области дисперсности вещества при прочих равных условиях $\mu = f(r)$. Это связано с изменением энергетического состояния частиц. Взяв за некое стандартное состояние μ_∞ (микроразмеры или материнская фаза, по А.И. Русанову), имеем

$$\mu_i = \mu_{i,\infty} + f_i(r), \quad i = \overline{1 \dots k}$$

где r – новый термодинамический параметр.

С учетом сказанного получаем [26, 36]:

$$\delta Q = dU + pdV + \sum_{i=1}^k [\mu_{i,\infty} + f_i(r)] dn_i$$

Вместо pdV может быть взята любая другая форма работы (например, обусловленная воздействием гравитационного или электрического поля).

Учтя второе начало термодинамики, запишем

$$dU = TdS - pdV + \sum_{i=1}^k \mu_i dn_i.$$

Для микрочастиц получим:

$$(\partial U / \partial n_k)_{S,V,n_{i \neq k}} = \mu_k.$$

Для наночастиц:

$$(\partial U / \partial n_k)_{S,V,n_{i \neq k}} = \mu_{k,\infty} + f'_k(r),$$

т.е. изменение внутренней энергии системы зависит от размера частиц любого из взаимодействующих веществ или всех их одновременно.

Соответственно для изменения свободной энергии Гельмгольца и Гиббса в случае массивного вещества можно записать

$$dF = -pdV - SdT + \sum_{i=1}^k \mu_i dn_i \quad (1)$$

$$(\partial F / \partial V)_{T,n_i} = -p; \quad (\partial F / \partial T)_{V,n_i} = -S$$

и

$$(\partial F / \partial n_i)_{T,V} = \mu_i$$

Для нанодисперсного вещества с учетом уравнения (1) и размерного фактора получаем:

$$(\partial F / \partial n_k)_{T,V,n_{i \neq k}} = \mu_{k,\infty} + f_k(r) \quad (2)$$

В случае свободной энергии Гиббса

$$dG = Vdp - SdT + \sum_{i=1}^k \mu_i dn_i,$$

когда

$$(\partial G / \partial P)_{T,n_i} = V; \quad (\partial G / \partial T)_{P,n_i} = -S$$

$$\text{и} \quad \left(\frac{\partial G}{\partial n_i}\right)_{T,p} = \mu_i,$$

вновь для нанодисперсных частиц с учетом уравнения (1) имеем:

$$\left(\frac{\partial G}{\partial n_k}\right)_{T,p,n_{i \neq k}} = \mu_{k,\infty} + f_k'''(r) \quad (3)$$

Если величина $\sum_{i=1}^k [\mu_{k,\infty} + f_k(r)]$ отрицательна, то при переходе к наноразмерному веществу возможно изменение знака ΔG и протекание реакций, термодинамически запрещенных в случае массивных реагентов.

Все то же изменение касается и уравнения Гиббса - Дюгема, имеющего для массива вид:

$$SdT - Vdp + \sum_{i=1}^k n_i d\mu_i = 0 \quad (4)$$

Для нанодисперсного вещества зависимость (4) преобразуется к виду:

$$SdT - Vdp + \sum_{i=1}^k n_i d[\mu_{i,\infty} + f_i(r)] = 0 \quad (5)$$

Сделаем одно замечание. Оно связано с видом функции $f(r)$. В случае малых эффективных размеров частиц ее нельзя выразить одним членом (не включающим r). Исходя из ряда соображений, в первом приближении, функция $f(r)$ представляет собой одночлен.

Ранее постулировано [37], что поверхностная энергия является функцией дисперсности частиц и наличия дефектов. А связь концентрации вакансий с эффективной величиной r передается зависимостью:

$$C_r = C_\infty \exp[(2\sigma/r)(\Delta V/k_B T)], \quad (6)$$

где C_r и C_∞ – соответствующие средние концентрации вакансий в частицах с параметром r и в массивном образце, σ – поверхностное натяжение, ΔV – изменение объема при замене атома вакансией, k_B – константа Больцмана. Остальные обозначения общепринятые.

Тогда зависимости $f(r)$ можно придать вид:

$$f(r) = \{k_k [C_\infty \exp(2\sigma/r)(\Delta V/k_B T)]\}/r \quad (7)$$

Все члены уравнения (7) определены ранее, кроме k_k . Сделаем это позже.

Пусть $f(r) = k_k C_r / r$. Тогда

$$\mu_r = \mu_\infty + \{k_k [C_\infty \exp(2\sigma/r)(\Delta V/k_B T)]\}/r \quad (8)$$

С учетом (7) получаем

$$dU = TdS - pdV + \sum_{i=1}^k (\mu_\infty + \{k_k [C_\infty \exp(2\sigma/r)(\Delta V/k_B T)]\}/r) dn_i$$

Зависимость (7) целесообразно использовать, если возможен учет величины поверхностного натяжения. В случае точечных кластеров σ заменяется избыточной удельной энергией (W) точечного контакта. Тогда уравнение (7) приобретает вид:

$$f(r) = \{k_k [C_\infty \exp(W/r)(\Delta V/k_B T)]\}/r \quad (9)$$

В (7) и (9) величина k_k - коэффициент корреляции, принимающий значения -1 и +1 в зависимости от характера изменения того или иного термодинамического параметра со структурой объекта и его эффективного размера.

Рассмотрим графический вид зависимости (8). По существу, рассмотрение сводится к выяснению величины вклада переменного слагаемого правой части уравнения (8). Дело в том, что в случае массивных частиц ($r > 100$ нм) $\mu_{r,i} = \mu_{\infty,i}$ и, следовательно, вклад искомого члена уравнения (8) стремится к нулю либо, в общем случае, мал и им можно пренебречь. Однако, в пределах общепринятого наноинтервала нанодисперсного вещества с уменьшением эффективной величины r его вклад, из самых общих соображений, должен возрастать.

Проанализируем графический вид функции (8) в двух возможных вариантах.

1. Пусть $C_\infty = \text{const}$; $\sigma = \text{const}$; $\Delta V = \text{const}$ и $T = \text{const}$. Легко показать, что при сделанных допущениях функция $f(r)$ сводится к виду

$$f(r) \approx \frac{1}{r} e^{a/r} \quad (10)$$

Ее график в общем случае имеет вид, представленный на рис. 6.

На кривой, представляющей вид функции $f(r)$, можно выделить три участка:

а) Участок АБ, на котором основной вклад вносит член $e^{a/r}$ и, следовательно, величина функции $f(r)$ и химический потенциал нанодисперсного вещества экспоненциально изменяется со снижением эффективной величины r . Естественно в этом случае, при прочих равных условиях, величина μ_r повышается, если $k_k = 1$, либо снижается (при $k_k = -1$), а $\mu_{r,i} \neq \mu_{\infty,i}$. Причем достаточно быстро $\mu_{r,i}$ становится существенно больше (меньше) $\mu_{\infty,i}$.

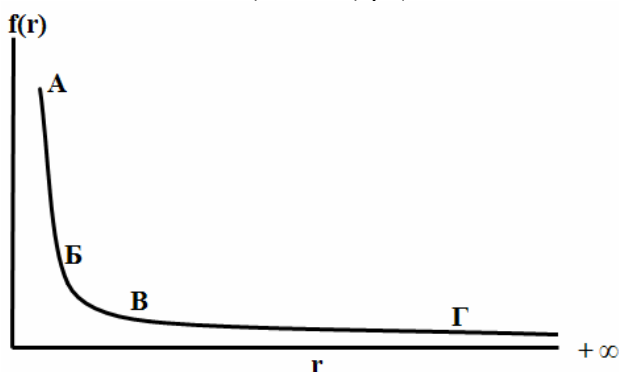


Рисунок 6 – График функции (10)

б) На участке БВ вклады экспоненты и величины $1/r$ (гиперболическая зависимость) соизмеримы, ни одним из них нельзя пренебречь и вновь $\mu_{r,i} > \mu_{\infty,i}$, причем разность $\Delta \mu_i = \mu_{r,i} - \mu_{\infty,i}$ невелика по абсолютной величине.

в) Наконец, на участке ВГ экспонента быстро стремится к 1, превалирует влияние гиперболического множителя, $\mu_{r,i}$ становится близким $\mu_{\infty,i}$ и влиянием нанодисперсности, т. е. возможным наличием энергетического наноразмерного эффекта, можно пренебречь.

2. Однако, из литературных данных следует, что величина поверхностного натяжения зависит от r , снижаясь с уменьшением эффективного параметра частиц. Поэтому рассмотрим второй случай, когда $\sigma = f^2(r)$, а функция $f(r)$ приобретает вид

$$f(r) = C_{\infty} \exp\left[\left(\frac{2\sigma_{\infty} - k_1}{r}\right)(\Delta V / k_B T)\right] / r \quad (11)$$

В этом случае уравнение (11) сводится к виду:

$$f(r) \approx \frac{1}{r} e^{b/r+c/r^2}, \quad (12)$$

График зависимости (12) представлен на рис. 7.

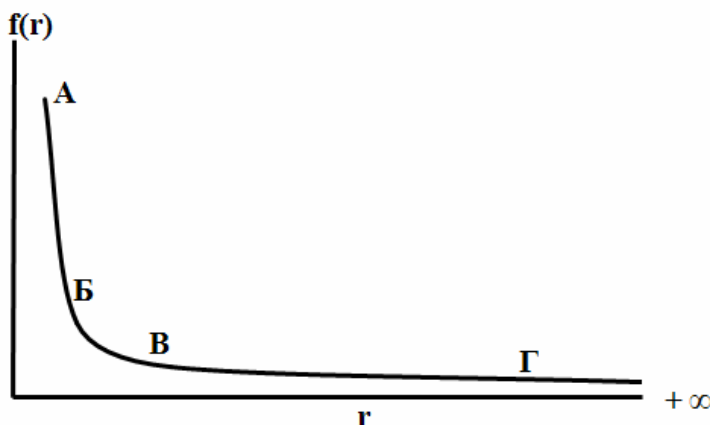


Рисунок 7 – График функции (12)

Участок АБ описывается экспоненциальной зависимостью

$$f(r) = e^{br+c/r^2} \quad (13)$$

А так как вклад члена c/r^2 в показателе степени экспоненты со снижением r возрастает существенно быстрее, чем b/r , то вкладом b/r в области малых r в выражении (13) можно пренебречь, а зависимость упростить до вида:

$$f(r) = e^{c/r^2} \quad (14)$$

Естественно, в этом случае $\mu_{r,i} > \mu_{\infty,i}$ или $\mu_{r,i} < \mu_{\infty,i}$ ($k_k = -1$).

На участке ВГ превалирует влияние множителя $1/r$ (гиперболическая зависимость) и $\mu_{r,i}$ приближается к $\mu_{\infty,i}$ обратно пропорционально r со всеми вытекающими последствиями.

Таким образом, в том и в другом случаях при подобном частном подходе есть некоторая переходная область БВ, в которой при уменьшении r происходит переход от массивного состояния вещества к его нанодисперсному состоянию и в котором возможно при наличии соответствующих внешних возмущений проявление энергетического наноразмерного эффекта, величина которого будет функцией r . Отметим, что в ряде случаев предлагается двухпараметрическое соотношение с константами C_1 и C_2

$$\frac{T_r}{T_\infty} = 1 - \frac{C_1}{r} + \frac{C_2}{(r)^{1/3}}, [38, 39] \quad (15)$$

Однако этот вариант не вносит каких-либо принципиальных изменений. Поэтому он здесь не рассматривается.

Обсудим вопросы оценки теплоемкости наноматериалов и систем с их участием.

В предположении единой частоты трехмерных колебаний атомов в кристаллической решетке А. Эйнштейн получил уравнение для теплоемкости твердого тела при постоянном объеме [40]:

$$C_V = 3R \frac{\left(\frac{\varepsilon}{kT}\right)^2 \exp(\varepsilon/kT)}{\exp(\varepsilon/kT)^{-1}}, \quad (16)$$

где k – константа Больцмана, $\varepsilon = h\nu$ – энергия кванта, испускаемая движущимся электроном, коэффициент 3 соответствует учету трех степеней свободы, h – постоянная Планка. При $T \rightarrow \infty$, $\varepsilon/kT \rightarrow 0$ и $C_V \rightarrow 3R$. При $T = 0$ К $\exp(\varepsilon/kT) \rightarrow \infty$ и $C_V = 0$.

Затем уравнение Эйнштейна модифицировали Нернст, Линдеман и Дебай [40]. Однако, полученные ими зависимости достаточно хорошо передают связь C_V с T в случае многоатомных макрообразований. Для наноструктурированных частиц, а тем более, малоатомных кластеров с N атомов используемые всеми ими допущения [40] требуют дополнений, так как C_V , помимо T , становится функцией r , т.е. в выражении (16) должен появиться член, определяющий зависимость от эффективного размера частиц. А величина r , наряду с T , становится важнейшим термодинамическим параметром. В уравнении Эйнштейна и последующих его модификациях зависимость от r не могла быть учтена, по крайней мере, по двум причинам:

1. Величина N велика, в связи с чем, и использовано распределение Больцмана, но в наноструктурах r выступает в качестве дополнительного параметра, о чем речь во времена работы указанных авторов вообще не шла.

2. В период получения подобных зависимостей вообще не стоял вопрос о нанодисперсном веществе и его особенностях по отношению к массивным образованиям той же природы.

Таким образом, применительно к вопросам наноматериаловедения указанные зависимости следует не уточнять, а получать заново с учетом принципиально иных исходных положений. Ситуация усугубляется тем, что малоатомные кластеры, в принципе, могут иметь различную структуру с большими индивидуальными различиями в энергии образующих их атомов [41] и тогда, особенно с учетом больших флуктуаций малых образований [42], задача многократно усложняется.

Рассмотрим соответствующую зависимость теплоемкости от химического потенциала при постоянном давлении. В этом случае для C_p выполняется известное выражение

$$C_p = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_p.$$

С учетом превращения вещества в системе запишем для условий микросостояния:

$$dH = TdS + Vdp + \sum_{i=1}^n \mu_i dn_i \quad (17).$$

Из тех же соображений, для наноразмерных частиц имеем:

$$dH = TdS + Vdp + \sum_{i=1}^n [\mu_{i,\infty} + f'(r_i)] dn_i \quad (18)$$

и для C_p получаем зависимость

$$C_p = \{ (TdS + Vdp + \sum_{i=1}^n [\mu_{i,\infty} + f'(r_i)] dn_i) / dT. \quad (19)$$

где $f(r)$ можно выразить как

$$f(r) = C_\infty \exp\{[(2\sigma/r)(\Delta V/kT)]\} / r.$$

Нижний индекс « ∞ » характеризует массивное вещество.

В уравнениях (17) и (19) не учтено, что энтропия вещества и системы, в целом, в нанодиапазоне должна быть функцией величины r . Иначе говоря, принято, что в рассматриваемом варианте

$$S(r) = S_\infty + f''(r), \quad (20)$$

но вклад второго члена правой части уравнения (20) невелик, и им можно пренебречь. В противном случае зависимости (18) и (19) существенно усложнятся.

Метод эмпирических полиномов

Обсудим возможный практический подход для оценки истинной теплоемкости. В случае массивных образований, по [37], имеем:

$$C_p = \frac{1}{n} \left(\frac{\partial Q_p}{\partial T} \right)_p, \quad (21)$$

где n – число моль вещества, не равное 1, т. е. имеет место кратное N_A (константа Авогадро) число атомов (частиц).

Зависимость для средней теплоемкости $\overline{C_p}$ в интервале температур от T_1 до T_2 ($T_2 > T_1$) имеет вид ($n = 1$):

$$\overline{C_p} = \frac{Q_p}{T_2 - T_1}. \quad (22)$$

Связь C_p с T на практике передается степенными рядами, один из вариантов их имеет вид:

$$C_p = a + \epsilon T + cT^2 \quad (23)$$

Подставив уравнение (23) в (21), имеем:

$$\left(\frac{\partial Q_p}{\partial T} \right)_p = a + \epsilon T + cT^2$$

и далее после ряда несложных преобразований приходим к уравнению:

$$Q_p = a(T_2 - T_1) + \epsilon/2(T_2^2 - T_1^2) + c/3(T_2^3 - T_1^3). \quad (24)$$

Деление зависимости (24) на $(T_2 - T_1)$ приводит к выражению [40]:

$$\overline{C_p} = a + \epsilon/2(T_2 + T_1) + c/3(T_2^2 + T_1T_2 + T_1^2).$$

Для перехода от средней теплоемкости к истинной учтем зависимость:

$$\overline{C_p} = a' + \epsilon'T + c'T^2. \quad (25)$$

Подставив (25) в (22), имеем:

$$\frac{Q_p}{T_2 - T_1} = a' + \epsilon' T + c' T^2. \quad (26)$$

Умножение левой и правой частей уравнения (26) на $(T - T_0)$ приводит к зависимости:

$$\overline{C_p} (T - T_0) = a'(T - T_0) + \epsilon' T(T - T_0) + c' T^2(T - T_0).$$

Упростив ее:

$$C_p = a'T + \epsilon'T^2 + c'T^3 - \epsilon'TT_0 - c'T^2T_0 - a'T_0.$$

Величины констант полиномов для многих веществ в конденсированном состоянии легко найти в справочниках, но a' , ϵ' и c' соответствуют конденсированному веществу с эффективным параметром частиц $r \geq 100$ нм. В нанодиапазоне все эти константы становятся зависимыми не только от природы вещества, но и от эффективной величины r .

Упростим выражение (23) до вида:

$$C_p = a + \epsilon T.$$

Кроме того, постулируем, что в простейшем случае для $a = f(r)$ и $\epsilon = f(r)$ реализуются зависимости

$$a_r = a_\infty(1 + K_1/r) \quad (27a)$$

и

$$\epsilon_r = \epsilon_\infty(1 + K_2/r), \quad (27b)$$

где нижний индекс « ∞ » характеризует массивные частицы ($r \geq 100$ нм).

В первом приближении допустим, что $K_1 = K_2 = K$.

Естественно, то же самое справедливо и для функций $a' = f(r)$ и $\epsilon' = f(r)$, т.е.

$$a'_r = a'_\infty(1 + K/r)$$

и

$$\epsilon'_r = \epsilon'_\infty(1 + K/r).$$

Тогда имеем:

$$C_p = a'_\infty(1 + K/r) + 2\epsilon'_\infty(1 + K/r)$$

или

$$C_p = (1 + K/r)(a'_\infty + 2\epsilon'_\infty).$$

Примем, что

$$r = K_1 r_\infty.$$

Тогда можно записать

$$C_p = (1 + K/K_1 r_\infty)(a'_\infty + 2\epsilon'_\infty). \quad (28)$$

Если верхний предел наночастиц условно принять за 1, то уравнение (28) трансформируется в (29)

$$C_p = (1 + K/K_1)(a'_\infty + 2\epsilon'_\infty), \quad (29)$$

где $K_1 = r/r_\infty$ или $r/100$, если $[r]$ в нм.

Чтобы получить в расчетах C_p точность, соответствующую уравнению (23), с относительной ошибкой $\sim 2\%$, следует член $1 + K_i/r$ в уравнениях (27a) и (27b) заменить на множитель $1 + K_1/r + K_2/r^n$ [36], тогда вместо уравнения (29) получим (30):

$$C_p = (1 + K/K_1 + K'/K_2^n)(a'_\infty + 2\epsilon'_\infty). \quad (30)$$

В [39] величина n принята равной 1/3. Коэффициенты K_1 и K_2 выполняют функции корреляционных постоянных, принимая различные знаки в зависимости от характера изменения C_p с переходом от массивного вещества к наноструктурированному (увеличение или уменьшение).

С учетом $a'_\infty = \text{const}$ и $\epsilon'_\infty = \text{const}$ график функции $C_p/C_\infty = f(r)$ имеет вид, приведенный на рис. 8.

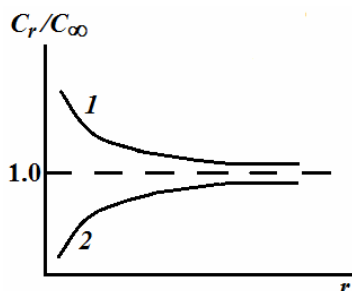


Рисунок 8 – Зависимость C_r/C_∞ от r : 1 – $K > 0$; 2 – $K < 0$. Пунктир – асимптота

Очевидно, что для монодисперсной системы эффективная величина r в заданный момент времени τ равна:

$$r(\tau) = \frac{K}{\frac{C_r(\tau)}{C_\infty} - 1}. \quad (31)$$

В случае полидисперсной системы имеем:

$$\frac{C_r(\tau)}{C_\infty} = 1 + \frac{KN}{\sum_{i=1}^N r_i(\tau)}, \quad (32a)$$

где N – число частиц или кластеров.

Если упростить задачу, учитывая фракционный состав нанодисперсных частиц, то уравнение (32a) принимает вид (32б):

$$\frac{C_r(\tau)}{C_\infty} = 1 + \frac{K}{\sum_{i=1}^m r_i(\tau)}, \quad (32б)$$

где m – номер фракции, для которой отношение $C_r(\tau)/C_\infty$ принимается постоянным, независимым от величины r .

Вместе с тем, значение отношения C_r/C_∞ меняется во времени. Пусть подобная зависимость также имеет гиперболический характер. Тогда

$$\frac{C_r}{C_\infty} = 1 + \frac{\rho}{\tau}. \quad (33)$$

Следовательно,

$$1 + \frac{\rho}{\tau} = 1 + \frac{K''}{r(\tau)}$$

$$\frac{\rho}{\tau} = \frac{K''}{r(\tau)}$$

и

$$r(\tau) = \frac{K\tau}{\rho}.$$

Для случая, учитывающего следующий член многочлена (33) имеем:

$$\frac{C_r}{C_\infty} = 1 + \frac{K''\tau}{\rho_0 + \rho_1/\tau + \rho_2/\tau^n}. \quad (34)$$

В заключение найдем связь поверхностного натяжения вещества с его химическим потенциалом. С этой целью рассмотрим двухфазную систему с объемами фаз V_1 и V_2 и давлениями p_1 и p_2 , разделенными поверхностью раздела.

В подобном случае

$$dF = -SdT - p_1dV_1 - p_2dV_2 + \sigma dS.$$

При $T = \text{const}$, $V_1 = \text{const}$ и $V_2 = \text{const}$.

$$\left(\frac{\partial F}{\partial S}\right)_{T, V_1, V_2} = \sigma.$$

Величина dF , в свою очередь, с учетом развиваемого подхода, связана с химическим потенциалом зависимостью:

$$dF = -pdV - SdT + \sum_{i=1}^n [\mu_{i,\infty} + f'''(r)]dn_i. \quad (35)$$

Тогда имеем:

$$\sigma = \frac{-p_1dV_1 - p_2dV_2 - SdT + \sum_{i=1}^n [\mu_{i,\infty} + f'''(r)]dn_i}{dS}$$

и при $V_i = \text{const}$ и $T = \text{const}$

$$\sigma = \sum_{i=1}^n [\mu_{i,\infty} + f'''(r)] \frac{dn_i}{dS}.$$

Последнюю зависимость можно модифицировать с учетом выражения (8). Причем зависимость (8) целесообразно использовать, как уже отмечалось, если возможен учет величины поверхностного натяжения. В случае точечных кластеров σ заменяется избыточной удельной энергией (W) точечного контакта, что также указано выше. Тогда уравнение (8) приобретает вид (9).

При создании и использовании нанотехнологий, а также при применении наноструктурированных материалов с учетом, конечно, их энергетически наноразмерных эффектов, возникают и иные проблемы. В одних случаях они носят общий характер, в других – обуславливаются частной природой вещества. Такой общей проблемой наноматериаловедения является возрастающая роль флуктуаций, ведущих к неопределенности в направлении процессов. Система, испытывающая флуктуацию, может самопроизвольно переходить из более вероятного в одно или несколько менее вероятных состояния. Таким образом, ход процесса обратен тому, при котором $\Delta S > 0$ [42].

Роль флуктуаций в процессах с участием наноструктурированных материалов

В системах с большим числом частиц вероятность заметных флуктуаций исчезающе мала. Совершенно иная картина имеет место в случае наноматериалов с r в диапазоне $1 \leq r \leq 100$ нм, когда максимальное число атомов (из расчета $r \approx 1.0\text{--}15$ нм) составляет не более 10^4 , а в случае малоатомных кластеров снижается до 30 единиц и менее. Согласно [42], флуктуации наблюдаются в двух случаях:

1. При достаточно малых размерах системы, когда они реализуются часто и значительны по масштабам.

2. Размеры системы относительно велики, но фиксируются сравнительно малоэффективные флуктуации, т. е. мало отклонение системы от равновесного состояния. В частности, в случае броуновского движения флуктуации происходят столь часто, что не обнаруживается никакого систематического хода во времени.

Это же касается и флуктуаций термодинамических величин. Так, если некоторая система (часть) погружена в термостат (целое), то вероятность того, что ее объем V_0 находится в интервале между V_0 и $V_0 \pm dV$, передается зависимостью [42]:

$$d\omega = \text{const} \cdot e^{\left(\frac{\partial p}{\partial V}\right)_T \frac{\Delta V^2}{2kT}} dV,$$

где k – константа Больцмана или $d\omega = \frac{I}{\sqrt{2\pi(\overline{\Delta V})^2}} e^{-(V-V_0)^2/2(\overline{\Delta V})^2} dV$ [42].

Некоторые частные проблемы наноуглеродных материалов

Частный характер усложнений наблюдается в случае углеродных материалов независимо от их природы (активированные угли, сажа, наноуглеродные материалы (нанотрубки, нановолокна, наноусы и все остальное)). Для этих объектов картина носит следующий единый характер. Суть ее в том, что на поверхности углеродных формирований, а целый ряд экспериментальных данных показывает, что и в их объеме, образуются оксидные образования, включающие гетероатомы О, Н и, возможно, других элементов. Они имеют строение, характерное для функциональных групп различных классов химических соединений. Вид некоторых из них представлен на рисунке 9. Данные рисунка 10 указывают на существенные различия по сечению твердой фазы (углеродный волокнистый материал НТ-1), т.е. гетероатомы и включающие их образования располагаются и в объеме твердой углеродной фазы.

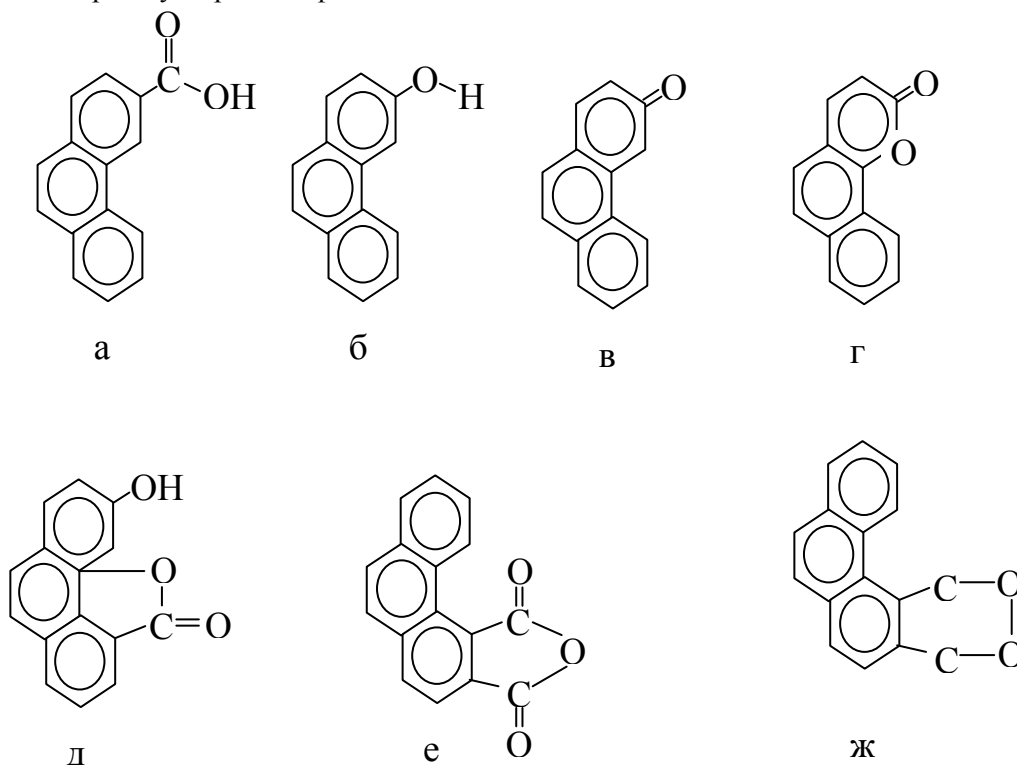


Рисунок 9 – Некоторые кислородсодержащие поверхностные группы: а – карбоксильная, б – фенольная, в – карбонильная хинонного типа, г – лактонная, д – лактонная флуоресцентного типа, е – кислая (ангидридная) карбоксильная, ж – циклическая пероксидная [43, 44].

Подобные формирования ведут, в зависимости от условий использования углеродных материалов, как к негативным, так и к позитивным эффектам. Так, в случае электролитического выделения водорода с использованием подобных электродных материалов в качестве катодов, тафелевский участок разряда доноров протонов достигается лишь после удаления (восстановления) поверхностных оксидных группировок (рис. 11, участок АБ). После снятия катодной поляризации они вновь появляются на поверхности (для восстановления участка АБ необходим новый цикл поляризации (рис. 11, второй цикл)).

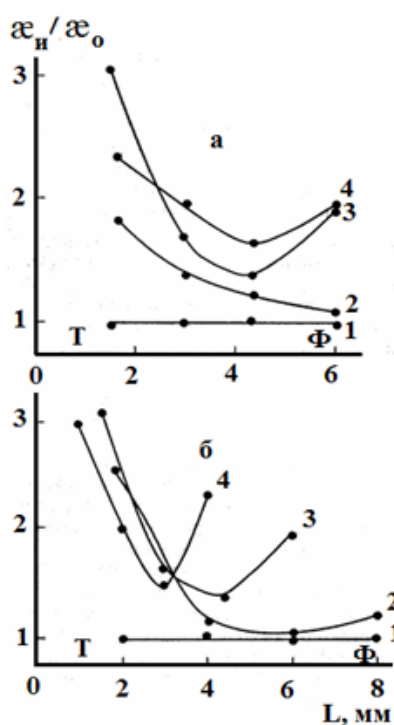


Рисунок 10 – Зависимость величины α_n/α_o от L в 0,25 М растворе H_2SO_4 при плотности тока катодной поляризации, A/m^2 : 1 – 0, 2 – 250, 3 – 1000, 4 – 2000 и времени поляризации, мин: 2, 3 – 15, 4 – 5 (а), а также при поляризации катодов толщиной, мм: 1, 2 – 8, 3 – 6, 4 – 4 в течение 5 мин током, A/m^2 : 1 – 0, 2–4 – 2500 (б) [45]

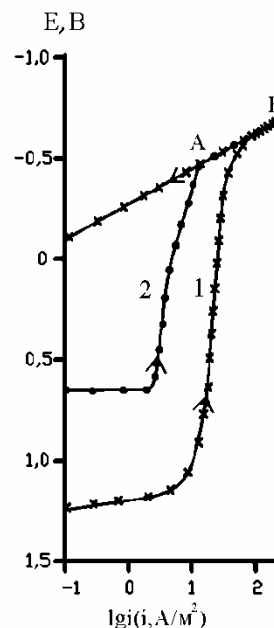


Рисунок 11 – Катодные поляризационные кривые прессованного микрографита в водном растворе с составом электролита 0,99 М HCl + 0,01 М NaCl. 1 – первый цикл поляризации; 2 – второй цикл поляризации. Стрелкой показано направление поляризации

Напротив, для упрочнения цементного камня при введении многостенных углеродных нанотрубок наличие на их поверхности оксидных образований играет положительную роль (рис. 12).

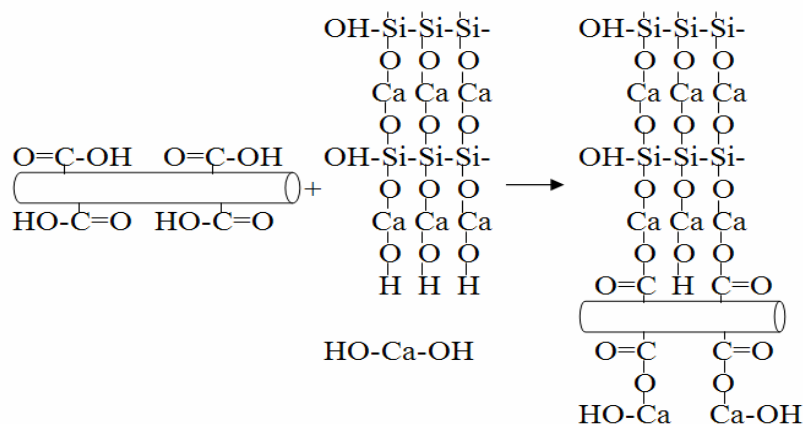


Рисунок 12 – Схема химизма взаимодействия функционализированных углеродных нанотрубок с цементным камнем [46]

В этом случае гидроксигруппы $Ca(OH)_2$ взаимодействуют с поверхностными карбоксильными группировками, приводя к «арматурному» эффекту.

При исследовании электродных процессов с последующим формированием наноразмерных порошков ряда металлов установлено, что на размер частиц и на их свойства оказывают существенное влияние плотность тока, состав электролита и форма тока (переменный, импульсный и т.д.). [47-49].

Таким образом, на основании результатов многолетних исследований авторами разработаны основы нанотермодинамики с учетом эффективного размера частиц (r) наноструктурированных материалов, как самостоятельного термодинамического параметра системы. На основе первого и второго начал термодинамики получены данные, характеризующие влияние r на внутреннюю энергию, энтропию, термодинамические потенциалы, теплоемкость. Показано, что на протекание химических реакций с участием наноструктурированных реагентов оказывают влияние и другие факторы; например, флуктуация, структура поверхности. Показано, что в случае электрохимического формирования металлических порошков с наноразмерными частицами на их свойства оказывают влияние плотность тока, состав электролита и форма тока.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бутягин П.Ю. Проблемы и перспективы развития механохимии // Успехи химии. 1994. Т. 63. № 12. С. 1031 – 1043.
- 2 Елецкий А.В. Механические свойства углеродных нанотрубок и материалов на их основе // Успехи химии. 2001. Т. 70. № 2. С. 330 – 344.
- 3 Петрий О.А., Цирлина Г.А. Размерные эффекты в электрохимии // Успехи химии. 2001. Т. 70. № 4. С. 330 – 344.
- 4 Тарасов Б.П., Гольдшлегер Н.Ф., Моравский А.П. Водородсодержащие углеродные наноструктуры: синтез и свойства. // Успехи химии. 2001. Т. 70. № 2. С. 150 – 166.
- 5 Сергеев Г.Б. Нанохимия металлов. // Успехи химии. 2001. Т. 70. № 10. С. 915 – 933.
- 6 Ивановский А.Л. Неуглеродные нанотрубки: синтез и моделирование. // Успехи химии. 2002. Т. 71. № 3. С. 204 – 224.
- 7 Третьяков Ю.Д. Процессы самоорганизации в химии материалов // Успехи химии. 2003. Т. 72. № 8. С. 731 – 763.
- 8 Роддугин В.И. Самоорганизация наночастиц на межфазных поверхностях. // Успехи химии. 2004. Т. 73. № 2. С. 123 – 156.
- 9 Ремпель А.А. Нанотехнологии, свойства и применение наноструктурированных материалов. // Успехи химии. 2007. Т. 76. № 5. С. 474 – 500.
- 10 Вигдорович В.И., Мищенко С.В., Ткачев А.Г. Наноструктурированные материалы и технологии. Современное состояние, проблемы и перспективы. // Вестник ТГТУ. Препринт № 22. Рубрика 02. 2007. Т. 13. № 4. С. 1 – 40.
- 11 Сумм Б.Д., Иванова Н.И. Коллоидно-химические аспекты нанохимии – от Фарадея до Пригожина // Вестник Московского университета. Сер. 2. Химия. 2001. Т. 42. № 5. С. 300 – 305.
- 12 Андриевский Р.А., Хачоян А.В. Роль размерных эффектов и поверхностей раздела в физико-химических свойствах консолидированных наноматериалов. // Российский химический журнал. 2009. Т. 53. № 2. С. 4 – 14.
- 13 Третьяков Ю.Д., Гудолин Е.А. Основные направления фундаментальных и ориентированных исследований в области наноматериалов. // Успехи химии. 2009. Т. 78. № 9. С. 867 – 887.
- 14 Вигдорович В.И., Мищенко С.В., Шель Н.В. Пути прогнозирования наличия наноразмерных эффектов наноматериалов // Вестник ТГТУ. 2009. Т. 15. № 3. С. 561 – 571.
- 15 Урьев Н.Б. Физико-химическая динамика структурированных нанодисперсных систем и нанодисперсных композиционных материалов // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2010. Т. 46. № 1. С. 3 – 23.
- 16 Харрис П. Мир материалов и технологии. М.: Техносфера. 2003. 335 с.
- 17 Раков Э.Г. Нанотрубки и фуллерены. М.: Университетская книга. 2006. 376 с.
- 18 Дьячков П.Н. Углеродные нанотрубки. Строение, свойства, применение. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2006. 293 с.
- 19 Ткачев А.Г., Золотухин И.В. Аппаратура и методы синтеза твердотельных наноструктур. М.: Машиностроение. 2007. 316 с.
- 20 Сергеев Г.Б. Нанохимия. М.: Изд-во МГУ. 2007. 336 с.
- 21 Мищенко С.В., Ткачев А.Г. Углеродные наноматериалы. Производство, свойство, применение. М.: Машиностроение. 2008. 320 с.
- 22 Суздальев И.П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ». 2009. 592 с.
- 23 Еремин В.В., Плутенко А.Д. Нанотехнологическое образование: проблемы и перспективы. // Современные тенденции развития химического образования: фундаментальность и качество (под ред. В.В. Лунина). М.: 2009. С. 141 – 153.
- 24 Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Наноматериаловедение: разочарование, теоретический анализ и проблемы. Реальные перспективы нанотехнологий. // Вестник Тамбовского университета. Серия естественные и технические науки. 2012. Т. 18. Вып. 4. С. 1152-1158.
- 25 Киселева С.П. Экологическая безопасность инновационного развития. Тамбов. Изд-во Першина Р.В. 2013. 312 с.
- 26 Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. К термодинамике наноструктурированных материалов. // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2012. Т. 48. № 5. С. 415-421.

- 27 Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Физикохимия наноструктурированных материалов. Тамбов. Изд-во Першина Р.В. 2012. 234 с.
- 28 Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Роль и структура наноразмерных эффектов при состоянии равновесия и вдали от него. // Конденсированные среды и межфазные границы. 2008. Т. 10. № 3. С. 213-216.
- 29 Вигдорович В.И. Некоторые вопросы создания химических нанотехнологий. // Наукоемкие технологии. 2012. Т. 13. № 6. С. 3-7.
- 30 Ткачев А.Г., Вилищук Э.А., Меметов Н.Р. Новая конструкция реактора синтеза многослойных углеродных нанотрубок. // Вопросы современной науки и практики (Университет им. В.И. Вернадского). Специальный выпуск. 2012. Вып. 43. С. 62-65.
- 31 Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Осетров А.Ю. Наносостояния вещества как основа реакционной способности наноматериалов. // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2011. Т. 47. № 3. С. 256 - 263.
- 32 Долгих О.В., Сапронова Л.В., Соцкая Н.В., Вигдорович В.И. Скорость реакции выделения водорода на Ni-P-сплавах, модифицированных углеродными частицами различной природы. // Конденсированные среды и межфазные границы. 2011. Т. 13. № 1. С. 49 - 55.
- 33 Бураков А.Е., Романцова И.В., Буракова Е.А., Ткачев А.Г., Туголуков Е.Н. Повышение качественных характеристик адсорбентов при формировании поверхностной структуры углеродных нанотрубок каталитическим пиролизом углеводородов. // Сорбционные и хроматографические процессы. 2013. Т. 13. Вып. 3. С. 334 – 342.
- 34 Стрелалов П.В. Атмосферная коррозия металлов под полимолекулярными адсорбционными слоями влаги. // Защита металлов. 1998. Т. 34. № 8. С. 565 – 584.
- 35 Вигдорович В.И., Стрельникова К.О. Подавление наноразмерных эффектов наноматериалов адсорбатами из газовой и жидкой фаз // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2012. Т. 48. № 5. С. 415 - 421.
- 36 Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Вопросы термодинамики нанодисперсных систем. // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2012. Т. 17. № №. С. 890 - 894.
- 37 Лидоренко Н.С., Чижик С.П., Гладких Н.П., Григорьев Л.К., Куклин Р.Н. О роли размерного фактора в сдвиге химического равновесия. // Докл АН. СССР. 1981. Т. 257. № 5. С. 1114 – 1116.
- 38 Громов Д.Г., Гаврилов С.А., Редичев Е.Н. Влияние толщины пленки меди в слоистых структурах Cu/W-Ta-N, Cu/C и C/Cu/C на изменение процессов плавления – гиспергирования. //Журнал физической химии. 2005. Т. 79. № 9. С.1578 - 1585.
- 39 Апостолова Е.С., Тихонова А.П. Максимальная величина размерного эффекта и его проявление в термодинамических свойствах наносостояния вещества. // Журнал физической химии. 2011. Т. 85. № 10. С. 1896-1901.
- 40 Колесников И.М. Термодинамика физико-химических процессов. М.: Изд-во Академии нефти и газа им. И.М. Губкина. 1994. 288 с.
- 41 Дункен Х., Лыгин В. Квантовая химия адсорбции на поверхности твердых тел. М.: Мир. 1980. 288 с.
- 42 Левич В.Г. Курс теоретической физики. М.: Наука. 1969. Т. 1. 910 с.
- 43 Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Шель Н.В., Осетров А.Ю., Зверева А.А. Углеродные материалы и композиты на их основе. // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2013. Т. 18. Вып. 4. С. 1220 - 1229.
- 44 Тарасевич М.Р. Электрохимия углеродных материалов. М.: Наука. 1984. 153 с.
- 45 Варенцов В.К., Варенцова В.И. Модификация электродных свойств углеродных волокнистых материалов электролизом водных растворов. // Электрохимия. 2001. Т. 37. № 7. С. 811 - 820.
- 46 Gehg J.J., Pei M.W., Xiaohua Z. Mechanical behavior and microstructure of cement composites incorporating sulfacetreated multiwalled carbon nanotubes// Carbon. 2005. V. 43. Pp. 1239 - 1245.
- 47 Баешов А.Б., Мырзабеков Б.Э., Иванов Н.С., Баешова А.К. Восстановление ионов платины (IV) в серноокислом растворе с образованием ультрадисперсных порошков при поляризации импульсным током // Вестник КазНУ, серия химическая. – № 1 (61) – 2011.С.450-455.
- 48 Баешов А.Б. Даулетбаев А.С. Баешова А.К.Электрохимический способ получения медного порошка Инновационный патент РК № 22669 от 24.06.09. Б.И. №7, 2010
- 49 Myrzabekov B.E., Bayeshov A.B., Ivanov N.S., Bayeshova A.K. and Zhurinov M.Zh. Platinum powder formation at polarization induced by impulse alternating current in the presense of quadrivalent titanium ions // Int.Chem.Sci. 11(2), 2013,825-832.

REFERENCES

- 1 Butyagin P.YU. Problemy i perspektivy razvitiya mehanohimii // Uspehi himii. 1994. Т. 63. № 12. S/ 1031 – 1043.
- 2 Elezkii A.B. Mehanicheskie svoystva uglerodnyh nanotrubok I materialov na ih osnove// Uspehi himii. 2001. Т. 70. № 2. S. 330 – 344.
- 3 Petrii O.A., Zirlina G.A Razmernyye effect v electrohimii// Uspehi himii. 2001. Т. 70. № 4. S. 330 – 344.
- 4 Tarasov B.P., Golidshleger N.F., Moravskii A.P. Vodородsoderzhashie uglerodnye nanostrukturny: sintez I svoystva.// Uspehi himii. 2001. Т. 70. № 2. S. 150 – 166.
- 5 Sergeev G.B. Nanohimiya metallov.// Uspehi himii. 2001.Т.70.№ 10. S.915-933.
- 6 Ivanobskii A.L. Neulerodnye nanotrubki: sintez I modelirovanie.// Uspehi himii. 2002.Т.71.№ 3. S.204-224.
- 7 Tretiyakov YU.D. Processy samoorganizatsii v himii materialov. Uspehi himii. 2003.Т.72.№ 8. S.731-763.
- 8 Roldugin V.I. Samoorganizatsiya nanochastiz na mezhfaznyh poverhnostyah.// Uspehi himii. 2004.Т. 73. № 2. S.123– 156.
- 9 Rempeli A.A. Nanotehnologii svoystva I primeneniye nanostrukturirovannyh materialov.// Uspehi himii. 2007.Т.76. №5. S.474 – 500.

- 10 Vigdorovich V.I., Mischenko S.V., Tkachev A.G. Nanostrukturirovannye materialy I tehnologii. Sovremennoe sostoyinie, problem I perspektivy. // Vestnik TGTU. Preprint № 22. Rubrika 02.2007. T. 13. № 4. S.1 – 40.
- 11 Summ B.D., Ivanova N.I. Kolloidno-himicheskie aspekty nanohimii – ot Faradeya do Prigozhina // Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser.2.2 Himii.2001.T.42. №5. S.300 – 305.
- 12 Andrievskiy R.A., Hachoyan A.V. Roli pazmernih effektov I poverhnostei razdela v fiziko – himicheskikh svoistvah konsolidirovannykh nanomaterialov. // Rossiiskii himicheskii jurnal. 2009.T. 53.№2. S. 4 – 14.
- 13 Tretiyakov YU.D., Gudolin E.A. Osnovnye napravleniya fundamentalnykh I orientirovannykh issledovaniy v oblasti nanomaterialov. // Uspehi himii.2009.T. 53.№2. S. 4 – 14.
- 14 Vigdorovich V.I., Mischenko S.V., SHeli N.V. Puti prognozirovaniya nalichiya nanorazmernih effektov nanomaterialov. // Vestnik TGTU. 2009. T. 15.№ 3. S.561-571.
- 15 Urev N.B. Fiziko-himicheskaya dinamika strukturirovannykh nanodispersnykh system i nanodispersnykh kompozitsionnykh materialov. // Fizikohimiya poverhnosti I zashchita materialov. 2010.T.46. №1. S. 3 – 23.
- 16 Harris P. Mir materialov i tehnologii. M.: Tehnosfera. 2003. 335s.
- 17 Rakov E.G. Nanotrubki I fullereny. M.: Universitetskaya kniga. 2006. 376 s.
- 18 Diyachkov P.N. Uglerodnye nanotrubki. Stroenie, svoistva, primenenie. M.: BINOM. Laboratoriya znaniy.2006.293 s.
- 19 Tkachev A.G., Zolotuhin I.V. Apparatura I metody sinteza tverdotelnykh nanostruktur. M.: Mashinostroenie. 2007. 316 s.
- 20 Sergeev G.B. Nanohimiya. M.: Izd-vo MGU.2007.336 s.
- 21 Mischenko S.V., Tkachev A.G. Uglerodnye nanomaterialy. Proizvodstvo, svoistvo, primenenie. M.: Mashinostroenie. 2008. 320 s.
- 22 Suzdalev I.P. Nanotehnologiya. Fiziko-himiya nanoklasterov, nanostruktur i nanomaterialov. M.: Knizhnyi dom « LIBROKOM».2009.592 s.
- 23 Eremin V.V., Plutenko A.D. Nanotehnologicheskoe obrazovanie: problem I perspektivy. // Sovremennye tendentsii razbitiya himicheskogo obrazovaniya: fundamentalnost I kachestvo (pod red. V.V. Lunina).M.:2009. S. 141 – 153.
- 24 Vigdorovich V.I., Tsygankova L.E. Nanomaterialovedenie: razocharovanie, teoreticheskii analiz I problem. Realnye perspektivy nanotehnologii. // Vestnik Tambovskogo universiteta. Seria estestvennyye I tehnicheckie nauki. 2012.T. 18. Vyp. 4. S. 1152 – 1158.
- 25 Kiseleva S.P. Ekologicheskaya bezopasnost innovacionnogo razvitiya. Tambov. Izd-vo Pershina R.V. 2013. 312 s.
- 26 Vigdorovich V.I., Tsygankova L.E. K termodinamike nanostrukturirovannykh materialov. // Fizikohimiya poverhnosti I zashchita materialov. 2012. T.48.№5. S. 415 -421.
- 27 Vigdorovich V.I., Tsygankova L.E. Fizikohimiya nanostrukturirovannykh materialov. Tambov. Izd-vo Pershina P.V.2012. 234 s.
- 28 Vigdorovich V.I., Tsygankova L.E. Rol i struktura nanorazmernih effektov pri sostoyanii ravnovesiya I vdali ot nego. // Kondensirovannyye sredy I mejfaznye granicy. 2008. T. 10. №3. S. 213 – 216.
- 29 Vigdorovich V.I. Nekotorye voprosy sozdaniya himicheskikh nanotehnologii // Naukoemkie tehnologii. 2012. T.13. № 6. S.3-7.
- 30 Tkachev A.G., Vilischuk E.A., Memetov N.R. Novaya konstrukciya reaktora sinteza mnogoslloinykh uglerodnykh nanotrubok. // Voprosy sovremennoy nauki I praktiki (Universitet im. V.I.Vernadskogo). Specialnyi bipusk. 2012. Byp. 43.S. 62-65.
- 31 Vigdorovich V.I., Tsygankova L.E., Osetrov A.YU. Nanosostoyaniya veshstva kak osnova reakcionnoi sposobnosti nanomaterialov. // Fizikohimiya poverhnosti I zashchita materialov. 2011. T. 47. №3. S. 256 – 263.
- 32 Dolgih O.V., Sapronova L.B., Sockaya N.V., Vigdorovich V.I. Skorost reakcii bydeleniya vodoroda na Ni-P-splavah, modifitsirovannykh uglerodnymi chasticami razlichnoy prirody. // Kondensirovannyye sredy I majfaznye granicy. 2011. T. 13. № 1. S. 49 – 55.
- 33 Burakov A.E., Romancova I.V., Burakova E.A., Tkachev A.G., Tugolukov E.N. Povyshenie kachestvennykh harakteristik adsorbentov pri formirovaniy poverhnostnoy struktury uglerodnykh nanotrubok katalicheskim pirolizom uglevodorodov. // Sorbtsionnye I hromatograficheskie process. 2013. T. Byp. 3.3S. 334 – 342.
- 34 Strekalov P.V. Atmosfernaya korrozia matallov pod polimolekulyarnymi adsorbtsionnymi sloyami blagi. // Zashchita metallov. 1998. T. 34. № 8. S. 565 – 584.
- 35 Vigdorovich V.I., Strelnikova K.O. Podavlenie nanorazmernih effektov nanomaterialov adsorbatami iz gazovoi I jidkoi faz // Fizikohimiya poverhnosti I zashchita materialov. 2012. T. 48. № 5. S. 415 – 421.
- 36 Vigdorovich V.I., Tsygankova L.E. Voprosy termodinamiki nanodispersnykh system. // Vestnik Tambovskogo universiteta. Seria: Estestvennyye I tehnicheckie nauki. 2012. T. 17. № S. 890 – 894.
- 37 Lidorenko N.S., Chizhik S.P., Gladkih N.P., Grigoriev L.K., Kuklin R.N. O roli razmernogo faktora v cdvige himicheskogo ravnovesiya. // Dokl A.N. SSSR. 1981. T. 257. № 5. S. 1114 -1116.
- 38 Gromov D.G., Gavrilo S.A., Redichev E.N. Vliyanie tolshiny plenki medi v sloistykh strukturah Cu/W-Ta-N, Cu/C i C/Cu/C na izmenenie processov plavljeniya – gispergirovaniya. // Zhurnal fizicheskoi himii. 2005. T. 79. № 9. S. 1578 – 1585.
- 39 Apostolova E.S., Tihonova A.P. Maksimalnaya velichina razmernogo effekta i ego proyavlenie v termodimicheskikh svoistvah nanosostoyaniya veshstva. // Zhurnal fizicheskoy himii. 2011. T. 85. №10. S. 1896 – 1901.
- 40 Kolesnikov I.M. Termodinamika fiziko – himicheskikh processov. M.: Izd-vo Akademii nefi I gaza im. I.M. Gubkina. 1994. 288 s.
- 41 Dunken H., Lygin V. Kvantovaya himiya adsorbtsii na poverhnosti tverdykh tel. M.: Mir. 1980.288 s.
- 42 Lebich V.G. Kurs teoreticheskoy fiziki. M.: Nauka. 1969. T. 1.910 s.
- 43 Vigdorovich V.I., Tsygankova L.E., Shel N.V., Osetrov A.YU., Zvereva A.A. Uglerodnye materialy I kompozity na ih osnove. // Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennyye I tehnicheckie nauki. 2013. T. 18. Byp. 4. S. 1220 – 1229.
- 44 Tarasevich M.P. Elektrohimiya uglerodnykh materialov. M.: Nauka. 1984.153 s.
- 45 Varenzov V.K. Varenzova V.I. Modifikaciya elektrodnykh svoistv uglerodnykh voloknystyx materialov elektrolizom vodnykh rastvorov // Elektrokhimiya. 2001.T.37.№ 7.S.811-820.

46 Gehg J.J., Pei M.W., Xiaohua Z. Mechanical behavior and microstructure of cement composites incorporating sulfacetreated multiwalled carbon nanotubes // Carbon. 2005. V. 43. Pp. 1239 - 1245.

47 Bayeshov A.B., Myrzabekov B.E., Ivanov N.S., Bayeshova A.K. Vosstanovlenie ionov platiny (IV) v sernokislom rastvore s obrazovaniem ultradispersnykh poroshkov pry poljarizatsii impulsnym tokom // Vestnik Kaznu, serija chim. – № 1 (61) – 2011.C.450-455.

48 Bayeshov A.B., Dauletbaev A.S. Bayeshova A.K. Electrochimicheskiy sposob poluchenija mednogo poroshka // Innovacionnyi patent RK № 22669 ot 24.06.09. B.I. №7, 2010

49 Myrzabekov B.E., Bayeshov A.B., Ivanov N.S., Bayeshova A.K. and Zhurinov M.Zh. Platinum powder formation at polarization induced by impulse alternating current in the presence of quadrivalent titanium ions // Int.Chem.Sci. 11(2), 2013,825-832.

Резюме

^{1,2}В.И. Вигдорович, ³А.Б.Баешов, ⁴Л.Е. Цыганкова, ²Н.В. Шель, ⁵А.К.Баешова

(¹ МҒМ «Ресей ауылшарушылық академиясының техниканы және мұнай өнімдерін пайдалану бойынша Бүкілресейлік ғылыми-зерттеу институты», Тамбов қаласы; ²Тамбов мемлекеттік техникалық университеті, Тамбов қаласы; ³АҚ «Д.В.Сокольский атындағы Органикалық катализ және электрохимия институты»;

⁴Г.Р. Державин атындағы Тамбов мемлекеттік университеті, Тамбов қаласы;

⁵ МҒМ «Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті», Алматы қаласы)

НАНОМАТЕРИАЛТАНУ ЖӘНЕ НАНОТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ ШЫНАЙЫ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

Авторлардың, жүйенің дербес термодинамикалық параметрі ретінде қарастырылатын нанокұрылымдық материалдардың бөлшектерінің нәтижелі өлшемдерін (r) ескере отырып, жасаған нанотермодинамиканың негіздері тұжырымдалған. Термодинамиканың бірінші және екінші бастамаларының негізінде ішкі энергияның, энтропияның, термодинамикалық потенциалдардың, жылу сиымдылығының r мәнінен аналитикалық тәуелділіктері алынған. Нанокұрылымдық реагенттердің қатысуымен жүретін химиялық реакциялардың барысына басқа да бірқатар факторлардың (флуктуация, бет құрылымы) әсері қарастырылған.

Тірек сөздер: нанокұрылымдар, өлшем, термодинамикалық параметр, ішкі энергия, энтропия, термодинамикалық потенциалдар, беттік тартылыс, жылу сиымдылығы, көміртектік құрылымдар.

Summary

V.I. Vigdorovich, A.B. Bayeshov, L.E. Tsygankova, N.V. Shel, A.K. Bayeshova

(1GNU "All-Russian Research Institute of Use of Equipment and Oil Products" of the Russian academy of agricultural sciences, Tambov; 2FGBOU VPO "Tambov State Technical University"; 3AO "Institute of an organic catalysis and electrochemistry of a name of D.I.Sokolsky; 4FGBOU VPO "Tambov State University of Derzhavin"; 5RGP "Kazakh National University of a Name of Al-Farabi", Almaty)

NANO THERMODYNAMICS AND REAL PERSPECTIVES OF NANO TECHNOLOGIES

Developed fundamentals of nano thermodynamics with taking into account of effective size of particles of nanomaterials (r) as separate thermodynamic parameter of system have been generalized. Analytic dependencies of internal energy, entropy, thermodynamic potentials, thermal capacity on r on base of first and second laws of thermodynamics have been obtained. Influence of a number of other factors (fluctuations, surface structure) on chemical reactions with participation of nano reagents has been considered.

Keywords: nano structures, size, thermodynamic parameter, internal energy, thermodynamic potentials, thermal capacity, surface tension, carbon structures.

Поступила 21.10.2013 г.

БЕЙСЕМБЕТОВ И.К., НУСУПОВ К.Х., БЕЙСЕНХАНОВ Н.Б.,
ЖАРИКОВ С.К., КЕНЖАЛИЕВ Б.К., АХМЕТОВ Т.К., СЕИТОВ Б.Ж.

(Казахстанско-Британский технический университет, г. Алматы)

ИНФРАКРАСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ И РЕНТГЕНОВСКАЯ РЕФЛЕКТОМЕТРИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК SiC НА Si

Аннотация

В работе методами инфракрасной спектроскопии и рентгеновской рефлектометрии исследованы характеристики пленки SiC_{0,7}, синтезированной методом ионной имплантации. Выполнено математическое разложение ИК-спектра поглощения пленки. Определены площади 12 компонент спектра, включая: компоненты при 612,6 см⁻¹ (S=6,96 ед.) – углерод в положении замещения; 739 см⁻¹ (S=13,16 ед.) и 674,1 см⁻¹ (S=9,57 ед.) – слабые удлинённые Si–C-связи аморфного карбида кремния; 780 см⁻¹ (S=5,24 ед.) – близкие к тетраэдрической Si–C-связи (794 см⁻¹) кристаллического SiC; 817,7 см⁻¹ (S=5,93 ед.) и 883,5 см⁻¹ (S=6,39 ед.) – укороченные Si–C-связи. Методом рентгеновской рефлектометрии обнаружены осцилляции интенсивности, отнесенные к интерференции рентгеновских отражений в слоях SiC_{0,7} и SiO₂. Моделированием с помощью программы Release получена теоретическая кривая, близкая к экспериментальной.

Ключевые слова: карбид кремния, ионная имплантация, структура, кристаллизация.

Кілтгі сөздер: кремний карбиді, иондық имплантация, құрылым, кристалдану.

Keywords: silicon carbide, ion implantation, structure, crystallization.

Введение

Карбид кремния, обладающий высокой твердостью (4-е место после алмаза) [1], химической и радиационной стойкостью, высокой температурой плавления, является перспективным материалом для применения как в микроэлектронике [2], так и в качестве жаростойких и абразивных материалов, используемых для конструкций передней стенки термоядерных реакторов, в покрытиях корпуса космических кораблей типа «Спейс Шаттл» [3], при изготовлении буров и нарезных дисков из SiC и т.д. Электронные приборы на основе SiC (полевые транзисторы, диоды и др.) обладают рядом преимуществ, среди которых – возможность работы при температурах до 600°C, высокие быстродействие и радиационная стойкость [4, 5]. Способность карбида кремния к окислению с образованием SiO₂ может найти применение в устройствах, изготовленных на подложке Si (мощные МОП-транзисторы и др.). Синтез SiC высокодозовой имплантацией ионов C в Si представляет фундаментальный научный интерес [6–9], например, для создания покрытий и изолирующих слоев SiC при изготовлении интегральных схем.

В данной работе методами инфракрасной спектроскопии и рентгеновской рефлектометрии исследуются характеристики пленок SiC_{0,7}, синтезированных методом ионной имплантации.

Эксперимент

Имплантация углерода была произведена в монокристаллические пластины Si ориентации (100) размером 7×7×0,3 мм³ и удельным сопротивлением 4–5 Ом·см [10, 11]. Для предотвращения разогрева образца (20–25°C) плотность ионного тока не превышала 3 мкА/см².

Для получения однородных слоев SiC_{0,7} (N_C/N_{Si} = 0,7) с прямоугольным профилем распределения атомов C в Si имплантация ионов углерода различных энергий и доз в кремний была осуществлена последовательно в порядке, как указано в Табл.1 [10]. Отжиг образцов был выполнен при температуре 1250°C в течение 30 мин в атмосфере Ag с незначительным содержанием O₂. Состав и структура пленки были исследованы методом ИК-спектроскопии с использованием ИК-спектрометра Nicolet iS-50 (Thermo Scientific, USA). Были определены параметры пленки методом рентгеновской рефлектометрии при малых углах скольжения θ путем регистрации угловой зависимости коэффициента отражения с использованием двух спектральных линий CuK _{α} (0.154 нм) и CuK _{β} (0.139 нм) на установке “Complexray C6”. Селекция спектральных

линий CuK_α и CuK_β из полихроматического спектра осуществлялась с помощью полупрозрачного и объемного монохроматоров из пиролитического графита с углом мозаичности $0,5^\circ$ [12, 13].

Таблица 1 - Величины энергии E и дозы D ионов $^{12}\text{C}^+$ в Si, использованных для формирования слоев $\text{SiC}_{0,7}$

E , кэВ	40	20	10	5	3
$D(\text{SiC}_{0,7})$, 10^{17} cm^{-2}	2,80	0,96	0,495	0,165	0,115

Результаты

На рис.1 приведен ИК-спектр поглощения синтезированного слоя $\text{SiC}_{0,7}$ после ионной имплантации. Имеющееся программное обеспечение к установке Nicolet iS-50 позволяет осуществить математическое разложение ИК-спектра поглощения и представить его как сумму 12 компонент спектра. При этом были определены положение, площадь и амплитуда каждой компоненты.

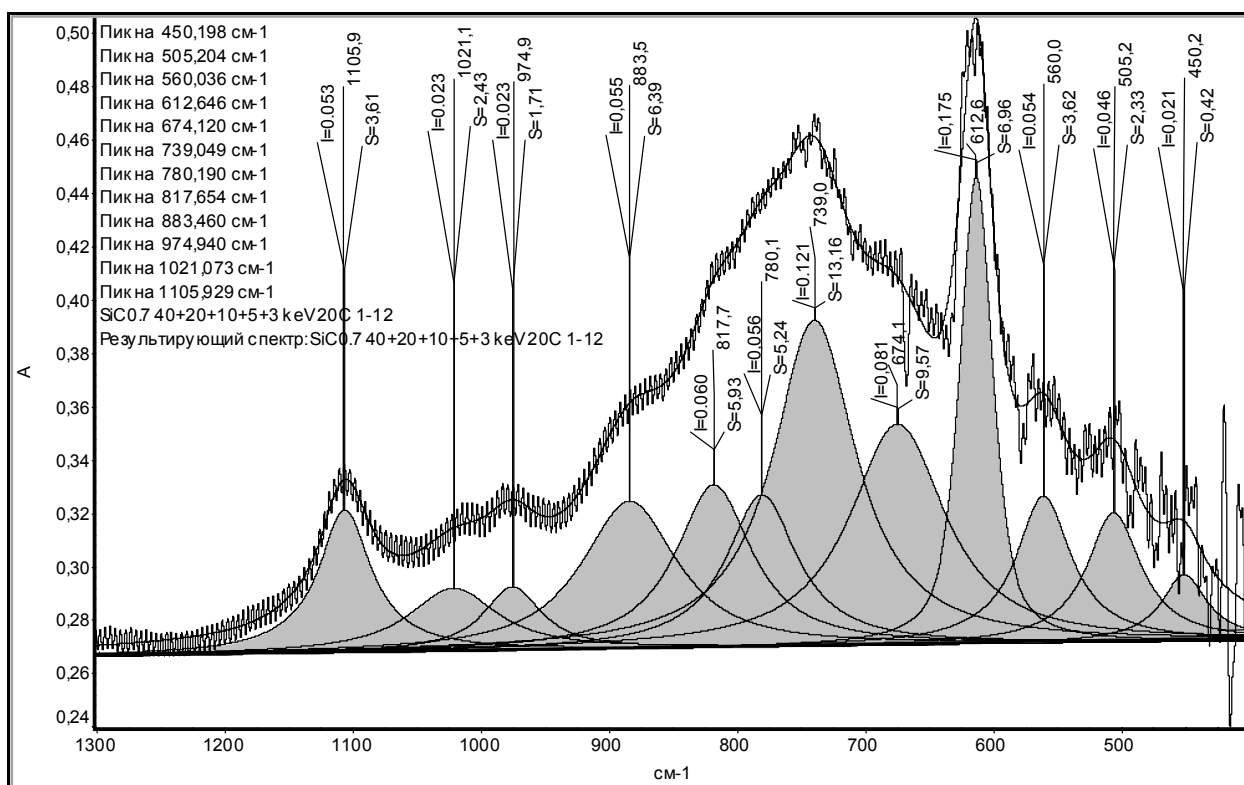


Рисунок 1 – Математическое разложение ИК-спектра поглощения слоя $\text{SiC}_{0,7}$, синтезированного методом ионной имплантации

На рисунке 1 видно, что имеется компонента с максимумом пика при $1105,9 \text{ cm}^{-1}$, отражающая присутствие междоузельного кислорода в исследуемом образце [14]. Как было показано в [15], эта полоса поглощения окисла является суммой четырех профилей, обусловленных поперечными валентными колебаниями мостикового кислорода, входящего в состав таких молекулярных комплексов, как SiOSi_3 , SiO_2Si_2 , SiO_3Si , SiO_4 , SiOSi_3 , SiO_2Si_2 . Положение максимума при $1105,9 \text{ cm}^{-1}$ свидетельствует о преобладании в слое окисла комплексов SiO_4 (1100 cm^{-1}).

Кроме того наблюдается компонента, характерная для углерода в положении замещения с максимумом при $612,6 \text{ cm}^{-1}$, немного превышающем характерное значение 607 cm^{-1} [14]. Среди остальных 10 компонент следует отметить компоненту при 739 cm^{-1} с максимальной площадью 13,16 ед. и компоненту при $674,1 \text{ cm}^{-1}$ ($S=9,57$ ед.), характерных для слабых удлиненных Si-C-связей аморфного карбида кремния, компоненту при 780 cm^{-1} ($S=5,24$ ед.), характерную для Si-C-связей близких к тетраэдрической (794 cm^{-1}) кристаллического SiC, а также компоненту при $817,7 \text{ cm}^{-1}$ ($S=5,93$ ед.) и при $883,5 \text{ cm}^{-1}$ ($S=6,39$ ед.), характерных для укороченных Si-C-связей.

Наличие резкого перехода «пленка SiC – подложка Si» в случае высокодозовой имплантации ионов углерода в кремний, обусловленного уменьшением проективного пробега R_p и страгглинга ΔR_p , позволяет предположить, что можно провести измерения толщины и плотности пленки методом рентгеновской рефлектометрии. Этот метод используется, как правило, для осажденных пленок с очень резким переходом «пленка-подложка» и для ионно-имплантированных слоев обычно не применяется. Были исследованы параметры пленки SiC_{0,7} этим методом при малых углах скольжения θ путем регистрации угловой зависимости коэффициента отражения с использованием двух спектральных линий CuK_α (0,154 нм) и CuK_β (0,139 нм) на установке «ComplexXRay C6».

Были обнаружены осцилляции интенсивности, отнесенные к интерференции рентгеновских отражений в слоях SiC_{0,7} и SiO₂ (рис. 2а). Первый максимум отражения с интенсивностью $I_1 = 93207$ импульсов наблюдается под углом $2\theta = 0.418^\circ$. Величина угла полного внешнего отражения была оценочно определена как угол, где интенсивность отражения приблизительно равна половине первого максимума $I = I_1/2 = 46603$ импульса, то есть $2\theta_c = 0.449^\circ$, или $\theta_c = 0.2245^\circ = 3.918$ мрад. С помощью программы Henke [16] определено, что это значение θ_c соответствует плотности пленки 2.37 г/см³, что близко к плотности кристобалита (SiO₂) 2,32 г/см³. Далее, с увеличением угла падения интенсивность отражения снова увеличивается до $I_2 = 76831$ импульса, что указывает на наличие более плотной структуры. Дальнейшее падение интенсивности до значения 17298 импульсов ($I_2/2 = 38415$ импульсов) происходит при $2\theta_c = 0,486^\circ$, или $\theta_c = 0,243^\circ = 4,241$ мрад, что соответствует плотности 2,77 г/см³ и близко к плотности кварца (2,65 г/см³), либо SiC_{0,5} (2,77 г/см³). Далее наблюдается повторный рост интенсивности до $I_3 = 34416$ импульсов (рис. 2а) и последующий непрерывный спад до появления осцилляций.

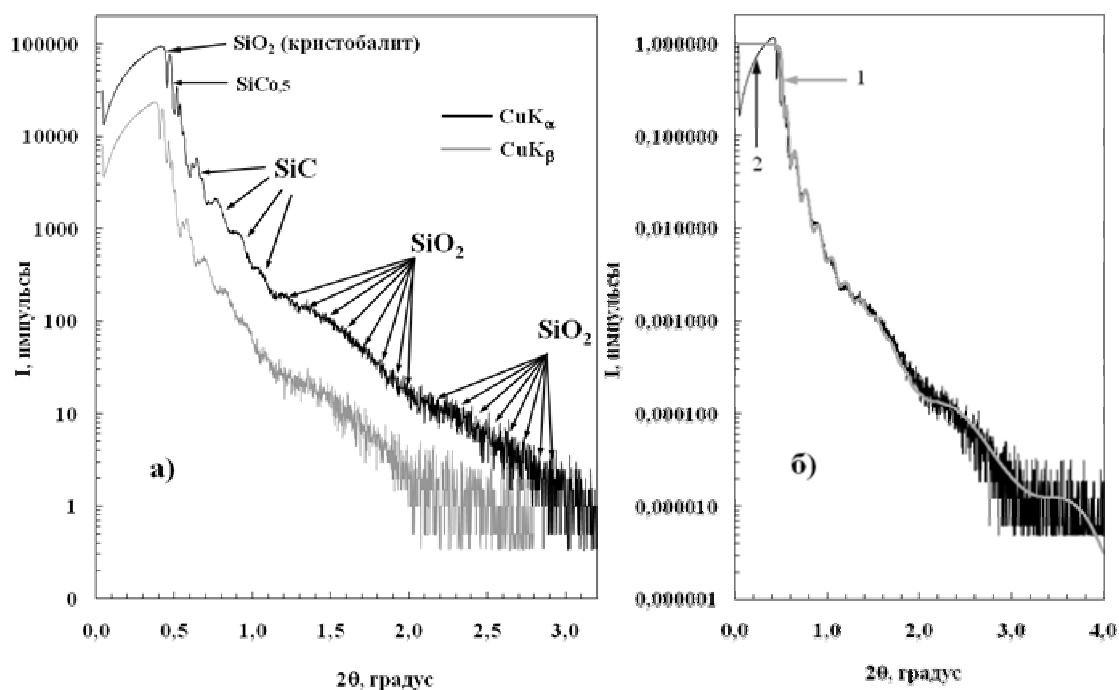


Рисунок 2 – Рентгеновская рефлектометрия с использованием двух спектральных линий CuK_α (0,154 нм) и CuK_β (0,139 нм) (Complexray C6) параметров пленок SiC_{0,7} после отжига при температуре 1250°C (а) и моделирование с помощью программы Release [17] (б)

Моделирование с помощью программы Release [17] позволяет получить теоретическую кривую, близкую к экспериментальной (рис. 3а). Основные параметры системы, позволившей получить приемлемое совпадение экспериментальной и расчетной кривых, были следующие:

1) слой SiC_{2,0} толщиной $d = 2.0$ нм, плотностью $\rho = 3,26$ г/см³ и шероховатостью поверхности $\sigma = 0,44$ нм;

2) слой SiO_2 толщиной $d = 5.3$ нм, плотностью $\rho = 2.88$ г/см³ и шероховатостью границы раздела ($\text{SiC}_{2.0} - \text{SiO}_2$) $\sigma = 1.1$ нм;

3) слой $\text{SiC}_{0.8}$ толщиной $d = 1.5$ нм, плотностью $\rho = 3.03$ г/см³ и шероховатостью границы раздела ($\text{SiO}_2 - \text{SiC}_{0.8}$) $\sigma = 0$ нм;

4) слой $\text{SiC}_{0.6}$ толщиной $d = 43.7$ нм, плотностью $\rho = 2.85$ г/см³ и шероховатостью границы раздела ($\text{SiC}_{0.8} - \text{SiC}_{0.6}$) $\sigma = 0$ нм;

5) подложка кремния плотностью $\rho = 2,33$ г/см³ и шероховатостью поверхности $\sigma = 1.8$ нм.

Общая толщина слоя оказалась 52.5 нм, что меньше ожидаемой. Это может быть обусловлено эффектом распыления при высокодозовой имплантации углерода в кремний и требует анализа.

Выводы

Методами инфракрасной спектроскопии и рентгеновской рефлектометрии исследованы характеристики пленки $\text{SiC}_{0.7}$, синтезированной методом ионной имплантации. Выполнено математическое разложение ИК-спектра поглощения пленки. Определены площади 12 компонент спектра, включая: компоненты при $612,6$ см⁻¹ ($S=6,96$ ед.) – углерод в положении замещения; 739 см⁻¹ ($S=13,16$ ед.) и $674,1$ см⁻¹ ($S=9,57$ ед.) – слабые удлиненные Si–C-связи аморфного карбида кремния; 780 см⁻¹ ($S=5,24$ ед.) – близкие к тетраэдрической Si–C-связи (794 см⁻¹) кристаллического SiC; $817,7$ см⁻¹ ($S=5,93$ ед.) и $883,5$ см⁻¹ ($S=6,39$ ед.) – укороченные Si–C-связи.

Методом рентгеновской рефлектометрии обнаружены осцилляции интенсивности, отнесенные к интерференции рентгеновских отражений в слоях $\text{SiC}_{0.7}$ и SiO_2 . Моделированием с помощью программы Release получена теоретическая кривая, близкая к экспериментальной. Кривая соответствует системе с основными параметрами:

1) слой $\text{SiC}_{2.0}$ толщиной $d = 2.0$ нм, плотностью $\rho = 3,26$ г/см³ и шероховатостью поверхности $\sigma = 0,44$ нм; 2) слой SiO_2 ($d = 5.3$ нм, $\rho = 2.88$ г/см³, $\sigma_{(\text{SiC}_{2.0} - \text{SiO}_2)} = 1.1$ нм);

3) слой $\text{SiC}_{0.8}$ ($d = 1.5$ нм, $\rho = 3.03$ г/см³, $\sigma_{(\text{SiO}_2 - \text{SiC}_{0.8})} = 0$ нм); 4) слой $\text{SiC}_{0.6}$ ($d = 43.7$ нм, $\rho = 2.85$ г/см³, $\sigma_{(\text{SiC}_{0.8} - \text{SiC}_{0.6})} = 0$ нм); 5) подложка Si ($\rho = 2,33$ г/см³, $\sigma_{(\text{SiC}_{0.6} - \text{Si})} = 1.8$ нм).

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Liao F., Girshick S.L., Mook W.M., Gerberich W.W., Zachariah M.R. Superhard nanocrystalline silicon carbide films // *Appl. Phys. Lett.* 2005. Vol. 86. P. 171913–171915.
- 2 Афанасьев А.В., Ильин В.А., Корляков А.В., Лебедев А.О., Лучинин В.В., Таиров Ю.М. Карбид кремния. Вклад СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Признание и перспективы // В кн. Физика и Технология микро- и наносистем. Под редакцией Лучинина В.В. и Малиновского В.В. Санкт-Петербург: Изд. "Русская коллекция". 2011. С. 50–86.
- 3 Oguri K., Sekigawa T. Heat resistant material and hot structure member both space shuttle, space shuttle, and method for producing heat resistant material for space shuttle // *United State Patent.* Sep.16, 2004. Pub. № US 2004/0180242 A1.
- 4 Yan H., Wang B., Song X.M., Tan L.W., Zhang S.J., Chen G.H., Wong S.P., Kwok R.W.M., Leo W.M.L. Study on SiC layers synthesized with carbon ion beam at low substrate temperature // *Diamond and related materials.* 2000. V. 9. P. 1795–1798.
- 5 Chen D., Wong S.P., Yang Sh., Mo D. Composition, structure and optical properties of SiC buried layer formed by high dose carbon implantation into Si using metal vapor vacuum arc ion source // *Thin Solid Films.* 2003. V. 426. P.1–7.
- 6 Liangdeng Y., Intarasiri S., Kamwanna T., Singkarat S. Ion beam synthesis and modification of silicon carbide // In book: Ion beam applications in surface and bulk modification of insulators. Austria, Vienna: IAEA-TECDOC-1607. 2008. P. 63–92.
- 7 Lindner J.K.N. High-dose carbon implantations into silicon: fundamental studies for new technological tricks // *Appl.Phys. A.* 2003. Vol. 77. P. 27–38.
- 8 Borders J.A., Picraux S.T., Beezhold W. Formation of SiC in silicon by ion implantation // *Appl.Phys.Lett.* 1971. V. 18. 11. P. 509–511.
- 9 Bayazitov R.M., Haibullin I.B., Batalov R.I., Nurutdinov R.M., Antonova L.Kh., Aksenov V.P., Mikhailova G.N. Structure and photoluminescent properties of SiC layers on Si, synthesized by pulsed ion-beam treatment // *Nucl. Instrum. and Meth. in Phys. Res. B.* 2003. V. 206. P. 984–988.
- 10 Nussupov K. Kh. and Beisenkhanov N.B. The Formation of Silicon Carbide in the SiC_x Layers (x = 0.03–1.4) Formed by Multiple Implantation of C Ions in Si // In book: Silicon Carbide - Materials, Processing and Applications in Electronic Devices. Moumita Mukherjee (Ed.). Chapter 4. Rijeka, Croatia: *InTech.* 2011. P. 69–114.
- 11 Нусупов К.Х., Бейсенханов Н.Б., Валитова И.В., Дмитриева Е.А., Жумагалиулы Д., Шиленко Е.А. Структурные исследования тонких слоев кремния, многократно имплантированных ионами углерода // *Физика твердого тела.* 2006. Т. 48. Вып.7. С. 1187–1200.
- 12 Touryanski A.G., Vinogradov A.V., Pirshin I.V. X-ray reflectometer // Patent no. 6041098. US Cl. 378-70. – Official Gazette March 21, 2000. – P. 2960.
- 13 Турьянский А., Герасименко Н., Пиршин И., Сенков В. Многофункциональный рентгеновский комплекс для исследования наноструктур // *Наноиндустрия.* 2009. 5. С. 40–45.
- 14 Бринкевич Д.И., Вабищевич Н.В., Просолович В.С. Формирование примесно-дефектных комплексов в кремнии, выращенном при наложении на расплав магнитных полей // *Вестник БГУ, серия 1.* – 2010. - №1. – С. 41–45.

- 15 Лисовский И.П., Индутный И.З., Гненный Б.Н., Литвин П.М., Мазунов Д.О., Оберемок А.С., Сопинский Н.В., Шепелявый П.Е. Фазово-структурные превращения в пленках SiO_x в процессе вакуумных термообработок //Физика и техника полупроводников. – 2003. – Т. 37, вып.1. – С. 98-103.
- 16 Henke B.L., Gullikson E.M., Davis J.C. //Atomic Data and Nuclear Data Tables.– 1993.– V.54, № 2.– (http://henke.lbl.gov/optical_constants/).– P. 181.
- 17 Апрелов С.А. Многоволновая рентгеновская рефлектометрия для анализа многокомпонентных пространственно упорядоченных структур // Автореф. канд. дисс., 2007. – 23 с.

REFERENCES

- 1 Liao F., Girshick S.L., Mook W.M., Gerberich W.W., Zachariah M.R. Superhard nanocrystalline silicon carbide films. *Appl. Phys. Lett.* **2005**. Vol. 86. P. 171913.
- 2 Afanas'ev A.V., Il'in V.A., Korlyakov A.V., Lebedev A.O., Luchinin V.V., Tairov Yu.M. Karbid kremniya. Vklad SPbGETU «LETI». Priznanie i perspektivy. V kn.: *Fizika i tekhnologiya mikro- i nanosistem. Pod redakciei Luchinina V.V. i Malinovskogo V.V. Sankt-Peterburg: Izd. "Russkaya kolleksiya". 2011. S. 50–86. (in Russ.)*.
- 3 Oguri K., Sekigawa T. Heat resistant material and hot structure member both space shuttle, space shuttle, and method for producing heat resistant material for space shuttle. *United State Patent. Sep.16, 2004. Pub. № US 2004/0180242 A1*.
- 4 Yan H., Wang B., Song X.M., Tan L.W., Zhang S.J., Chen G.H., Wong S.P., Kwok R.W.M., Leo W.M.L. Study on SiC layers synthesized with carbon ion beam at low substrate temperature. *Diamond and related materials.* **2000**. V. 9. P. 1795–1798.
- 5 Chen D., Wong S.P., Yang Sh., Mo D. Composition, structure and optical properties of SiC buried layer formed by high dose carbon implantation into Si using metal vapor vacuum arc ion source. *Thin Solid Films.* **2003**. V. 426. P.1–7.
- 6 Liangdeng Y., Intarasiri S., Kamwanna T., Singkarat S. Ion beam synthesis and modification of silicon carbide. *In book: Ion beam applications in surface and bulk modification of insulators. Austria, Vienna: IAEA-TECDOC-1607. 2008. P. 63–92.*
- 7 Lindner J.K.N. High-dose carbon implantations into silicon: fundamental studies for new technological tricks. *Appl.Phys. A.* **2003**. Vol. 77. P. 27-38.
- 8 Borders J.A., Picraux S.T., Beezhold W. Formation of SiC in silicon by ion implantation. *Appl.Phys.Lett.* **1971**. V. 18. P. 509–511.
- 9 Bayazitov R.M., Haibullin I.B., Batalov R.I., Nurutdinov R.M., Antonova L.Kh., Aksenov V.P., Mikhailova G.N. Structure and photoluminescent properties of SiC layers on Si, synthesized by pulsed ion-beam treatment. *Nucl. Instrum. and Meth. in Phys. Res. B.* **2003**. V. 206. P. 984–988.
- 10 Nussupov K. Kh. and Beisenkhanov N.B. The Formation of Silicon Carbide in the SiC_x Layers ($x = 0.03–1.4$) Formed by Multiple Implantation of C Ions in Si. *In book: Silicon Carbide - Materials, Processing and Applications in Electronic Devices. Moumita Mukherjee (Ed.). Chapter 4. Rijeka, Croatia: InTech. 2011. P. 69-114.*
- 11 Nussupov K.Kh., Beisenkhanov N.B., Valitova I.V., Dmitrieva E.A., Zhumagaliuly D., Shilenko E.A. Strukturnie issledovaniya tonkikh sloev kremniya, mnogokratno implantirovanih ionami ugleroda. *Fizika tverdogo tela.* **2006**. V.7.S.1187-1200. (in Russ).
- 12 Touryanski, A.G., Vinogradov, A.V., Pirshin, I.V. X-ray reflectometer. *Patent no. 6041098, US Cl. 378-70. 2000. Official Gazette March 21, 2000. p. 2960.*
- 13 Touryanski A., Gerasimenko N., Pirshin I., Senkov V. Mnogofunktionalnyii rentgenovskii reflektometr dlya issledovaniya nanostruktur. *Nanoindustriya.* **2009**. 5. pp. 40-45. (In Russ).
- 14 Brinkevich D.I., Vabishevich N.V., Prosolovich V.S. Formirovanie primesno-defektnykh kompleksov v kremnii, vyrashennom pri nalozhenii na rasplav magnitnykh poleii. *Vestnik BGU.* **2010**. Ser.1. №1. S. 41-45 (in Russ).
- 15 Lisovskii I.P., Indutnii I.Z., Gnennii B.N., Litvin P.M., Mazunov D.O., Oberemok A.S., Sopinskii N.V., Shepeliavyyi P.E. Fazovo-strukturnye prevrasheniya v plenkakh SiO_x v processe vakuumnykh termoobrabotok. *Fizika i tekhnika poluprovodnikov.* **2003**. T.37. V.1. S.98-103. (In Russ).
- 16 Henke B.L., Gullikson E.M., Davis J.C. Atomic Data and Nuclear Data Tables. **1993**. V.54, № 2. (http://henke.lbl.gov/optical_constants/). P. 181.
- 17 Aprelov S.A. Mnogovolnovaya rentgenovskaya reflektometriya dlya analiza mnogokomponentnykh prostranstvenno uporyadochennykh struktur. *Aftoreferat kandidatskoiu dissertatsii.* **2007**. 23 s. (in Russ).

Резюме

Бейсембетов И.Қ., Нүсіпов К.Х., Бейсенханов Н.Б.,
Жарықов С.Қ., Кенжалиев Б.К., Ахметов Т.К., Сейітов Б.Ж.

(Қазақстан-Британ техникалық университеті, Алматы қ.)

SI БЕТІНДЕГІ SiC ҚАБЫРШАҚТАРЫН ИНФРАҚЫЗЫЛ СПЕКТРОСКОПИЯ ЖӘНЕ РЕНТГЕНДІК РЕФЛЕКТОМЕТРИЯ ӘДІСТЕРІ АРҚЫЛЫ ЗЕРТТЕУ

Жұмыста инфрақызыл спектроскопия және рентгендік рефлектометрия әдістері арқылы иондық имплантация әдісімен синтезделген $\text{SiC}_{0.7}$ қабыршағының сипаттамалары зерттелген. Қабыршақтың ИҚ-жұтылу спектрін математикалық жіктеу жүзеге асырылған. Спектрдің $612,6 \text{ см}^{-1}$ ($S=6,96$ бірлік) - көміртегі орын басу жағдайында; 739 см^{-1} ($S=13,16$ бірлік) және $674,1 \text{ см}^{-1}$ ($S=9,57$ бірлік) – аморфты кремний

карбидінің ұзартылған әлсіз Si–C байланыстары; 780 cm^{-1} ($S=5,24$ бірлік) – кристалдық SiC–нің (794 cm^{-1}) тетраэдрлық байланысқа жақын Si–C байланыстары; $817,7\text{ cm}^{-1}$ ($S=5,93$ бірлік) және $883,5\text{ cm}^{-1}$ ($S=6,39$ бірлік) – қысқартылған Si–C-байланыстар; компоненттерін қоса алғанда 12 компонентінің аудандары анықталған. Рентгендік рефлектометрия әдісімен $\text{SiC}_{0,7}$ және SiO_2 қабаттарындағы рентгендік шағылулар интерференциясына жататын қарқындылық осцилляциялары табылған. Release бағдарламасының көмегімен үлгілеу арқылы эксперименттік қисыққа жақын теориялық қисық алынған.

Тірек сөздер: кремний карбиді, иондық имплантация, құрылым, кристалдану.

Summary

*Beisembetov I.K., Nussupov K.KH., Beisenkhanov N.B.,
Zharikov S.K., Kenzhaliev B.K., Akhmetov T.K., Seitov B.ZH.*

(Kazakh-British Technical University, Almaty)

IR SPECTROSCOPY AND X-RAY REFLECTOMETRY OF SiC THIN FILMS ON Si

In this paper, the characteristics of $\text{SiC}_{0,7}$ films synthesized by ion implantation were investigated using infrared spectroscopy and X-ray reflectometry. The mathematical decomposition of the infrared absorption spectrum of the film was performed. The areas of 12 spectral components were determined including: component at 612.6 cm^{-1} ($S = 6.96$ un) is a local vibration (607 cm^{-1}) of substitutional carbon in a Si crystal lattice, 739 cm^{-1} ($S = 13.16$ un) and 674.1 cm^{-1} ($S = 9.57$ un) – elongated weak Si-C-bonds of amorphous silicon carbide, 780 cm^{-1} ($S = 5.24$ un) – close to the tetrahedral Si–C-bonds (794 cm^{-1}) of crystalline SiC; 817.7 cm^{-1} ($S = 5.93$ un), and 883.5 cm^{-1} ($S = 6.39$ un) – shortened Si–C-bonds. Intensity oscillations attributed to the interference of X-ray reflections in the layers of $\text{SiC}_{0,7}$ and SiO_2 were detected by X-ray reflectometry. Simulation using the Release program permits to obtain the theoretical curve, which is close to the experimental one.

Keywords: silicon carbide, ion implantation, structure, crystallization

Поступила 30.09.2013 г.

УДК 622.73

В.П. МАЛЫШЕВ, А.М. МАКАШЕВА, Н.С. БЕКТУРГАНОВ, Д.А. КАЙКЕНОВ

ЛОГАРИФМИЧЕСКИ НОРМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФРАКЦИЙ ПРИ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ МАТЕРИАЛОВ КАК АТТРАКТОР В ВЕРОЯТНОСТНОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА

Аннотация

Показана детализация кинетики измельчения материалов в шаровых мельницах на основе молекулярной теории соударений для бимолекулярных последовательных необратимых реакций с неограниченным числом стадий.

Результаты применения предложенной теории измельчения на модельных объектах позволяют объяснить ранее недостаточно обоснованные особенности кинетики процесса: низкий энергетический КПД, «неизмельчаемость» тонких классов, формирование двойных максимумов по выходу фракций на начальных стадиях и логарифмически нормальное их распределение. Благодаря математической строгости выражения для скорости последовательного разрушения зерен с учетом накопления и убыли содержания каждой фракции разработанная модель позволяет непосредственно рассчитывать выход любой фракции в любой момент времени с суммарным выходом всех фракций, равным единице.

Процесс измельчения материалов представляет собой чисто техническое воплощение синергетического процесса, сопровождаемого понижением энтропии, диссипацией энергии, формированием устойчивой внутренней структуры и отображаемого стремлением к аттрактору под воздействием оператора эволюции этой системы – интегрального уравнения измельчения.

Ключевые слова: измельчение, вероятностная модель, кинетика, шаровая мельница, аттрактор.

Негізгі сөздер: ұсақтау, ықтималдық үлгі, кинетика, домалақ диірмен, аттрактор.

Keywords: grinding, probabilistic model, kinetics, ball mill, attractor.

Измельчение руд является наиболее затратной операцией в технологии их переработки, на которую приходится до 90 % общих затрат. Это связано не только с наибольшим объемом перерабатываемого материала, но и с самым низким энергетическим КПД измельчения, не превышающем 10 % [1, 2]. Между тем теория измельчения применительно к работе промышленных мельниц до последнего времени не была разработана на основе каких-либо фундаментальных закономерностей, ограничиваясь большей частью эмпирическими аппроксимациями [3, 4]. Наиболее интересной с точки зрения теории и практически важной оказалась универсальная закономерность, которая состоит в резком уменьшении выхода тонких фракций по мере прохождения процесса и выражается их крутым спадом в линейной шкале размеров зерен. На эту закономерность еще в 1941 г. впервые обратил внимание один из основателей теории вероятностей академик Колмогоров А.Н. и установил, что она становится нормальным симметричным распределением при логарифмической шкале размеров зерен, т.е. подчиняется логарифмически нормальному закону распределения [5]. Он же дал теоретическое обоснование подобной закономерности для условий независимости скорости измельчения от размера зерен с оговоркой, что в противном случае «...по-видимому, логарифмически нормальный закон будет уже неприменим.». С тех пор до последнего времени к анализу этой важнейшей закономерности никто не возвращался.

Только в девяностые годы прошлого века и наиболее активно в настоящее время стала развиваться вероятностная теория измельчения руд, основанная на подобию механических процессов последовательного разрушения зерен мелющими шарами при их хаотических соударениях химическим и физическим процессам деструкции вещества [6-16]. При этом обнаружилось единство подчинения этих процессов частотному (Z), стерическому ($P_{ст}$), активационному (P_a) и концентрационному ($P_{конц}$) факторам как последовательным вероятностным событиям, определяющим скорость суммарного процесса:

$$v = ZP_{ст}P_aP_{конц} \quad (1)$$

Эта общность выражения не содержит ограничений по величине частиц и основана главным образом на хаотичности соударений. Тем самым применительно к работе барабанных шаровых мельниц в «водопадном» режиме остается только разглядеть в хаосе постоянного перемешивания железных шаров и рудных зерен и их соударений в циклах падения на ударную площадку мельницы действие тех же самых факторов и найти для них столь же строгое вероятностное выражение.

С учетом частоты вращения барабана мельницы (ω , с⁻¹), его внутреннего диаметра (D , м) и структуры цикла подъем-падение под действием притяжения (g , м/с²) получено выражение для частотного фактора

$$Z = \frac{2\omega}{1 + 2\omega\sqrt{2D/g}}, \text{ с}^{-1}. \quad (2)$$

Стерический фактор, как вероятность попадания шара в зерно на ударной площадке, определяется соотношением доступной и «мертвой» зон, накрываемых проекцией («тенью») шара, выраженным через переменный размер зерна (d_j , м) и постоянный диаметр шара ($d_{ш}$, м):

$$P_{ст} = 4d_j (d_{ш} - d_j) / d_{ш}^2. \quad (3)$$

Принципиально важным в вероятностной теории измельчения является выражение активационного фактора, определяющего собственно процесс разрушения при попадании шара в зерно. Этот фактор интерпретирован через распределение Больцмана с учетом суммирования тепловой и механической энергии удара, равной превращенной потенциальной энергии с отнесением ее к моллю вещества

$$P_a = \exp \left[- \frac{E_a}{RT + 0,5MmgD(\gamma_{ш}/\gamma_3)(d_{ш}/d_j)^3} \right], \quad (4)$$

где E_a – энергия активации разрушения, близкая теплоте плавления самого прочного минерала (обычно кварца), Дж/моль; R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К); T – абсолютная температура, К; M – молекулярная масса разрушаемого вещества, кг/моль; $\gamma_{ш}$ – плотность вещества шара (обычно железа), кг/м³; γ_3 – плотность зерен руды, кг/м³.

Концентрационный фактор выражается через произведение объемных долей шаровой загрузки ($G_{ш}$, кг) и зерновой рудной загрузки (G_3 , кг) с учетом содержания воды ($G_в$, кг) и переменной доли зерен данного размера P_j в измельчаемом материале

$$P_{конц} = P_{ш} P_3 P_j = \frac{G_{ш} G_3 P_j}{(G_{ш}/\gamma_{ш} + G_3/\gamma_3 + G_в/\gamma_в)^2 \gamma_{ш} \gamma_3}. \quad (5)$$

Подстановка вероятностных выражений для всех факторов в связывающее их обобщенное уравнение скорости (1) примет по отношению к скорости измельчения фракции P_j размером d_j следующий вид

$$-\frac{dP_j}{d\tau} = \frac{8[(d_j/d_{ш}) - (d_j/d_{ш})^2] \omega G_{ш} G_3 P_j}{(1 + 2\omega\sqrt{2D/g})(G_{ш}/\gamma_{ш} + G_3/\gamma_3 + G_в/\gamma_в)^2 \gamma_{ш} \gamma_3} \exp \left(- \frac{E_a}{RT + 0,5MmgD(\gamma_{ш}/\gamma_3)(d_{ш}/d_j)^3} \right), \text{ с}^{-1}, \quad (6)$$

где τ – продолжительность измельчения, с.

В этом выражении переменной величиной как функции времени является только доля любой фракции P_j , поэтому все остальные параметры могут сведены в константу скорости для j -ой фракции:

$$k_j = \frac{8[(d_j/d_{ш}) - (d_j/d_{ш})^2] \omega G_{ш} G_3}{(1 + 2\omega\sqrt{2D/g})(G_{ш}/\gamma_{ш} + G_3/\gamma_3 + G_в/\gamma_в)^2 \gamma_{ш} \gamma_3} \exp \left(- \frac{E_a}{RT + 0,5MmgD(\gamma_{ш}/\gamma_3)(d_{ш}/d_j)^3} \right), \text{ с}^{-1}, \quad (7)$$

Как видим, здесь скорость процесса оказывается в сложной зависимости от размера зерен d_j и в этом отношении замечание академика Колмогорова А.Н. о сомнительности подчинения выхода

фракций логарифмически нормальному закону требует проверки. Она может быть реализована при явном выражении выхода фракций от времени в рамках рассматриваемой вероятностной модели измельчения.

Так, подстановка (7) в (6) дает выражение

$$-\frac{dP_j}{d\tau} = k_j P_j, \text{ с}^{-1}, \quad (8)$$

которое после разделения переменных и интегрирования с учетом константы интегрирования по условию при $\tau = 0$ $P_j = P_{0j}$ (исходному содержанию фракции j) приводит к зависимости P_j от τ в явном виде

$$P_j = P_{0j} e^{-k_j \tau}. \quad (9)$$

Однако она применима для описания кинетики измельчения только самой крупной (первой) фракции, так как для остальных требуется учет поступления осколков той же величины от предыдущих фракций согласно условию

$$\frac{dP_j}{d\tau} = k_{j-1} P_{j-1} - k_j P_j. \quad (10)$$

Поэтому для явного выражения выхода любой n -ой фракции в любой момент времени требуется решение системы n линейных дифференциальных уравнений от $j = 1$ до $j = n$. Такие решения известны в химии для последовательных необратимых реакций в n стадий с использованием операторного метода [17]. Однако при этом возможно лишь рекуррентное получение результатов для выхода последующей реакции через предыдущую и без общего выражения в явном виде. В наших работах [11, 12, 15, 16] представлено решение подобной системы уравнений методом прямого интегрирования и выведено уравнение для выхода любой фракции в любой момент времени

$$P_n = \sum_{j=1}^{n-1} P_{0j} \prod_j^{n-1} k_j \sum_j^n \frac{e^{-k_j \tau}}{\prod_{\substack{j,i=1 \\ i \neq j}}^n (k_i - k_j)} + P_{0n} e^{-k_n \tau}, \text{ с}^{-1}. \quad (11)$$

При всей кажущейся сложности этой формулы она легко программируется через предварительно вычисляемые константы скорости (7) для каждой фракции по известным параметрам работы мельницы, что свидетельствует о еще более сильной зависимости полноты и скорости измельчения от размера зерен. Пример такого расчета представлен по условиям работы промышленной мельницы на рис. 1 для разной продолжительности процесса и в логарифмической шкале размеров зерен, идентичной номеру фракции при одинаковой последовательной степени дробления, например по соотношению

$$d_j = d_1 (1/2)^{j-1} \quad (12)$$

с получением прямолинейной зависимости

$$\lg d_j = \lg d_1 + (j-1) \lg 0,5 = a + b(j-1). \quad (13)$$

По этому рисунку прослеживается явное формирование логарифмически нормального распределения несмотря на сложнейшую зависимость скорости процесса от размера зерен, тем самым устраняя сомнения академика Колмогорова А.Н. в отношении возможности сохранения подобного распределения. Более того, такое распределение не зависит и от исходного фракционного состава, также как и от степени дробления зерен при каждом разрушении. Это демонстрируется рис. 2, на котором приведены варианты как с самыми контрастными начальными распределениями фракций, так и со случайным их характером. При этом однозначно фиксируется логарифмически нормальное распределение фракций по мере протекания процесса, и это свидетельствует о закономерном характере подобного распределения, которое можно осмыслить с различных сторон.

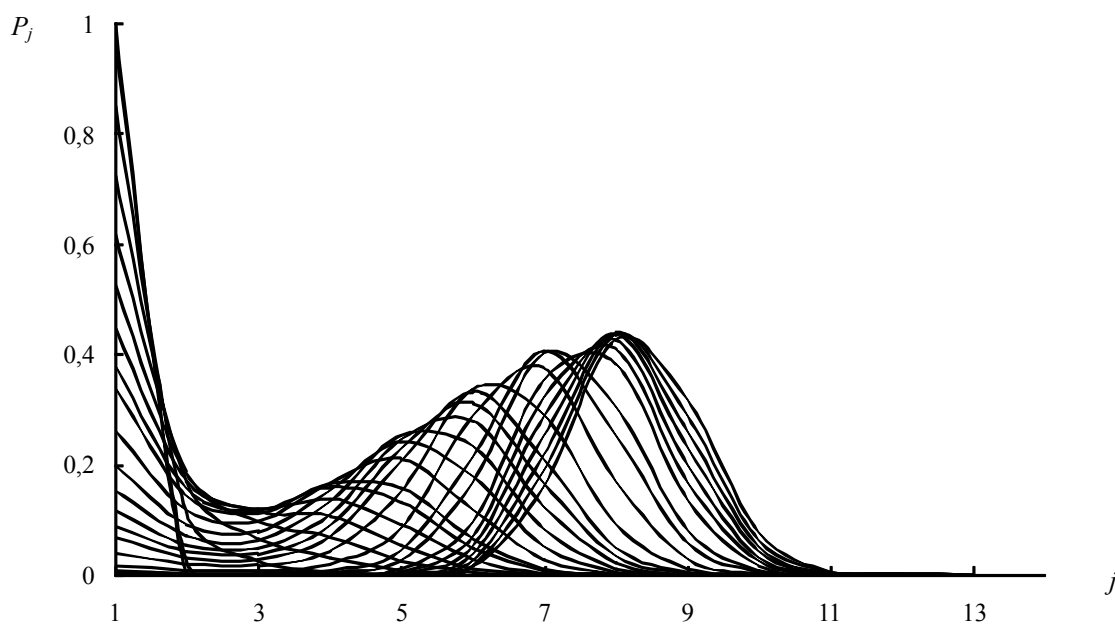
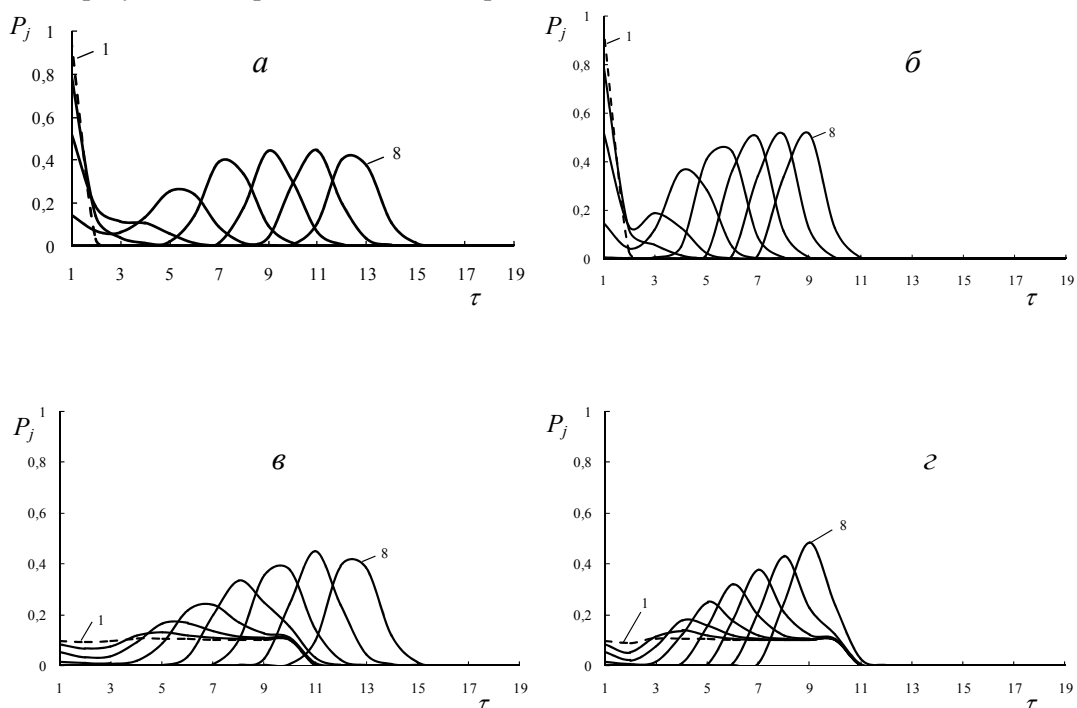


Рисунок 1 – Зависимость фракционного состава (P_j , д.ед.) от кратности j и продолжительности измельчения. Кривые смещаются вправо по мере протекания процесса

Прежде всего, всякое эволюционное упорядочение хаотической системы свидетельствует о ее самоорганизации [18]. В свою очередь, это приводит к понижению энтропии системы. Если в качестве динамической системы рассматривать изменяющуюся смесь фракций зерен, то упорядочение этой смеси можно отобразить через энтропию смешения этих фракций:

$$H = - \sum_{j=1}^n P_j \ln P_j . \quad (14)$$

Расчет по этой формуле для каждой кривой рис. 1 в соответствии с условиями рис. 2а дает следующие результаты, представленные на рис. 3.



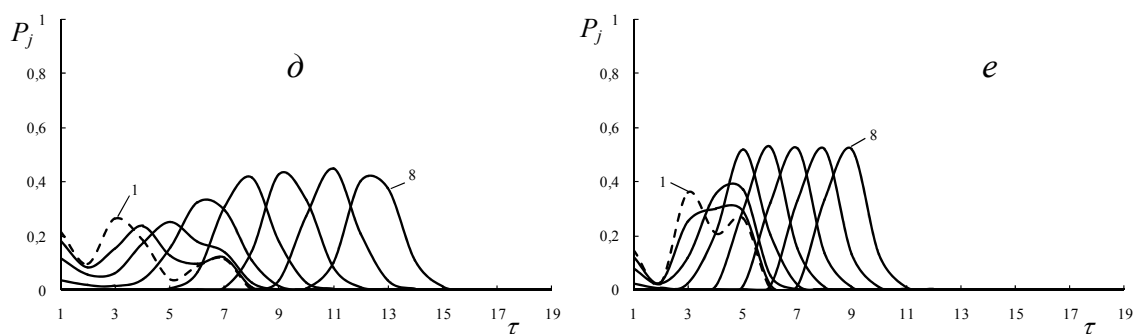


Рисунок 2 – Зависимость фракционного состава (P_j , д.ед.) от кратности j и продолжительности измельчения при начальном распределении фракций: *a* – для $P_{01} = 1, P_{02...n} = 0$ и $d_{j+1} = d_j/2$; *b* – для $P_{01} = 1, P_{02...n} = 0$ и $d_{j+1} = d_j/3$; *в* – для $P_{01...010} = 0,1$ и $d_{j+1} = d_j/2$; *г* – для $P_{01...010} = 0,1$ и $P_{j+1} = P_j/3$; *д* – для случайного распределения фракций и $P_{j+1} = P_j/2$; *e* – то же при $P_{j+1} = P_j/3$. Кривые смещаются вправо по мере протекания процесса от 1 до 8. Пунктиром показано начальное распределение фракций

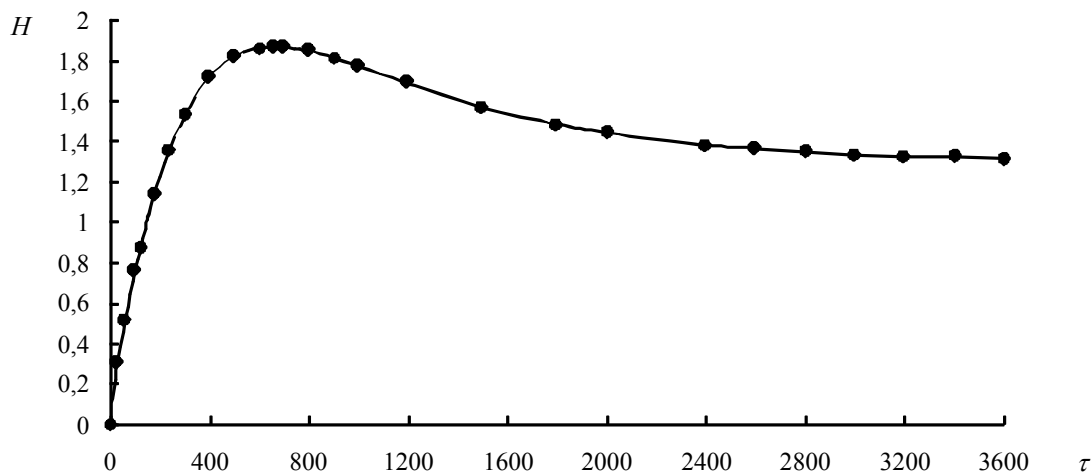


Рисунок 3 – Зависимость энтропии смешения фракций от продолжительности измельчения

Здесь фиксируется переход от исходного содержания монофракции с нулевой энтропией (смесь представлена только одной фракцией) через более равномерную смесь, которой соответствует максимум энтропии, к смеси с крутым спадом в сторону тонких фракций (в линейной шкале размеров), сопровождаемый закономерным понижением энтропии с дальнейшей ее стабилизацией, что указывает на завершение самоорганизации и поддержание ее отклонения от линейной однородности. Важно, что выход на стационарный режим происходит в условиях постоянного подвода к системе и рассеяния энергии, а это всегда необходимо при образовании самоорганизованных (синергетических) структур согласно термодинамике неравновесных процессов.

Что касается логарифмически нормальной симметрии в составе смеси зерен, то в широком смысле понятия симметрии она является условием и признаком устойчивости любой системы, ее сохранения согласно известной теореме Нётер. Применительно к измельчению зерен достигнутое логарифмически нормальное распределение по фракциям в дальнейшем остается неизменным, т.е. оказывается инвариантным относительно преобразования (переноса) временной координаты, что также соответствует понятию симметрии.

Не менее важным оказывается движение системы измельчаемых тел, т.е. ее траектории, к единой форме независимо от начальных условий. Современное понимание динамической системы сводится к такому ее свойству, благодаря которому «каждое значение параметра в любой последующий момент времени получается из исходного набора параметров по определенному правилу. Это правило задает оператор эволюции динамической системы» [19]. Но именно таким оператором и служит интегральное уравнение измельчения (11) и оно же формирует устойчивую

логарифмически нормальную форму распределения фракций в системе, т.е. аттрактор. Как подчеркивается в работе [19], с точки зрения динамики во времени стремление к аттрактору означает, что режим, возникающий в системе, предоставленной самой себе, в течение времени «забывает» свое начальное состояние и принимает состояние аттрактора, к которому стремится. Происходит своего рода стирание памяти о начальном состоянии системы. Более того, устойчивость по Ляпунову определяется путем решения дифференциальных уравнений, в первую очередь, линейных, которые возможно решить и найти траектории, ведущие к аттрактору [19]. Как раз таким способом и было найдено интегральное уравнение измельчения (11).

Таким образом, скрытый от глаз процесс измельчения рудных зерен стальными шарами в водопадном режиме работы барабанных мельниц по своей физической сути является ничем иным как «упакованным торнадо» со всей атрибутикой этого мощного вихря и в продолжение природных самоорганизующихся систем искусственными примерами их реализации (воронки, кольца Бенара, реакции типа Белоусова-Жаботинского) представляет собой чисто техническое воплощение синергетического процесса, сопровождаемого понижением энтропии, диссипацией энергии, формированием устойчивой структуры и отображаемого стремлением к аттрактору под воздействием оператора эволюции этой системы – интегрального уравнения измельчения. Все эти особенности выявлены благодаря практически установленному стремлению фракционного состава измельчаемых тел к логарифмически нормальному распределению, впервые осмысленному с точки зрения теории вероятностей академиком Колмогоровым и затем развитому на основе уподобления этого процесса хаотическим молекулярным соударениям с подчинением кинетике необратимых физических и химических реакций для неограниченного числа стадий, что позволило дать обобщенное вероятностное выражение для скорости подобных процессов и выхода промежуточных продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы / Под ред. О.С. Богданова, В.А. Ольского. – М.: Недра, 1982. – 366 с.
- 2 Абрамов А.А. Собрание сочинений. Т. 1: Обогащительные процессы и аппараты: Учебник для вузов. – М.: Изд. Московского горного университета, Изд. «Горная книга», 2010. – 470 с.
- 3 Ходаков Г.С. Физика измельчения. – М.: Наука, 1972. – 308 с.
- 4 Биленко Л.Ф. Закономерности измельчения в барабанных мельницах. – М.: Недра, 1984. – 237 с.
- 5 Колмогоров А.Н. О логарифмически нормальном законе распределения размеров частиц при дроблении // Докл. АН СССР. – 1941. – Т. 31. – № 2. – С. 99.
- 6 Малышев В.П. Разработка теории соударений для измельчения материалов // Комплексное использование минерального сырья. – 1992. – № 12. – С. 43-49.
- 7 Малышев В.П. Проверка теории соударений для измельчения материалов // Комплексное использование минерального сырья. – 1993. – № 1. – С. 22-31.
- 8 Малышев В.П. Новый аспект в теории измельчения руд и управления этим процессом // Обогащение руд. – 1995. – № 4-5. – С. 4-14.
- 9 Малышев В.П., Турдукожаева А.М., Кайкенов Д.А. Развитие теории измельчения руд на основе молекулярной теории соударений и формальной кинетики последовательных реакций // Обогащение руд. – 2012. – № 4. – С. 29-35.
- 10 Нурмагамбетова (Турдукожаева) А.М. Об организации хаоса измельчаемых и мелющих тел в барабанных мельницах // В сб.: «Хаос и структуры в нелинейных системах. Теория и эксперимент». – Караганда, 2002. – С. 73-76.
- 11 V.P. Malyshev, A.M. Turdukozhayeva. What Thunder There and is not Heard When Using Ball Mills? // Journal Materials Science and Engineering A. – 2013. – № 2. – V. 3. – P. 131-144.
- 12 Малышев В.П., Турдукожаева А.М. Разработка математической модели последовательной деструкции вещества методом прямого интегрирования // Доклады НАН РК. – 2012. – № 4. – С. 5-13.
- 13 Малышев В.П., Турдукожаева А.М., Кайкенов Д.А. Учет циркуляции песков в вероятностной модели измельчения руд // Обогащение руд. – 2012. – № 6. – С. 29-33.
- 14 Малышев В.П., Турдукожаева А.М. Распределение признаков различимости в объектах и процессах как основа возникновения диссипативных структур и самоорганизации // Энциклопедия инженера-химика. – 2012. – № 12. – С. 19-25.
- 15 Малышев В.П. Самоорганизация процесса измельчения руд в шаровых мельницах как результат подобию с кинетикой последовательных химических реакций // Автоматика-информатика. – 2012. – № 2. – С. 27-30.
- 16 Малышев В.П. Молекулярный шарм и гремящее торнадо барабанных шаровых мельниц // Энциклопедия инженера-химика. – 2013. – № 9. – С. 54-59.
- 17 Родигин Н.М., Родигина Э.Н. Последовательные химические реакции. Математический анализ и расчет. – М.: Изд. АН СССР, 1960. – 140 с.
- 18 Пригожин И. Конец определенности. Время, хаос и новые законы природы. – М.: -Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 208 с.
- 19 Деменок С.Л. Просто хаос. – СПб.: ООО «Страта», 2013. – 232 с.

REFERENCES

- 1 Spravochnik po obogashheniju rud. Podgotovitel'nye processy / Pod red. O.S. Bogdanova, V.A. Ol'skogo. – M.: Nedra, 1982. – 366 s.
- 2 Abramov A.A. Sobranie sochinenij. T. 1: Obogatitel'nye processy i apparaty: Uchebnik dlja vuzov. – M.: Izd. Moskovskogo gornogo universiteta, Izd. «Gornaja kniga», 2010. – 470 s.
- 3 Hodakov G.S. Fizika izmel'chenija. – M.: Nauka, 1972. – 308 s.
- 4 Bilenko L.F. Zakonomernosti izmel'chenija v barabannyh mel'nicah. – M.: Nedra, 1984. – 237 s.
- 5 Kolmogorov A.N. O logarifmicheski normal'nom zakone raspredelenija razmerov chastic pri droblenii // Dokl. AN SSSR. – 1941. – T. 31. – № 2. – S. 99.
- 6 Malyshev V.P. Razrabotka teorii soudarenij dlja izmel'chenija materialov // Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'ja. – 1992. № 12. – S. 43-49.
- 7 Malyshev V.P. Proverka teorii soudarenij dlja izmel'chenija materialov // Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'ja. – 1993. № 1. – S. 22-31.
- 8 Malyshev V.P. Novyj aspekt v teorii izmel'chenija rud i upravlenija jetim processom // Obogashhenie rud. – 1995. – № 4-5. – S. 4-14.
- 9 Malyshev V.P., Turdukozhaeva A.M., Kajkenov D.A. Razvitie teorii izmel'chenija rud na osnove molekuljarnoj teorii soudarenij i formal'noj kinetiki posledovatel'nyh reakcij // Obogashhenie rud. – 2012. – № 4. – S. 29-35.
- 10 Nurmagamбетova (Turdukozhaeva) A.M. Ob organizacii haosa izmel'chaemyh i meljushhih tel v barabannyh mel'nicah // V sb.: «Haos i struktury v nelinejnyh sistemah. Teorija i jeksperiment». – Karaganda, 2002. – S. 73-76.
- 11 V.P. Malyshev, A.M. Turdukozhaeva. What Thunder There and is not Heard When Using Ball Mills? // Journal Materials Science and Engineering A. – 2013. – № 2. – V. 3. – P. 131-144.
- 12 Malyshev V.P., Turdukozhaeva A.M. Razrabotka matematicheskoj modeli posledovatel'noj destrucii veshhestva metodom prjamoj integririvanija // Doklady NAN RK. – 2012. – № 4. – S. 5-13.
- 13 Malyshev V.P., Turdukozhaeva A.M., Kajkenov D.A. Uchet cirkuljacii peskov v verojatnostnoj modeli izmel'chenija rud // Obogashhenie rud. – 2012. – № 6. – S. 29-33.
- 14 Malyshev V.P., Turdukozhaeva A.M. Raspredelenie priznakov razlichimosti v ob#ektah i processah kak osnova vozniknovenija dissipativnyh struktur i samoorganizacii // Jenciklopedija inzhenera-himika. – 2012. – № 12. – S. 19-25.
- 15 Malyshev V.P. Samoorganizacija processa izmel'chenija rud v sharovyh mel'nicah kak rezul'tat podobjija s kinetikoj posledovatel'nyh himicheskijh reakcij // Avtomatika-informatika. – 2012. – № 2. – S. 27-30.
- 16 Malyshev V.P. Molekuljarnyj sharm i gremjashhee tornado barabannyh sharovyh mel'nic // Jenciklopedija inzhenera-himika. – 2013. – № 9. – S. 54-59.
- 17 Rodigin N.M., Rodigina Je.N. Posledovatel'nye himicheskie reakcii. Matematicheskij analiz i raschet. – M.: Izd. AN SSSR, 1960. – 140 s.
- 18 Prigozhin I. Konec opredelennosti. Vremja, haos i novye zakony prirody. – M.-Izhevsk: NIC «Reguljarnaja i haoticheskaja dinamika», 2001. – 208 s.
- 19 Demenok S.L. Prosto haos. – SPb.: ООО «Strata», 2013. – 232 s.

Резюме

В.П. Малышев, А.М. Мақашева, Н.С. Бектұрғанов, Д.А. Қайкенов

ҮРДІСТІҢ ЫҚТИМАЛДЫҚ ҮЛГІСІНДЕ АТТРАКТОР СИЯҚТЫ МАТЕРИАЛДАРДЫ
ҰСАҚТАУ КЕЗІНДЕ ФРАКЦИЯЛАРДЫҢ ЖАЙ ЛОГАРИФМДІК ҚАЛЫПТА ТАРАЛУЫ.

Шектеусіз кезең санымен жүйелі тұрақты биомолекулярлық реакциялардың екпінділігі үшін молекулярлық теория негізінде домалақ диірменде материалдарды ұсақтау кинетикасының бөлшектенуі көрсетілген.

Кинетикалық үрдістің жеткіліксіз негізделген ерекшеліктерін қалыптық нысандарда түсіндіруге рұқсат беретін ұсақтау теорияларының пайдалану нәтижелері: төмен энергетикалық кпд, жіңішке кластардың «ұсақталмайтындығы», олардың жай логарифмдік таралуы және фракциялардың бастапқы кезеңде шығуы бойынша екілік максимумдарда қалыптасуы. Әр фракция құрамының кемуі мен өсу есебінен бидайдың кезекті жойылуының жылдамдығы үшін математикалық мәнер қатандығының арқасында үлгі құрастырылған және де ол бірлікке тең кез уақытта барлық фракциялардың жалпы шығуы мен кез келген фракцияның тұрақты шығуын есептеуге мүмкіндік береді.

Материалдарды ұсақтау үрдісі өзімен ұсақтаудың интегралды теңдігі -осы жүйенің эволюция операторының аттракторға талпынуының әсері ,тұрақты ішкі құрылымының қалыптасуы, энергия диссипациясы және энтропийдің төмендеуімен жалғасқан синергетикалық үрдістің техникалық іске асыруын таныстырады.

Тірек сөздер: ұсақтау, ықтималдық үлгі, кинетика, домалақ диірмен, аттрактор.

Summary

V. Malyshev, A. Turdukozhaeva, N. Bekturganov, D. Kaykenov

LOG-NORMAL DISTRIBUTION OF FRACTIONS MATERIAL GRINDING AS AN ATTRACTOR
IN A PROBABILISTIC MODEL OF THE PROCESS

Shows a detail of the kinetics of material grinding in ball mills on the basis of molecular collision theory for bimolecular consecutive irreversible reactions with an unlimited number of steps.

The results of application of the proposed theory of grinding on model objects can explain the previously under based features of the kinetics of the process: the low energy efficiency, “not grindability” fine fractions, the formation of double peaks on the output fractions in the initial stages and their log-normal distribution. Due to the mathematical rigor of expression for the sequential destruction of grains with the accumulation and decrease the content of each fraction of the developed model allows you to calculate the output of any faction at any time with a total output of all fractions of one.

The process of grinding material is a purely technical implementation of the synergistic process, followed by a decrease in entropy, energy dissipation, the formation of a stable internal structure and displayed a desire to attractor under the influence of the evolution operator of the system – an integral equation of grinding.

Keywords: grinding, probabilistic model, kinetics, ball mill, attractor.

Поступила 10.10.2013 г.

УДК:544.634-386

М.К.НУРФАЛИЕВА, Б.Қ.ҚҰСПАНОВА, Р.НАСИРОВ

(Х.Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті)

**КЕШЕНДІ ҚОСЫЛЫСТАР ХИМИЯСЫ ПРАКТИКАЛЫҚ
ТҮРҒЫДАН КЕҢ ҚОЛДАНЫС ТАБУДА**

Аннотация

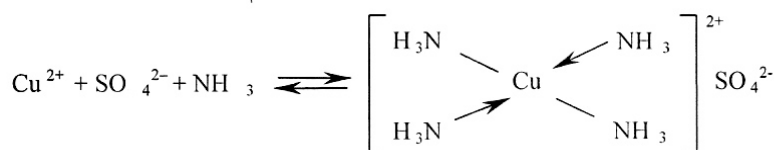
Көптеген *d* металл иондары органикалық қосылыстармен (комплексондар) әсерлесіп, кешенді қосылыстар түзеді. Қазіргі кезде кешенді қосылыстар химиясы үлкен практикалық қажеттілікке ие болып отыр. Органикалық комплексондар ауыл шаруашылығы саласында топырақ, өсімдік, су және тыңайтқыш құрамындағы түрліше металдарды анықтауда кеңінен қолданылуда.

Тірек сөздер: кешен, қосылыс, күрделі, реакция, нәтиже.

Ключевые слова: комплекс, слияние, сложный, реакция, результат.

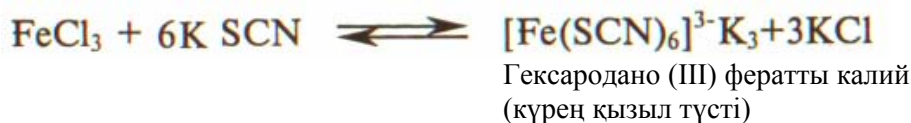
Keywords: complex, confluence, difficult, reaction, result.

d - Металл иондары [1] молекулалармен не басқа қарсы иондармен әсерлесу кезінде *кешенді қосылыстар* деп аталатын күрделірек қосылыстар түзіледі. Мысалы, сульфатты мыс ерітіндісі мен аммиак ерітіндісінің реакциясы нәтижесінде кешенді қосылыс түзіледі:

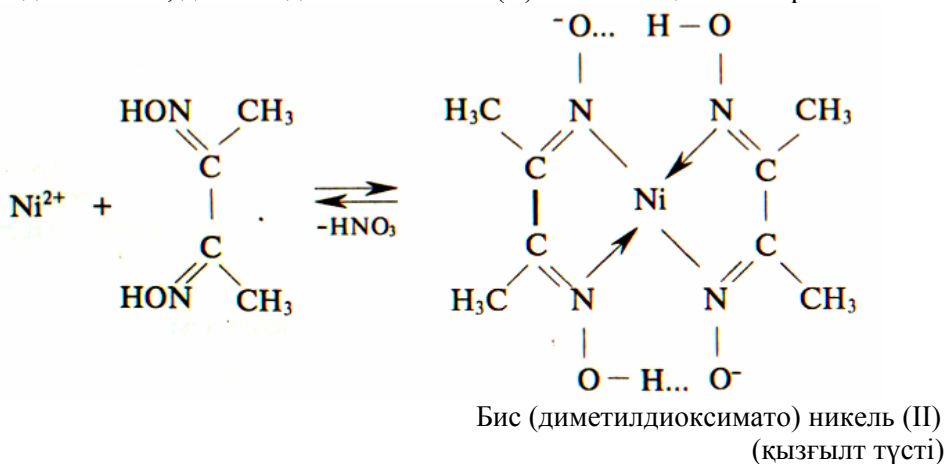


Сульфатты тетраамин мыс (II)
(сия көк түсті)

Осыған ұқсас иондық қосылыстар бір-бірімен әсерлескен кезде олардың арасында кешенді қосылыс түзіледі:



Көптеген *d* металл иондары органикалық қосылыстармен (комплексондар) әсерлесіп, кешенді қосылыстар түзеді. Мысалы, диметилдиоксим никель (II) ионымен қызғылт түсті кешен түзеді:



Бұл реакцияны Л. А. Чугаев (1905) ашты және диметилдиоксим көмегімен топырақ, мұнай құрамындағы никельді анықтауға болады. Л.А.Чугаев бұдан да басқа мыстың, темірдің, күмістің және платина тобындағы металдардың кешенді қосылыстарын зерттеп, кешенді қосылыстар химиясының дамуына зор үлесін қосты.

Кезінде кешенді қосылыстарға Д.И.Менделеев үлкен мән берді. Егер де кешенді қосылыстар химиясын Менделеев ашқан ерітінділердің химиялық теориясынан бастау алады десек, онда қателеспеген болар едік. Ол күкірт қышқылы, этил спирті және басқа қосылыстарды суда еріткен кезде онда жылудың бөлінетінін байқап, ерітін зат бөлшектері мен су молекулаларының әсерлесетіндігін, мұның нәтижесінде сольваттар мен гидраттар түзілетінін айтты.

Бұл орныксыз қосылыстар негізінен ерітін зат бөлшектері мен су молекулаларының электростатикалық әсерлесуі негізінде қалыптасады. Зерттеулер кешенді қосылыстарға кристаллогидраттардың да жататынын анықтады.

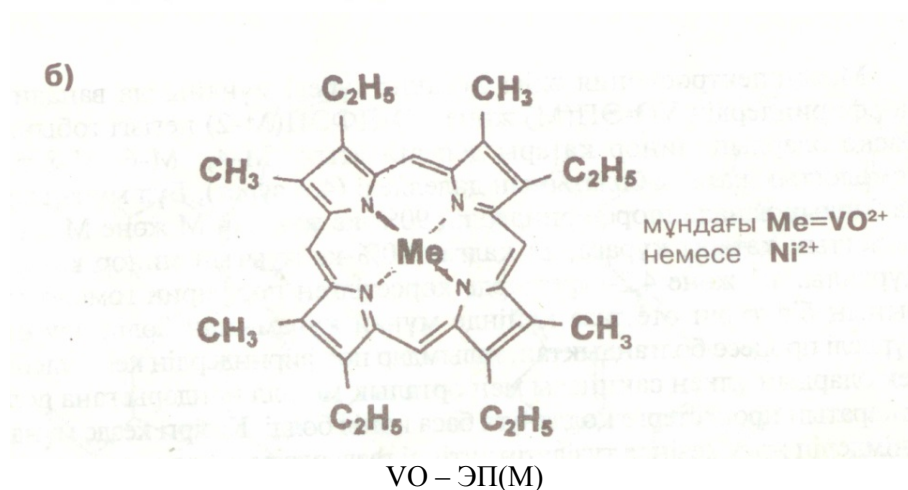
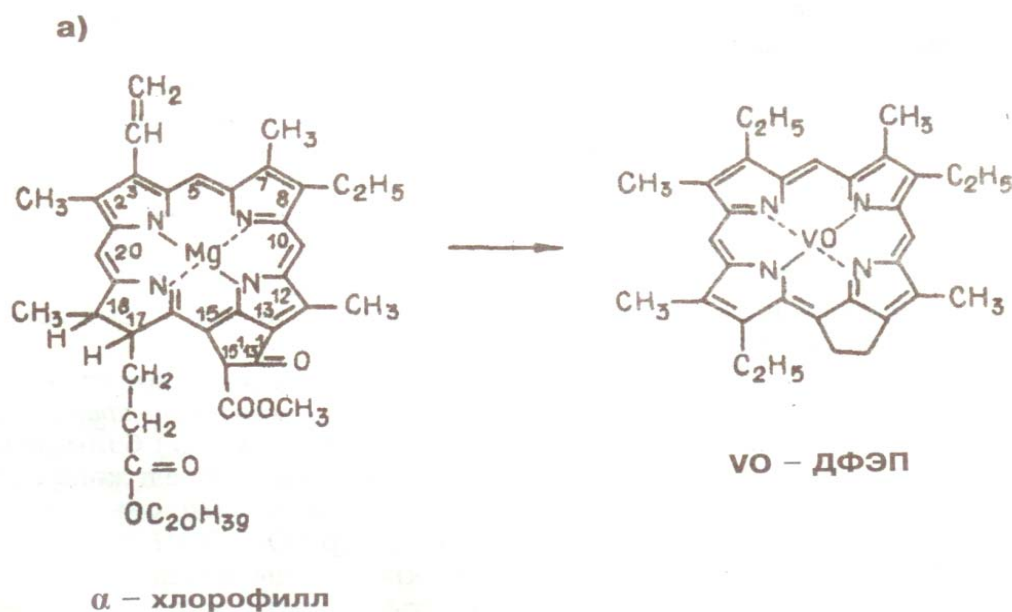
Қазіргі кезде кешенді қосылыстар химиясы үлкен практикалық қажеттілікке ие болып отыр. Органикалық комплексондар ауыл шаруашылығы саласында топырақ, өсімдік, су және тыңайтқыш құрамындағы түрліше металдарды анықтауда кеңінен қолданылуда. Сол сияқты металлургия өндірісі зертханаларында кендердің аорганикалық құрамын анықтауда органикалық комплексондардың маңызы зор. Ал, Бозашы жарты аралы мұнайы құрамында Менделеевтің периодтық жүйесінде табиғатта кездесетін металдардың барлығы да бар, бұл бағытта олардың мөлшерін анықтауда комплексондардың ролі зор.

Мұнай құрамынан алғаш рет А.Трейбс (1935) үлкен сақиналы қосылыстарды, порфириндерді бөліп алғаннан кейін, мұнайда әртүрлі мөлшерде кездесетін бұл қосылыстар табиғатына үлкен қызығушылық туды. Ол порфирин мен ванадийдің тұйық кешенді қосылысын анықтады [2]. Ғалымдардың ультракүлгін және көрінетін спектроскопия әдісімен, масс-спектрометр, хроматографиялық және ядролық магниттік резонанс (ЯМР) құралдары көмегімен зерттеулері мұнай құрамында порфириндердің екі тобы этиопорфириндер (ЭП), дезоксофиллоэритроэтиопорфириндер (ДФЭП) болатынын және олардың ванадий, никель иондарымен кешенді қосылыстар түзетінін анықтады (1-сурет) [3].

1967 жылы Д.Эрдман мұнай құрамындағы порфириндер VO^{2+} ионымен кешен жасақтайтынын және оларды *ванадилпорфириндер (VOП)* деп атауды ұсынды [4]. А.Трейбс схемасы (сұлбасы) бойынша, металдардың ДФЭП-мен кешені α - хлорофилден түзіледі және бұл схеманың ең соңғы сатысына магний ионының ығысып, оның ванадил ионымен алмасуы кіреді. Кейінгі зерттеулер VO -ДФЭП кешенінің құрамындағы қосымша изосақинаның қышқылды ортада және жоғарғы

температурада үзіліп, өте орнықты геминдік құрылымы бар VO-ЭП кешеніне айналатынын көрсетті. Олай болса, жер астындағы шикі мұнай құрамында ЭП кешені мөлшерінің көп болып, ДФЭП кешенінің аз мөлшерде болуы осы түрленумен түсіндіріледі. Мұнай құрамында хлорофилдік немесе геминдік құрылымы бар осы көрсетілген порфириндердің металл кешендерінің болуы мұнайдың биогендік жаратылысын ашуға үлкен дәлел болды.

Р. Насировтың (1977) Каспий маңы ойпатының тұз қабаты үстіндегі мұнайлар құрамын ЭПР спектроскопия әдісімен зерттеуі ванадил ионының негізінен порфириндердің 1-суретте көрсетілген екі түрімен байланысты екенін және олардың ең көп мөлшері бор және юра дәуірінде жасақталған Бозашы түбегі мұнайларында болатынын дәлелдеді [5]. Каспий маңы ойпатының тұз қабаты үстіндегі шөгінді тау жыныстары арасындағы мұнайлардың барлығында да әртүрлі мөлшерде осы хлорофилл және геминдік негіздегі ванадилпорфирин және никельпорфирин кешендерінің болуы, олардың өте ертедегі теңіз хайуанаттары мен өсімдік қалдықтарының ыдырауынан пайда болғанын айқын дәлелдейді.



1-сурет – Қаражанбас мұнайынан бөлініп алынған металпорфириндердің негізгі тобы: а) α – хлорофилдің және оның ыдырауынан пайда болатын VO – ДФЭП (M-2) кешенінің құрылысы; б) геминдік құрылымы бар этиопорфириннің (ЭП) ванадил VO^{2+} және Ni^{2+} иондарымен кешені

Қазақстан мұнайларының биогендік табиғаты ғалымдарды мұнай мен газды шөгінді тау жыныстарының терең кабаттарынан іздестіру ісіне бұрды, өйткені бұған дәлел – бізге белгілі

мұнай және газ кеніштерінің шөгінді қабаттары Каспий маңы ойпатының терең геологиялық қималарынан табылып отырғаны (Астрахань және Теңіз көмірсутекті кеніштері).

Масс-спектрокопия әдісі Бозашы түбегі мұнайында ванадил-порфириндердің VO-ЭП(М) және VO-ДФЭП(М-2) негізгі тобынан басқа олардың минор қатары деп аталатын М-4, М-6, М-8 т.б. гомологтық қатары болатынын дәлелдеді. Бұл мұнайларда барлық ванадилпорфириндердің 90%-ке жуығын М және М-2 гомологтық қатары құраса, ал қалған 10%-ке жуығын минор қатары құрайды. Осы көрсетілген порфирин гомологтарының бір түрін өте таза күйінде мұнай құрамынан бөліп алу өте күрделі процесс болғандықтан, ғалымдар порфириндердің кешендерін тек олардың үлкен сақинасы мен орталық металл иондары ғана роль атқаратын процестерге қолдануға баса көңіл бөлді. Қазіргі кезде мұнай өнімдерін жағу кезінде түзілетін түтінді газдардағы азот тотығын азотқа айналдырып, залалсыздандыру кезінде порфириннің металл кешендері тиімді катализатор (өршіткі) ретінде қолданылуда. Соңғы зерттеулер мұнайдан бөлініп алынған порфириндердің басқа да химиялық процестерге катализатор, сенсбилизатор және өндірісте жақсы жартылай өткізгіш болатынын дәлелдеді. Сондықтан өте қымбат тұратын бұл бағалы табиғи қосылыстарды шикі мұнайдан бөліп алып, пайдаланудың болашағы зор.

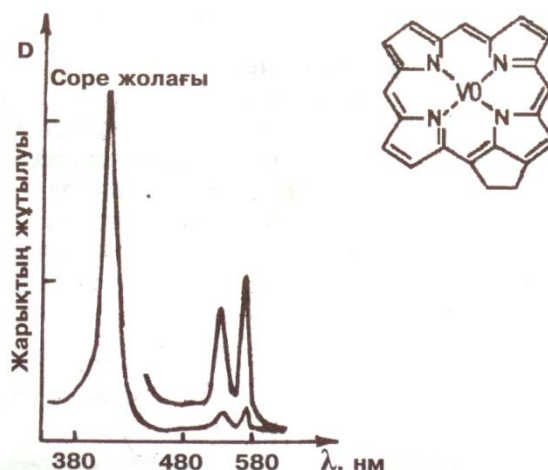
d элементтердің кешенді қосылыстарының түсі негізінен осы ауыспалы металл иондарының және оларға жалғасып тұрған лигандтердің табиғатымен және олардың электрондық құрылымымен анықталады. Кестеде кейбір *d* элемент иондарының судағы ерітіндісінің түстері берілген.

Кесте. Кейбір *d* элемент иондары сулы ерітіндісінің түсі

Ион	Түсі
Cu^{2+}	Аспан түсті көкшіл
Co^{2+}	Ақшыл қызғылт
Fe^{3+}	Сарғыш қоңыр
Ni^{2+}	Жасыл көк

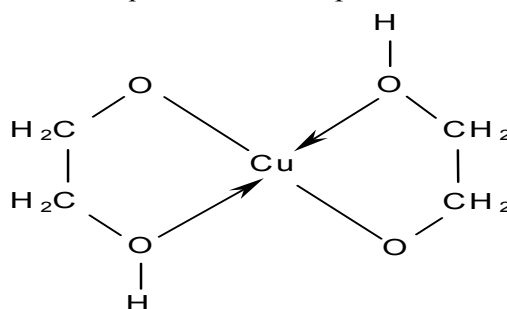
Қандай да болсын бір затқа күннен келген ақ жарық түскен кезде, ол жұтылмай кері шағылысса, онда ол зат бізге ақ болып көрінеді. Егер ақ жарық түгелдей дерлік затқа жұтылса, онда ол зат қара болып көрінеді. Егер жарықтың бір бөлігі затқа жұтылса, ал қалғаны шағылысса, онда ол зат бір түске ие болады. Мәселен, өсімдік түсі жасыл көк, ал адам қаны қызыл түсті, бұл неліктен? Өсімдік жапырағына жасыл көк түс беретін - хлорофилл, ал қанға қызыл түс беретін – гемоглобин. Өсімдік жапырағы құрамындағы хлорофилл негізінен сия көк, көк, сары және қызыл түсті сәулелерді жұтады, ал жасыл көк сәуле жұтылмай, шағылысады, сондықтан хлорофилл өсімдіктер жапырағын жасыл көк түске бояйды. Ал, гемоглобин болса, ол көрінетін жарықтың сия көк, жасыл көк, сары бөлігін жұтып, оның қызыл бөлігін шағылыстырады. Сондықтан ол қызыл түске ие болады.

Сонымен заттың түсі одан шағылысатын сәуленің толқын ұзындығымен анықталады. Осындай жағдай мұнай құрамынан бөлініп алынған ванадилпорфирин кешендерінде болады, олардың 2-суретте көрінетін жарықты жұту спектрі көрсетілген [6]. Бұл жұтылу спектрінің негізінде VOП кешендер түстерінің қызғылт болуы оңай түсіндіріледі. Аталған қосылыстардың түрліше түске ие болуы тек орталық металл ионы табиғатына ғана байланысты емес, сонымен қатар олардың лигандтерінде қозғалғыш π электрондардың болуына да тәуелді болады, олар жарықты жұту кезінде өздерінің қозу күйіне өтеді. Өйткені жоғарыда қарастырылған мұнайдан бөлініп алынған порфириндер жүйесінде, хлорофилде, гемде және B_{12} витаминінде өте қозғалғыш 15π электрондар жұбы бар және олардың саны $4n+2$ -ге тең болып, Хюккель ережесіне бағынады (мұндағы $n=7$ тең, Хюккель саны). Сонда π - электрондар саны $4 \cdot 7+2=30$ -ға тең болады.



2-сурет – Қаражанбас мұнайынан бөлініп алынған хлорофилл негізіндегі VO-ДФЭП-нің хлороформдағы күрең қызыл түсті ерітіндісінің көрінетін жарықты жұтуы

Мұндай тұйық кешенді қосылыстарға басқада органикалық қосылыстардың d элементтермен қосылысы, хелаттар немесе тістеуік тәрізді қосылыстары жатады. Рентген құрылымдық зерттеулердің көрсеткеніндей, мұндай қосылыстарда металл ионы ортада, ал оның екі жағында параллель жазықтықта тұйықты органикалық молекулалар орналасады. Мысалы, мыстың екі валентті ионы мен этиленгликоль өте орнықты кешен түзеді:



Кешен жасаушы ион лиганд ішінде шаянның қысқышына ұқсас байланыстармен қамтылады. Осыдан *хелат* деген атау шыққан. Бұл қосылыстар тобына ферроцен (дициклопентадиенилтемір) және дибензолхром сияқты “сэндвич” құрылымды қосылыстар жатады:

Өтпелі металдардың диароматты қосылыстармен кешені және ферроцен химиясы қазіргі кезде Ресей (А.Н.Несмеянов мектебі) және шетелдік (М.Рауш мектебі) ғалымдарының қажырлы еңбектері арқасында қарыштап дамуда. А.Н.Несмеянов және оның шәкірттері синтездеп алған ферроцен туындылары адам организмінде темір жетіспеген кезде болатын ауруды емдеуде жақсы нәтижелер берді.

Кейбір тұйық кешенді қосылыстар табиғатта кездеседі. Олардың ішіндегі маңыздылары: хлорофилл, гем және B_{12} - витамині.



V_{12} - витамині жануарлардың бауырынан бөлініп алынды. (Марк, 1948 ж.). Бұл өте қауіпті анемияны (қан аздық) емдейді. Хлорофилді (1960), ал V_{12} (1972) Р.Вудворд (американың химик-органигі) синтездеді, ол хлорофилді синтездегені үшін Нобель сыйлығын алды. Гемоглобин құрамына кіретін гемді Х.Фишер (1929 ж.). синтездеп, Нобель сыйлығына ие болды. Мұндағы орталық темір ионы оттегін координация жасатып оны бүкіл тірі организм қан тамырлары бойынша таратады. Табиғи кешенді қосылыстарға мұнай құрамында кездесетін ванадий мен никельдің порфириндермен кешенді қосылыстары жатады.

ӘДЕБИЕТ

- 1 Насиров Р. Жалпы және аорганикалық химия. Алматы: Ғылым, 2002. 361 с.
- 2 Treibs A. Chlorophyll and hemin derivatives in bituminous rock, petroleum, coals and phosphats rocks. // Justus Lied. Annal. Chem.-1935. V. 517. P. 172-196.
- 3 Серебренникова О.В. Эволюция тетрапиррольных пигментов в осадочных отложениях. -Новосибирск: Наука, 1988. 140 с.
- 4 Эрдман Д. Г. Геохимия высокомолекулярных неуглеводородных фракций нефти // Орг. геохимия. – М., 1967. – С. 105-120.
- 5 Насиров Р. Парамагнетизм нефтей и пород Прикаспия. – М.: Недра, 1993. – 128 с.
- 6 Насиров Р., Вельк О.Д. Изучение состава и структуры металлопорфиринов нефтей междуречья Волги и Урала//ЭИ серия нефтепромышленное дело. 1992. №6. С.15-21.

REFERENCES

- 1 Nasirov R. Zhalpy zhәне anorganikalыk himija. Almaty, Gylym 2002. 361 s.
- 2 Treibs A. Chlorophyll and hemin derivatives in bituminous rock, petroleum, coals and phosphats rocks. // Justus Lied. Annal. Chem.-1935. V. 517. P. 172-196.
- 3 Serebrennikova O.V. Jevoljucija tetrapirro'nyh pigmentov v osadochnyh otlozhenijah. -Novosibirsk: Nauka, 1988. 140 s.
- 4 Jerdman D. G. Geohimija vysokomolekuljarnyh neuglevodorodnyh frakcij nefti. // Org. geohimija. – М., 1967. – S. 105-120.
- 5 Nasirov R. Paramagnetizm neftej i porod Prikaspija. – М.: Nedra, 1993. – 128 s.
- 6 Nasirov R., Vel'k O.D. Izuchenie sostava i struktury metalloporfirinov neftej mezhdurech'ja Volgi i Urala//JeI serija neftepromyslovoe delo. 1992. №6. S.15-21.

Резюме

М.К.Нұрғалиева, Б.Қ.Құспанова, Р.Насиров

(Атырауский государственный университет имени Х.Досмухамедова)

ШИРОКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРАКТИКЕ

Сложные комплексы ванадила с порфирином используются в нефтяной геологии для биологического происхождения и миграции нефти, а в химии и агрономии лиганды - комплексоны применяются для обнаружения от многих d – металлов.

Ключевые слова: комплекс, слияние, сложный, реакция, результат.

Summary

Nurgalieva M.K., Kuspanova B.K., Nasirov R.

(Atyrau is a state university of the name H.Dosmuhamedov)

THE APPLICATION OF COMPLEX COMPOUNDS IN PRACTICE

Sophisticated vanadyl porphyrin complexes used in petroleum geology of biological origin and migration of oil, and in chemistry and agronomy ligands - chelators are used to detect many of the d - metals.

Keywords: complex, confluence, difficult, reaction, result.

Поступила 30.10.2013 г.

УДК 004.738:621.395.4

А.ТЕРГЕУСИЗОВА, А.ТОЙГОЖИНОВА

(Алматинский университет энергетики и связи, г.Алматы)

АНАЛИЗ ПЕРЕДАЧИ ГОЛОСОВОГО И ВИДЕОТРАФИКА В КОНВЕРГИРОВАННЫХ СЕТЯХ

Аннотация

Современные сети могут поддерживать конвергированные сервисы, где голосовой и видеотрафика объединены с трафиком данных. В докладе приведены методы управления в конвергированных сетях, качество обслуживания, потоковое видео, видео по запросу. Поддержка голосовых и видеопередач для удаленных работников.

Ключевые слова: конвергированные сети, голосовой трафик, видеотрафик, видео в реальном времени, потоковое видео, видео по запросу, удаленный пользователь.

Тірек сөздер: конвергирленген желілер, дауыс трафігі, бейнетрафик, нақты уақыттағы видео, топталған бейне, сұраныс бойынша бейне, қашықтағы қолданушы.

Keywords: converged network, voice traffic, video traffic, video, real-time video streaming, video on demand, remote user.

В прошлом каждая из служб телефонной, телевизионной и компьютерной сети данных требовала свою технологию для передачи характерного для этой службы коммуникационного сигнала. Кроме того, каждая служба имела свой набор правил и стандартов, гарантирующих успешную коммуникацию и передачу сигналов по соответствующим средствам соединения.

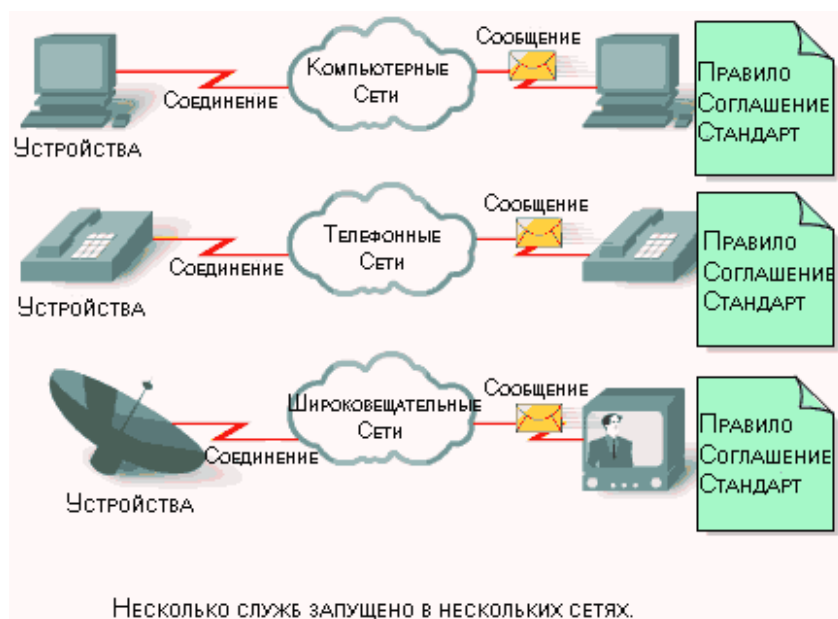


Рисунок 1 – Раздельные сети передачи данных

Технологические достижения и развитие сетей позволяют нам объединять эти обособленные сети в одну конвергированную сеть. Потоки звука, видео и данных, передаваемые по одной и той

же сети, исключают необходимость создавать и обслуживать отдельные сети. В конвергированной сети по прежнему существует множество точек соприкосновения и множество специализированных устройств – например, персональные компьютеры, телефоны, телевизоры, персональные помощники (PDA) и реестры точек розничных продаж – но только одна сетевая инфраструктура [1].

Управление конвергированными сетями

Методы управления голосовым и видеотрафиком в конвергированных сетях отличаются от методов управления другим трафиком, например, веб-трафиком (HTTP).

Качество обслуживания (служба QoS) в конвергированных сетях

Производительность сетей повышается, если служба QoS контролирует:

- задержку и дрожание;
- выделение полосы пропускания;
- параметры потерь пакетов.

Конвергированным сетям требуется устойчивая производительность и функции безопасности, чтобы регулировать конфликтные требования трафика. По этой причине механизмы службы QoS являются обязательными.

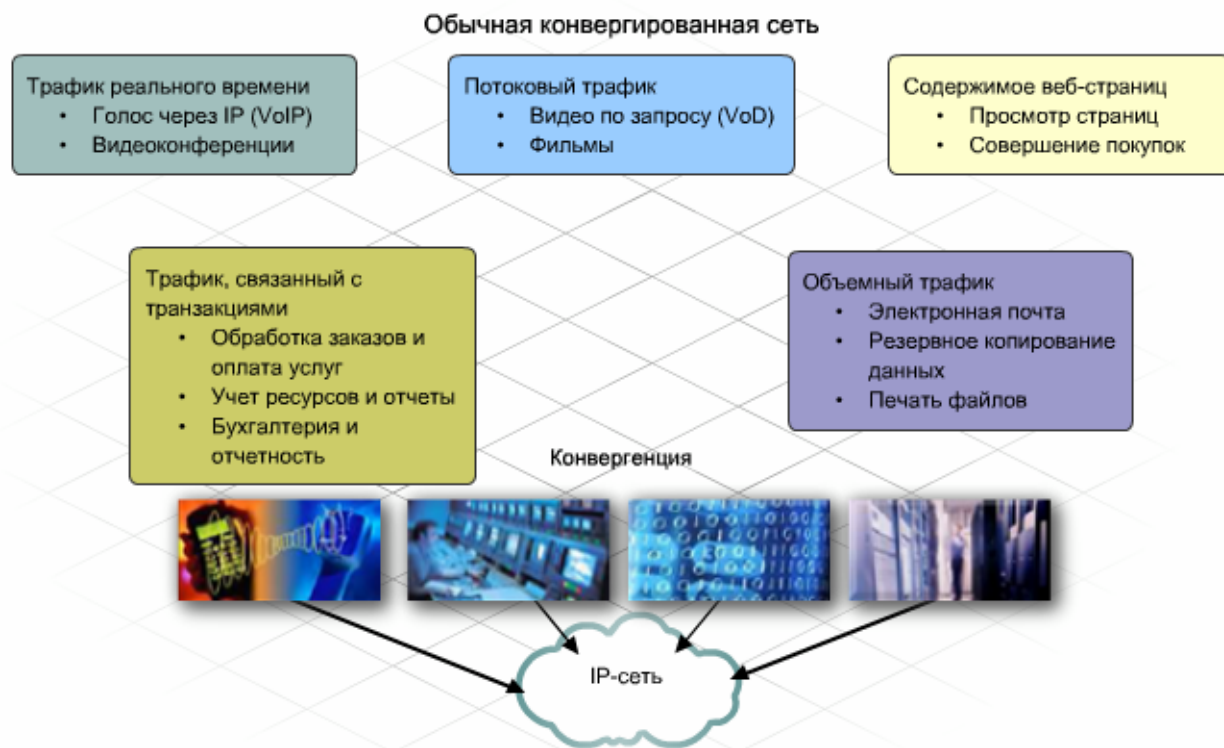


Рисунок 2 – Конвергированная сеть

Повышенная полоса пропускания позволяет пользователям сети воспроизводить на своих компьютерных системах звук и видео. Видео можно просматривать в режиме реального времени или по запросу (VoD).

Видео в реальном времени

Видео в реальном времени или потоковое видео позволяет пользователям просматривать содержимое еще до поступления всех медиапакетов на их компьютеры. При просмотре потоковых медиафайлов время ожидания отсутствует, они доступны немедленно в форме непрерывного потока пакетов данных. Потоковое видео устраняет необходимость в хранении больших медиафайлов или в выделении места для хранения файлов до их проигрывания. Видеосигнал в реальном времени часто отправляется в форме многоадресных пакетов многим пользователям одновременно.

Видео по запросу

В случае с видео по запросу пользователи могут либо воспроизвести, либо загрузить все содержание в кэш-память своего компьютера перед просмотром. Загрузка всего видеофайла перед просмотром также называется пересылкой с буферизацией. Этот метод позволяет минимизировать нагрузку на системные ресурсы. Установка сервера для направления медиапоток в кэш-память компьютера позволяет пользователям сохранять содержимое, чтобы просмотреть его позже. Отправка видео по запросу выполняется в форме одноадресных пакетов конкретному пользователю, запросившему видео.

Поддержка голосовых и видеопередач для удаленных работников

Развитие технологий обеспечивает работникам большую свободу с позиций, как и где они работают.

Чтобы воспользоваться ресурсами центрального узла и обменяться с ним данными, удаленный работник, филиал или мобильный пользователь должен иметь хотя бы одно WAN-подключение к центральному узлу. Требования к полосе пропускания для WAN-подключения зависят от типа сетевых ресурсов, которые необходимы пользователям для работы. Если удаленные работники являются пользователями сети IP-телефонии, может понадобиться удаленная установка системы распределения вызовов. Разработчик сети должен решить, требуется ли удаленным работникам одновременный доступ к видеоресурсам. Такой доступ влияет на полосу пропускания. Например, потоковое видео может использоваться для корпоративных собраний. Чтобы принять эти проектные решения, необходимо также рассчитать полосу пропускания для WAN-подключения центрального узла.

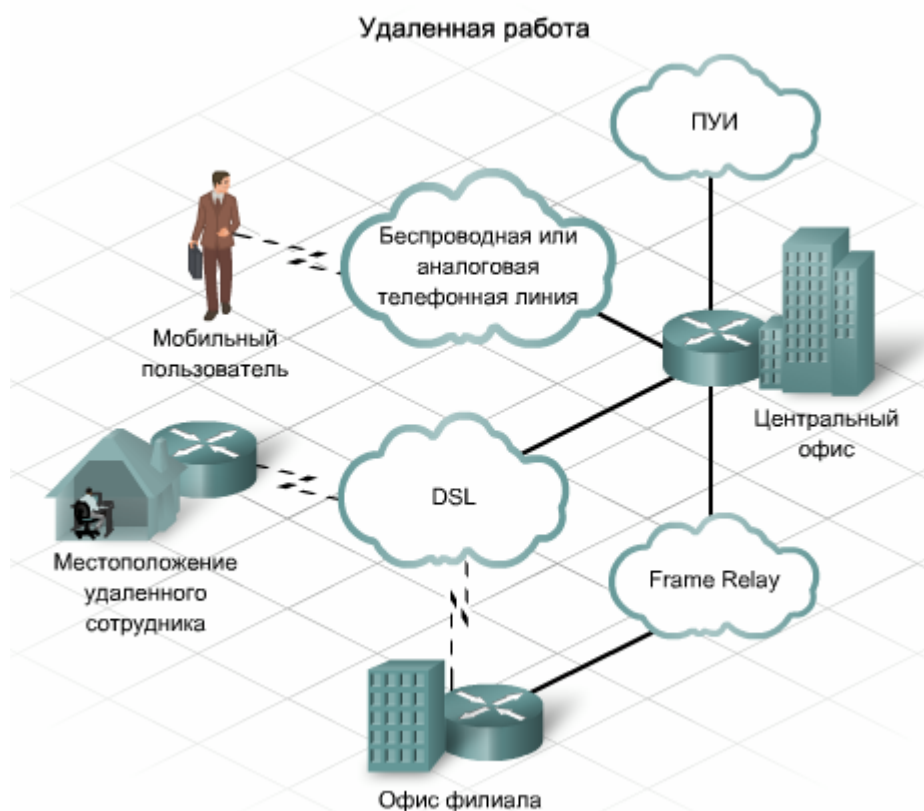


Рисунок 2 – Схема подключения удаленного сотрудника

Высокоскоростное подключение к сети Интернет - хорошее решение для удаленных работников. Его легко настроить в удаленных учреждениях, и оно доступно во многих гостиницах.

Иногда единственным решением удаленного доступа для мобильных работников может быть только асинхронное подключение через модем. В поездках работники могут использовать ПК с модемом и доступную телефонную линию для подключения к корпоративному узлу.

WAN-подключения в узлах удаленных работников имеют следующие возможности:

- асинхронное коммутируемое соединение;
- ISDN BRI;
- кабельные модемы;
- цифровая абонентская линия DSL;
- беспроводная и спутниковая связь;
- сеть VPN [2].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 <http://okitgo.ru/network/razvitie-setej.html>
- 2 Официальный сайт программы Сетевых Академий Cisco (учебный портал) <http://cisco.netacad.net>
- 3 Амато Вито. Основы организации сетей Cisco., том 1 и 2.: Испр. Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004.
- 4 Программа сетевой академии Cisco CCNA 1и 2. Вспомогательное руководство. 3-е изд. С испр.: пер. с англ. – М.: Вильямс, 2005. – 1168с.
- 5 Кульгин М. Компьютерные сети. Практика построения. Для профессионалов. 2-издание. – СПб.: Изд-во «Питер», 2003.

REFERENCES

- 1 <http://okitgo.ru/network/razvitie-setej.html>
- 2 Oficial'nyj sajt programmy Setevyh Akademij Cisco (uchebnyj portal) <http://cisco.netacad.net>
- 3 Amato Vito. Osnovy organizacii setej Cisco., tom 1 i 2.: Ispr. Per. s angl. – M.: Izdatel'skij dom «Vil'jams», 2004.
- 4 Programma setevoj akademii Cisco CCNA 1i 2. Vspomogatel'noe rukovodstvo. 3-e izd. S ispr.: per. s angl. – M.: Vil'jams, 2005. – 1168s.
- 5 Kul'gin M. Komp'juternye seti. Praktika postroenija. Dlja professionalov. 2-izdanie. – SPb.: Izd-vo «Piter», 2003.

Резюме

Тергеусізова А., Тойгожинова А.

(Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ.)

КОВЕРГИРЛЕНГЕН ЖЕЛІДЕГІ ДАУЫС ЖӘНЕ БЕЙНЕТРАФИКТІҢ ТАРАЛУЫНА ТАЛДАУ ЖАСАУ

Қазіргі заманғы желілер конвергирленген қызметтерге қолдау көрсете алады, мұнда дауыс және бейнетрафик мәліметтер трафигімен бірге таратылады. Ұсынылып отырған баяндамада конвергирленген желіде қолданылатын қызмет көрсету сапасының, топталған бейнені тарату, сұраныс бойынша берілетін бейнені жеткізу және басқарудың әдістері келтірілген. Қашықтағы жұмысшылар үшін дауыс және бейнетрафикке қолдау көрсету жолдары келтірілген.

Тірек сөздер: конвергирленген желілер, дауыс трафигі, бейнетрафик, нақты уақыттағы бейне, топталған бейне, сұраныс бойынша бейне, қашықтағы қолданушы.

Summary

Tergeusizova A., Tojgozhinova A.

(Almaty is an university of energy and connection, g.Almaty)

ANALYSIS OF VOICE AND TRAFFIC IN A CONVERGED NETWORK

Modern networks can support converged services, where voice and video combined with traffic data. The paper presents methods of management in converged networks, quality of service, streaming video, video on demand. Support for voice and video broadcasting for remote workers.

Keywords: converged network, voice traffic, video traffic, video, real-time video streaming, video on demand, remote user.

Поступила 05.11.2013 г.

УДК 577.21:577.2

В.Г. НИГМАТОВА, А.К. ХАНСЕИТОВА, С.П. ВАРЧЕНКО,
Т.Н. МИРОШНИК, Т.С. БАЛМУХАНОВ, Н.А. АЙТХОЖИНА

(РГП «Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А.Айтхожина»КН МОН РК, Алматы)

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ЛОКУСА rs2420946 ГЕНА *FGFR2* ПРИ РАКЕ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В ОСНОВНЫХ ЭТНИЧЕСКИХ ГРУППАХ КАЗАХСТАНА

Аннотация

Проведено сравнение распределения генотипов и частот аллелей в полиморфном участке rs2420946 гена *FGFR2* между пациентами с раком молочной железы (n=291) и контролем (n=201) в казахской и русской этнических группах с использованием при статистической обработке результатов различных моделей наследования. В русской этнической группе значимых различий в распределении генотипов и частотах аллелей между пациентами с диагнозом рак молочной железы (РМЖ) и контролем не выявлено. В казахской группе при использовании рецессивной модели наследования обнаружены статистически достоверные отличия ($\chi^2=4.10$; $P=0.04$) в распределении генотипов между больными и контролем и значения OR для рискованного генотипа CC составляло 1.65 (CI 95%: 1.01 – 2.69). Анализ полученных результатов, проведенный с применением доминантной модели, не выявил статистически достоверных различий в казахской группе. Распределение частот генотипов в контрольных казахской и русской этнических группах укладывалось в уравнение Харди-Вайнберга. В выборке пациентов казахской национальности обнаружено теоретически объяснимое отклонение распределения генотипов от уравнения Харди-Вайнберга ($\chi^2=6.74$; $P=0.009$).

Ключевые слова: рак молочной железы, полиморфизм, ген *FGFR2*.

Тірек сөздер: сүт безі ісігі, полиморфизм, *FGFR2* гені.

Key words: breast cancer, polymorphism, *FGFR2* gene.

В настоящее время в мире интенсивно проводятся исследования, направленные на установление связи между онкологическими заболеваниями и индивидуальными особенностями пациентов, обусловленных структурной организацией их геномов. Одним из подходов к установлению такой связи является поиск и выявление достоверных ассоциаций полиморфных изменений генома с развитием заболевания. Группа генов, кодирующих рецепторы факторов роста фибробластов (fibroblast growth receptor - *FGFR*), привлекают внимание исследователей в связи с их потенциальной возможностью служить мишенью для терапевтического воздействия у пациентов страдающих раком молочной железы (РМЖ). Так как тирозинкиназные рецепторы, к которым относится *FGFR*, играют важную роль в процессах клеточной пролиферации, дифференциации, апоптоза и ангиогенеза структурные изменения в генах этих рецепторах могут влиять на развитие опухолей.

Ген, кодирующий *FGFR2*, расположен на хромосоме 10q и является геном супрессором опухоли, экспрессия которого значительно повышена в 5-10% опухолевых клеточных линий [1]. Помимо этого, в опухолях первичного РМЖ обнаружено увеличение копийности этого гена [2].

Сплайсинговые варианты мРНК гена *FGFR2* кодируют различные трансляционные продукты, которые участвуют в процессах сигнальной трансдукции и трансформации в клеточных линиях опухоли. В 2007 году было проведено полногеномное исследование ассоциаций GWAS (genome wide association study) среди женщин европейских популяций, которое из более чем из пятисот тестированных однонуклеотидных полиморфизмов выявило четыре однонуклеотидных полиморфизма (SNP - single nucleotide polymorphism) во втором интроне гена *FGFR2*, которые обладали высоким уровнем ассоциации с РМЖ [3].

В связи с тем, что степень ассоциации различных полиморфизмов с заболеванием, обнаруженная в результате полногеномного скрининга, значительно варьирует, вплоть до полного её отсутствия или, в отдельных случаях, даже противоположного действия для подтверждения и определения их диагностической ценности SNP проводятся исследования по типу «случай-контроль» (“case-control”). В настоящей работе представлены результаты исследования ассоциации полиморфизма С/Тв участке rs2420946 второго интрона гена *FGFR2* с РМЖ в казахской и русской этнических группах Казахстана.

Материалы и методы

В качестве объекта использована цельная венозная кровь 201 пациента с клинически подтвержденным диагнозом РМЖ и 291 образец крови практически здоровых доноров без онкологических заболеваний по семейному анамнезу. Средний возраст больных РМЖ в казахской группе составил 47.7 ± 11.5 лет, в русской - 53.2 ± 11.6 года; средний возраст в контрольной казахской группе - 47.9 ± 10.5 и 47.6 ± 10.8 лет в русской.

Выделение ДНК проводили с использованием китов производства «Ахуген», США. При проведении амплификации и электрофореза использованы TaqDNA-полимераза и маркер молекулярной массы ДНК pUC19/Kzo9 производства «СибЭнзим», Россия.

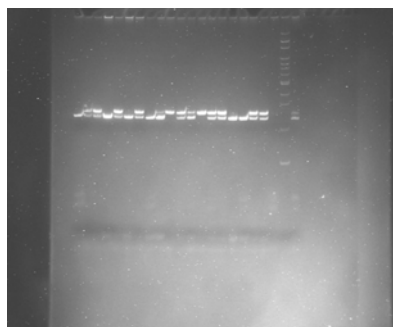
Полиморфизм rs2420946 гена *FGFR2* исследовали методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) и анализом полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПДРФ) с использованием в реакции олигонуклеотидных праймеров следующего состава: F: 5'-AAGCCCTCAGACGACAGAAA - 3', R: 5'-CTGCTCAACCTGGGATCTGT- 3'. Амплификацию проводили в следующем режиме: начальная денатурация 94°C - 5 мин, 30 циклов в следующем режиме (94°C - 1 мин, 63°C - 1 мин, 72°C - 1 мин), заключительная элонгация 72°C, 7 мин.

Достоверность различий в распределении генотипов и частотах аллелей рассчитывали с помощью критерия Пирсона (χ^2), распределение генотипов в выборках проверяли на соответствие уравнению Харди-Вайнберга (HWE). В качестве индикатора степени связи между наблюдаемыми значениями аллелей и генотипов использовали отношение шансов (odds ratio - OR), доверительный интервал (confidence interval - CI). Точный тест Фишера был использован в случаях, когда значения частот генотипов были неравноценно распределены среди ячеек таблицы (одно из значений – менее 6). При обработке результатов использованы программы Microsoft Excel и Statistica 2007.

Результаты и обсуждение

В представленном исследовании, проведенном методом «случай-контроль» определено распределение генотипов и частоты аллелей в полиморфном участке rs2420946 гена *FGFR2* в группе пациентов со sporadическим РМЖ и в группе здоровых доноров.

В результате ПЦР образуется амплифицированный фрагмент второго интрона гена *FGFR2* размером 269 пар нуклеотидов. При наличии аллеля Св изучаемом участке присутствует сайт рестрикции для рестриктазы *AspLEI* и после её проведения образуются фрагменты с размерами 244 и 25 пар нуклеотидов (п.н.). Аллелю Т (отсутствие сайта рестрикции) соответствует фрагмент размером 269 п.н. (Рисунок 1).



Дорожки 1, 4 – гомозиготы по аллелю Т (генотип ТТ), дорожки 2, 3, 5, 6, 9, 10 – гетерозиготы (генотип ТС), дорожки 7, 8 – гомозиготы по аллелю С (генотип СС), М – маркер молекулярной массы
Рисунок 1 - Продукты рестрикции фрагмента гена *FGFR2*

Результаты определения частоты аллелей и распределения генотипов в изучаемом участке в казахской этнической группе приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение генотипов и частоты аллелей полиморфизма rs2420946 гена *FGFR2* в казахской этнической группе

Аллели/ генотипы	Частота встречаемости		OR	CI (95%)	χ^2	P
	Пациенты РМЖ n = 138	Контроль n = 168				
С	0.612	0.554	1.27	0.92 – 1.76	2.15	0.14
Т	0.388	0.446	0.79	0.57 – 1.09		
СС	0.370	0.262	1.65	1.01 – 2.69	4.22	0.12
ТС	0.486	0.583	0.67	0.43 – 1.06		
ТТ	0.145	0.155	0.93	0.49 – 1.74		

Достоверных различий в распределении аллелей и генотипов между больными и здоровыми лицами в казахской этнической группе обнаружено не было. Статистическая обработка результатов, проведенная с использованием доминантной модели наследования, не выявила достоверных различий в распределении генотипов и частотах аллелей, но при использовании в расчетах рецессивной модели наблюдались статистически достоверные различия в распределении генотипов ($\chi^2=4.10$; $P=0.04$). При этом значение отношения шансов (oddsratio–OR) для рискованного генотипа СС составило 1.65 (95% при CI 1.01 – 2.69). Распределения генотипов в казахских группах больных и здоровых укладывалось в уравнение Харди-Вайнберга.

Данные, полученные при аналогичном тестировании в русской этнической группе, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение частот аллелей и генотипов полиморфизма rs 2420946 гена *FGFR2* в русской этнической группе

Аллели/ генотипы	Частота встречаемости		OR	CI (95%)	χ^2	P
	Пациенты РМЖ n = 63	Контроль n = 121				
С	0.548	0.591	0.84	0.54 – 1.29	0.64	0.43 (0.064)
Т	0.452	0.409	1.19	0.77 – 1.84		
СС	0.190	0.306	0.53	0.26 – 1.12	3.76	0.15(0.164)
ТС	0.714	0.570	1.88	0.98 – 3.63		
ТТ	0.095	0.124	0.74	0.27 – 2.02		

*В скобках указаны значения P после коррекции по тесту Фишера.

В русской этнической группе контрольная выборка укладывалась в уравнение Харди-Вайнберга ($\chi^2 = 1.81$; $P=0.18$), но в выборке пациентов было обнаружено достоверное отклонение в распределении частот генотипов от уравнения Харди-Вайнберга ($\chi^2 = 6.74$; $P=0.009$). Использование для обработки результатов как доминантной, так и рецессивной модели наследования не выявило в данной группе статистически значимых различий.

В масштабном мета-исследовании, осуществленном в 2013 году, было показано, что rs 2420946 наряду с другими полиморфизмами является рисковым фактором для развития РМЖ [4]. Однако степень его ассоциации с заболеванием является различной в зависимости от принадлежности к европейской, азиатской или африканской популяции [4]. Ранее, в комбинированном исследовании, выполненном с использованием мета-анализа, анализ пула и полногеномного сканирования также была выявлена ассоциация сайта rs2420946 с риском возникновения РМЖ, наряду с двумя другими полиморфизмами гена *FGFR2*- rs2981582, rs1219648, но авторы, к сожалению, не дифференцировали изученные группы по этнической принадлежности [5].

Полученные нами данные не выявили популяционных особенностей в распределении частот аллелей и генотипов по данному полиморфизму в казахской и русской этнических группах Казахстана.

Ген *FGFR2* включен в эстроген-зависимый карциногенез, наиболее выраженная ассоциация этого полиморфизма с заболеванием проявляется в эстроген-позитивных опухолях РМЖ, в которых его экспрессия повышена [4].

Наиболее выраженные ассоциации (величины *P* не превышают 0,01) четырех полиморфных вариантов гена *FGFR2*, включая полиморфизм в участке rs2420946 с РМЖ продемонстрированы в еврейской популяции Израиля, в то время как в арабской популяции той же страны данные ассоциации представлены лишь в виде тренда [6].

Полученные в результате приведенного исследования данные указывают на то, что использование в предиктивных целях полиморфных вариантов, выявленных в различных мировых популяциях, требует обязательного тестирования их частот в конкретных этнических группах заключение о возможности его использования в качестве маркера РМЖ в основных этнических группах Казахстана можно будет сделать при условии включения в анализ дополнительных параметров, включая, в частности, гормональный статус.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Moffa A.B., Tannheimer S.L., Ethier S.P. Transforming potential of alternatively spliced variants of fibroblast growth factor receptor 2 in human mammary epithelial cells // *Mol. Cancer Res.* 2004. V. 2(11). P. 643-652.
- 2 Kadota M., Sato M., Duncan B. et al Identification of novel gene amplifications in breast cancer and coexistence of gene amplification with an activating mutation of PIK3CA // *Cancer Research.* 2009. V. 69. P. 7357-7365.
- 3 Hunter D.J., Kraft P., Jacobs K.B., et al. A genome-wide association study identifies alleles in *FGFR2* associated with risk of sporadic postmenopausal breast cancer // *Nat Genet.* 2007. V. 39(7). P. 870-874.
- 4 Wang H., Yang Z., Zhang H. Assessing interactions between the associations of fibroblast growth factor receptor 2 common genetic variants and hormone receptor status with breast cancer risk // *Breast Cancer Res Treat.* 2013. V. 137(2). P. 511-522.
- 5 Peng S., L? B., Ruan W., et al. Genetic polymorphisms and breast cancer risk: evidence from meta-analyses, pooled analyses, and genome-wide association studies // *Breast Cancer Res Treat.* 2011. V. 127(2). P. 309-324.
- 6 Raskin L., Pinchev M., Arad C. et al. *FGFR2* is a Breast Cancer Susceptibility Gene in Jewish and Arab Israeli Populations // *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* 2008. V. 17. P. 1060-1065.

REFERENCES

- 1 Moffa A.B., Tannheimer S.L., Ethier S.P. Transforming potential of alternatively spliced variants of fibroblast growth factor receptor 2 in human mammary epithelial cells // *Mol. Cancer Res.* 2004. V. 2(11). P. 643-652.
- 2 Kadota M., Sato M., Duncan B. et al Identification of novel gene amplifications in breast cancer and coexistence of gene amplification with an activating mutation of PIK3CA // *Cancer Research.* 2009. V. 69. P. 7357-7365.
- 3 Hunter D.J., Kraft P., Jacobs K.B., et al. A genome-wide association study identifies alleles in *FGFR2* associated with risk of sporadic postmenopausal breast cancer // *Nat Genet.* 2007. V. 39(7). P. 870-874.
- 4 Wang H., Yang Z., Zhang H. Assessing interactions between the associations of fibroblast growth factor receptor 2 common genetic variants and hormone receptor status with breast cancer risk // *Breast Cancer Res Treat.* 2013. V. 137(2). P. 511-522.
- 5 Peng S., L? B., Ruan W., et al. Genetic polymorphisms and breast cancer risk: evidence from meta-analyses, pooled analyses, and genome-wide association studies // *Breast Cancer Res Treat.* 2011. V. 127(2). P. 309-324.
- 6 Raskin L., Pinchev M., Arad C. et al. *FGFR2* is a Breast Cancer Susceptibility Gene in Jewish and Arab Israeli Populations // *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* 2008. V. 17. P. 1060-1065

Резюме

Нығматова В.Г., Хансейітова А.К., Варченко С. П., Мирошник Т.Н., Балмұханов Т.С., Айтқожина Н.Ә.

(РМК «М.Ә.Айтқожин атындағы Молекулалық биология және биохимия институты»
 ҒК БҒМ, Алматы)

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ НЕГІЗГІ ЭТНИКАЛЫҚ ТОПТАРДЫҢ СҮТ БЕЗІ ІСІГІ КЕЗІНДЕГІ FGFR2
 ГЕНІНІҢrs2420946 ЛОКУСЫНЫҢ ВАРИАБЕЛЬДІЛІГІ

Сүт безі ісігіне шалдыққан (n=291) және бақылау (n=201) орыс және қазақ этникалық топтарының FGFR2 генінің rs2420946 полиморфты ауданында аллельдермен генотиптердің таралу жиіліктерін тұқымқуалаушылық үлгілерінің әр түрлі статистикалық өңдеулерін пайдалана отырып салыстырмалы түрде зерттелді. Орыс этникалық тобында бақылау топпен СБҚІ шалдыққан науқастар арасында аллельдер мен генотиптердің таралуы бойынша айтарлықтай айырмашылықтар анықталмады. Қазақ тобында тұқымқуалаушылықтың рецессивті үлгісін пайдаланғанда СБҚІ шалдыққан және бақылау топтары генотиптердің таралуы бойынша айқын айырмашылықтар анықталды ($\chi^2=4.10$; P=0.04) және СС тәуекел генотипінің OR мәні 1.65 (CI 95%: 1.01 – 2.69) тең болды. Доминантты үлгіні пайдаланғанда қазақ тобында статистикалық айқын айырмашық анықталмады. Қазақ және орыс бақылау топтарындағы генотиптерінің таралуы Харди-Вайнберг шегіне сәйкес болды. Теориялық тұрғыдан түсіндірмесі бар қазақ ұлтты пациенттердің таңдамасындағы генотиптердің таралуының Харди-Вайнберг ($\chi^2 =6.74$; P=0.009) шегінен ауытқуы анықталды.

Тірек сөздер: сүт безі ісігі, полиморфизм, *FGFR2* гені.

Summary

Nigmatova V. G., Hanseitova A. K., Varschenko S. P., Miroschnik T. N., Balmukhanov T.S., Aitkhozhina N. A.

(M. A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and BiochemistryThe Committee of Science,
 the Ministry of Education and Science Republic of Kazakhstan, Almaty)

VARIABILITY OF rs2420946 LOCUS OF FGFR2 GENE IN BREAST CANCER
 IN THE MAJOR ETHNIC GROUPS IN KAZAKHSTAN

A comparison of the distribution of genotypes and allele frequencies at a polymorphic site of rs2320946 of FGFR2 gene between patients with breast cancer (n = 291) and control (n=201) in the Kazakh and Russian ethnic groups using the statistical of different models of inheritance for the analysis of the results was carried out. In the Russian ethnic group, no significant differences in the distribution of genotypes and allele frequencies between patients with a diagnosis of breast cancer and control were identified. In the Kazakh group using a recessive inheritance model statistically significant differences ($\chi^2=4.10$; P=0.04) in the distribution of genotypes between patients and controls were found. The values of odds ratio (OR) for the risk CC genotype was 1.65 (CI 95%: 1.01 - 2.69). Analysis of the results, carried out with the use of the dominant model revealed no statistically significant differences in the Kazakh group. The distribution of genotype frequencies in the Kazakh and Russian ethnic groups fit into the Hardy - Weinberg equation. In a sample of Kazakh patients theoretically explainable deviation of the distribution of genotypes from the Hardy - Weinberg equation ($\chi^2 =6.74$; P=0.009) was identified.

Key words: breast cancer, polymorphism, *FGFR2* gene.

Поступила 24.10.2013 г.

УДК 616.37+611.83

Ахметбаева Н.А., Булекбаева Л.Э., Демченко Г.А.

(РГП «Институт физиологии человека и животных» МОН РК, г. Алматы)

АДРЕНЕРГИЧЕСКИЙ НЕРВНЫЙ АППАРАТ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПРИ ОСТРОМ ПАНКРЕАТИТЕ

(Представлена академиком НАН РК К.Т. Ташеновым)

Для изучения адренергической иннервации поджелудочной железы был использован специфический гистохимический флуоресцентно-микроскопический метод выявления катехоламинов в тканях. У интактных крыс в поджелудочной железе выявлено наличие адренергического нервного сплетения в области главного протока железы. Основное нервное сплетение образуется вокруг органного кровеносного и лимфатических сосудов. Стенка органных сосудов имеет собственную адренергическую иннервацию. Адренергическое нервное сплетение вокруг крупных сосудов и собственный иннервационный аппарат в стенке этих сосудов образуют общую адренергическую нервную сеть в ткани поджелудочной железы. У животных при получении модели острого панкреатита наблюдали нарушение в симпатическом иннервационном аппарате поджелудочной железы. Изменение сосудодвигательной иннервации негативно отражается на функции органных сосудов. Выявлено кровенаполнение внутриорганых сосудов. Указанные изменения оказывают влияние на функцию поджелудочной железы. Полученные результаты исследования могут быть использованы в объяснении механизма регуляции секреторной функции поджелудочной железы.

Ключевые слова: панкреатит, адренергическая иннервация.

Кілт сөздер: панкреатит, адренергиялық нервтендіру.

Keywords: pancreatitis, adrenergic innervation.

Острый панкреатит является актуальной проблемой современной медицины. Он занимает третье место, уступая лишь аппендициту и холециститу. Больные острым панкреатитом составляют 4,86% всех больных, поступающих в стационар с хирургическими заболеваниями органов брюшной полости [1, 2].

Выделяют три взаимосвязанные группы причин острого панкреатита: механические, нейрогуморальные, токсикоаллергические. К нейрогуморальной группе факторов относят нарушение жирового обмена, системные заболевания сосудов, вторичные нарушения кровообращения, все стрессовые ситуации, в том числе гормональные и нейрогуморальные влияния.

Установлено [3], что деструктивный процесс в поджелудочной железе сопровождается выраженными расстройствами микроциркуляции с обязательным вовлечением в процесс внутри- и внеорганых лимфатических сосудов и узлов брюшной полости.

Поджелудочная железа выполняет смешанную функцию, одновременно участвуя в процессах пищеварения и являясь железой внутренней секреции. В ней различают головку, тело и хвост. Головка окружена 12-ти перстной кишкой. Снаружи она покрыта плотной капсулой. Внутри различают множество долек. Кровоснабжение происходит через панкреатодуоденальные артерии, которые отходят от верхней брыжеечной артерии или печеночной артерии. Венозный отток из железы происходит по панкреатодуоденальным венам. Они впадают в селезеночную вену и притоки воротной вены.

Парасимпатическая иннервация поджелудочной железы осуществляется ветвями блуждающего нерва, а симпатическая иннервация – ветвями чревного сплетения. Кроме ветвей чревного нерва, иннервация поджелудочной железы происходит за счет ветвей печеночного, селезеночного и верхнебрыжеечного сплетений. При раздражении чревных нервов, осуществляющих симпатическую иннервацию поджелудочной железы, ее сокоотделение тормозится (за счет активации β -адренорецепторов медиатором норадреналином). Но торможение секреции сопровождается накоплением секреторного материала в панкреатитах [4].

В литературе отсутствуют сведения по изучению адренергической иннервации поджелудочной железы, стенки внутриорганных кровеносных и лимфатических сосудов при остром панкреатите.

Целью нашего исследования явилось изучение адренергического нервного аппарата головки, тела, хвоста поджелудочной железы и внутриорганных сосудов.

Материалы и методы

Эксперимент проведен на 20 белых крысах массой 220-250 грамм. Животные были разделены на 2 группы. Первая группа (контрольная) – 10 здоровых животных. Вторую группу составили 10 белых крыс, у которых была создана модель острого панкреатита. Панкреатит вызывали введением через желудочный зонд смеси, состоящей из 4 мл. 96% спирта и 1 мл. 10% камфорного масла. Предварительно в течение суток соблюдалась голодная диета. Животным давали только воду [6].

Для изучения адренергического нервного аппарата головки, тела, хвоста поджелудочной железы применялся специфический гистохимический флуоресцентно-микроскопический метод выявления катехоламинов в тканях по методу Фалька в модификации В.А. Говырина с использованием глиоксалевой кислоты [5]. Готовили криостатные срезы с разных отделов поджелудочной железы толщиной 20 мкм. Препараты инкубировали в 2% растворе глиоксалевой кислоты на фосфатном буфере с рН 7,2. Затем срезы высушивали под теплой струей воздуха и термостатировали при 100°С с последующим осветлением и фиксацией 5% раствором полистирола на ксилоле. Препараты поджелудочной железы изучали с помощью флуоресцентного микроскопа Vision 300 с фотокамерой.

Результаты и обсуждение

Результаты нашего исследования показали, что адренергическая иннервация поджелудочной железы у интактных крыс представляет собой пространственную решетку с петлями, соответствующими по величине панкреатическим долькам разных порядков. В составе общего нервного сплетения обращает на себя внимание густая нервная сеть вокруг кровеносных сосудов, находящихся в междольковой и во внутريدольковой соединительной ткани. Адренергические сплетения вдоль кровеносных сосудов образуют в органе межсегментарные ответвления с яркой флуоресценцией. Стенка внутриоргального кровеносного сосуда имеет собственную адренергическую иннервацию. На срезе хорошо очерчены три слоя сосудистой стенки: интима, медиа, адвентиция. Пучки адвентициального адренергического нервного сплетения сосуда в области главного протока железы образуют непрерывный внутриорганный нервный аппарат. Перинсулярные нервные пучки и отдельные нервные волокна отдают внутрь островков тончайшие ярко флуоресцирующие ответвления.

В центре тела железы расположено адренергическое сплетение главного протока. Благодаря многократному переходу нервных волокон из одного пучка в другой, внутриорганный сплетение поджелудочной железы приобретает морфологическую непрерывность.

В устье главного протока железы отмечено наличие циркулярно расположенных гладкомышечных клеток, образующих его сфинктер. На серийных срезах устья протока поджелудочной железы, вступающего в двенадцатиперстную кишку, нами обнаружено наличие высокой плотности адренергической иннервации, которая сосредоточена также и в стенке кровеносных сосудов этого участка поджелудочной железы.

Известно, что постганглионарные нервные волокна, достигая поджелудочную железу через внутренностные нервы и чревное, верхнее брыжеечное, селезеночное и другие сплетения, сопровождают артерии железы. Селезеночное сплетение иннервирует тело и хвост поджелудочной железы, гастродуоденальное сплетение шейку и головку, а также нижний отдел общего желчного протока. Несколько адренергических волокон идут по блуждающему нерву и достигают чревного сплетения.

На криостатных срезах головки, тела и хвоста железы нами были выявлены более крупные пучки адренергических нервных волокон в теле поджелудочной железы. Эти нервные пучки адресованы, в основном, крупным артериолам (рис. 1 а,б).

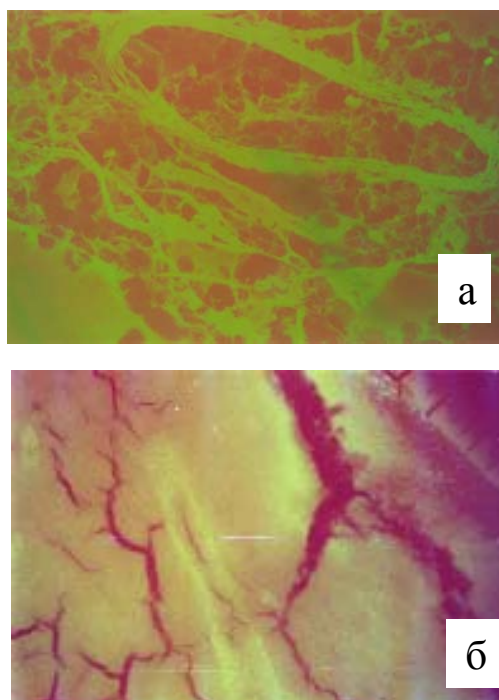


Рисунок 1. а - адренергическое нервное сплетение в промежутке между выводными протоками в области тела, б – главного протока поджелудочной железы интактной крысы
Об. 30, Ок. 6,3х

Таким образом, у интактных крыс в поджелудочной железе основное адренергическое нервное сплетение образовано в области главного протока железы вокруг органного кровеносного и лимфатического сосудов. Кроме того, стенка этих органных сосудов имеет собственную адренергическую иннервацию. Адренергическое нервное сплетение вокруг крупных сосудов и собственный иннервационный нервный аппарат в стенке этих сосудов образуют общую панкреатическую адренергическую нервную сеть.

Из наших данных следует, что в поджелудочной железе одним из основных источников симпатических влияний служат сосудистые нервы.

При остром панкреатите нами было обнаружено неспецифическое свечение соединительной ткани. Специфическая ярко зеленая флуоресценция, наблюдаемая в результате гистохимической реакции на катехоламины, снижалась на 70% по сравнению с нормой. Такое снижение флуоресценции наблюдалось как у нервных волокон, так и у варикозных утолщений, которые являются местом накопления норадреналина.

При остром панкреатите в поджелудочной железе крыс тонкие терминальные адренергические волокна местами были прерывистыми, а варикозные расширения нерегулярными.

При нарушении целостности концевых терминальных нервных волокон претерминальные адренергические нервные пучки сохранялись, однако, они имели низкое свечение. Видимо, выброс катехоламинов происходит по всему нервному волокну и во всех варикозных утолщениях, как претерминальных, так и терминальных. Следует отметить, что наряду с нарушениями, наблюдаемыми в адренергическом иннервационном аппарате внутриорганых сосудов, выявлялись изменения в гемомикроциркуляторном русле поджелудочной железы. При моделировании острого панкреатита в крупной доле поджелудочной железы нами отмечено кровенаполнение микрососудов поджелудочной железы, которые местами были в виде четок, что, возможно, свидетельствует о спазме сосудов (рис. 2).

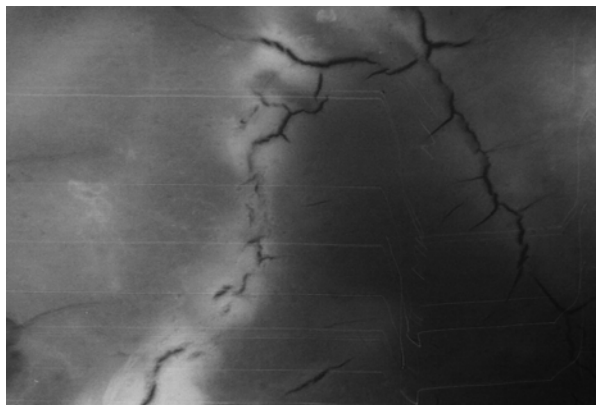


Рисунок 2 – Адренергическое нервное сплетение в промежутке между выводными протоками в области тела и кровенаполнения микрососудов поджелудочной железы при остром панкреатите
Об. 30, Ок. 6,3х

Известно, что расстройства гемодинамики наблюдаются уже через 1 час после моделирования острого панкреатита и быстро прогрессируют, достигая максимума к 24 часам [6].

Таким образом, при остром панкреатите наблюдается нарушение как в симпатическом иннервационном аппарате поджелудочной железы, так и в кровенаполнении внутриорганных сосудов, что оказывает влияние на функцию органа.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 *Нестеренко Ю.А., Лаптев В.В., Михайлузов С.В.* Диагностика и лечение деструктивного панкреатита. М.: 2007, С. 283-295.
- 2 *Шуляренко Е.С., Панкратов А.Ю.* Изменение состояния свертывающей системы у крыс при остром панкреатите // Всероссийская 69-я итоговая научная студенческая конференция, посвященная 200-летию со дня рождения Н.И. Пирогова. Томск: Сибирский государственный медицинский университет. 2010. С. 382-384.
- 3 *Савельев В.С., Буянов В.М., Огнев Ю.В.* Острый панкреатит. М.: Медицина, 1983. 240 с.
- 4 *Кузин М. И., Шкроб О. С., Кузин Н. М. и др.* Хирургические болезни. М.: Медицина, 2002. 784 с.
- 5 *Говырин В.А.* Адаптационно-трофическая функция сосудистых нервов // Развитие научного наследия акад. Л.А. Орбелий. Ленинград: Наука, 1982. С. 162-181.
- 6 *Гайворовский И.В., Петров С.В., Тихонова Л.П., Ефимов А.Л.* Гемоциркуляторное русло поджелудочной железы и радужной оболочки глаза при моделировании острого панкреатита в эксперименте // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2004. Т.3. С. 70-77.

REFERENCES

- 1 Nesterenko Ju.A., Laptev V.V., Mihajlusov S.V. *Diagnostika i lechenie destruktivnogo pankreatita*, **2007**, 283-295 (in Russ.).
- 2 Shuljarenko E.C., Pankratov A.Ju. *Vserossijskaja 69-ja itogovaja nauchnaja studencheskaja konferencija, posvjashhennaja 200-letiju so dnja rozhdenija N.I. Pirogova*. Tomsk: Sibirskij gosudarstvennyj medicinskij universitet, **2010**, 382-384 (in Russ.).
- 3 Savel'ev V.S., Bujanov V.M., Ognev Ju.V. *Ostryj pankreatit*, **1983**, 240 (in Russ.).
- 4 Kuzin M. I., Shkrob O. S., Kuzin N. M. i dr. *Hirurgicheskie bolezni*, **2002**, 784 (in Russ.).
- 5 Govyrin V.A. *Razvitie nauchnogo nasledija akad. L.A. Orbelij*, **1982**, 162-181 (in Russ.).
- 6 Gajvorovskij I.V., Petrov S.V., Tihonova L.P., Efimov A.L. *Regionarnoe krovoobrashhenie i mikroциркуляция*, **2004**, 3, 70-77 (in Russ.).

Summary

Akhmetbayeva N.A., Bulekbayeva L.E., Demchenko G.A.

(RSE «Institute of human and animal physiology» MES RK, Almaty)

ADRENERGIC NERVE APPARATUS OF THE PANCREAS UNDER ACUTE PANCREATITIS

For the study of the adrenergic innervation of the pancreas there was used the specific histochemical fluorescence-microscopic method for the detention of catecholamines in tissues. In the pancreas of intact rats there

was revealed the presence of adrenergic nerve plexus in the area of the main duct of gland. The main nerve plexus is formed around the blood and lymph vessels of the organ. The wall of the organ vessels has its own adrenergic innervation. Adrenergic nerve plexus around the large vessels and the own innervation apparatus in the wall of these vessels form a common adrenergic nerve network in the tissue of pancreas. In animals with the use of a model of acute pancreatitis there was observed a violation in the sympathetic innervation apparatus of pancreas. The change in vasomotor innervation causes a negative impact on the function of the organ blood vessels. There was revealed the vascular perfusion in the intraorganic vessels. The mentioned changes affect the function of the pancreas. The obtained results may be used to explain the mechanism of regulating the secretion of the pancreatic function.

Keywords: pancreatitis, adrenergic innervation.

Резюме

Ахметбаева Н.А., Бөлекбаева Л.Э., Демченко Г.А.

(«Адам және жануарлар физиологиясы институты» РМК БҒМ ҚР, Алматы қ.)

АСҚАЗАН АСТЫ БЕЗІНІҢ КҮРДЕЛІ ПАНКРЕАТИТ КЕЗЕҢІНДЕГІ АДРЕНЕРГИЯЛЫҚ НЕРВ АППАРАТЫ

Асқазан асты безінің адренергиялық нервтенділуін зерттеу, ұлпадағы катехоламинді анықтау үшін арнаулы гистохимиялық флуоресцентті-микроскопиялық әдістеме қолданылды. Интакт егеуқұйрықтардың асқазан асты безінің бас өзегінде орналасқан адренергиялық нерв торы анықталды. Органның қан мен лимфа тамырларын қоршаған нерв торы негізгі нервтелу болып саналады. Органның ішкі тамырлары өз қабатында адренергиялық нервтендіруге ие. Ірі тамырларды қоршаған нерв торымен тамырлардың өз қабатында орналасқан нерв торлары арқылы асқазан асты безінің жалпы нервтенділуі құрылады. Өткір панкреатит моделін қолдану арқылы асқазан асты безінің нервтенуінің бұзылуын байқадық. Тамырлардың қызметін қоздырушы нерв жүйесінің өзгеруі асқазан асты безінің қызметіне әсер етеді. Органның ішкі тамырлары қанмен тым толуы байқалды. Осы көрсетілген жағдайлар асқазан асты безінің қызметін төмендетеді. Зерттеу арқылы алынған нәтижелер асқазан асты безінің секреторлық қызметін реттеу механизмін түсіндіру үшін қолдануға болады.

Тірек сөздер: панкреатит, адренергиялық нервтендіру.

Поступила 11.10.2013 г

УДК 930.85; 94.574

Е.Б. СЫДЫКОВ, Ш.А. КУРМАНБАЕВА, Е.А. КУРМАНБАЕВ

(* Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Астана,
** Казахский гуманитарно-юридический инновационный университет, г. Семей)

УРОВНИ ЦИКЛИЧНОСТИ РАЗВИТИЯ ТЮРКСКИХ КОЧЕВЫХ ОБЩЕСТВ ЕВРАЗИИ¹

(Представлено академиком НАН РК Б.Е. Кумековым)

Аннотация

Рассмотрены факторы и этапы циклического развития кочевых обществ евразийских степей в древние и средние века. Освоение степных ландшафтов детерминировано, прежде всего, двумя факторами: кочевым способом хозяйствования (скотоводством), привязывавшем кочевников к ландшафтам аридных зон, и особенностями ландшафта и климатическими условиями, регулирующими площадь пастбищных угодий. Лимит пастбищ вынуждал выходить за пределы внутреннего круга кочевания, и в действие вступали иные факторы: мозаичность этноса, скрепляющая родовую структуру, и особая социально-политическая организация, базирующаяся на родовых отношениях. Тюрки-кочевники объединялись в союзы племен, завоевывали новые земли, образовывали кочевые империи. Развитие было нацелено на прохождение большого цикла по схеме кочевого возрождения: возникновение государственного образования – подъем – расцвет – могущество, затем – стагнация – распад – гибель. По этой схеме осуществлялась эволюция тюркских кочевых империй, каганатов. Кочевые племена возвращались во внутренний круг кочевания, чтобы впоследствии, дойдя до лимита роста, вновь выйти во внешний круг кочевания, пережить периоды всевластия и процветания, а потом – столь же длительные века упадка и беславия.

Ключевые слова: степи Евразии, древние тюрки, факторы и циклы кочевания.

Түйін сөздер: еуразияның даласы, ежелгі түріктер, көшіп жүрудің факторлары мен кезеңдері.

Keywords: steppes of Eurasia, ancient Turks, factors and cycles of nomadism.

Способность к возрождению, то есть умение выживать в экстремальных природных и геополитических условиях, обретать устойчивое развитие и идти к процветанию, присуща в истории многим культурам, не только тюркскому миру. Динамика возрождения в любом случае разная, что естественно. Каждая культура создавала свои формы бытия, наилучшим образом соответствующие занятой экологической нише. И в немалой степени это справедливо по отношению к кочевым культурам, существование которых целиком зависело от адаптации к географической среде и оптимальной утилизации скудных ресурсов аридной зоны. Особая цикличность развития тюркских кочевых обществ, обусловленная специфичными факторами возрождения, позволяющая четко выделить последовательные миграционные этапы, составляет предмет исследования в настоящей статье.

Исследователи номадизма справедливо полагают, что кочевое скотоводство – наиболее эффективный способ использования аридных зон планеты [1]. Кочевничество, по сути, вросло в живую ткань природы, превратилось в ее органичную часть. И природа, в свою очередь, стала ответным фактором кочевого возрождения. Освоение степных ландшафтов Евразии в древнее время и средние века тюркоязычными кочевыми обществами являет пример экологичного бытия в суровых природных условиях.

¹ Статья подготовлена по гранту Республики Казахстан, номер госрегистрации 0112РК02908.

Феномен тюркского возрождения

Понятие тюркского возрождения в древнее время и средневековье обосновывается многочисленными историческими источниками и археологическими находками, свидетельствующими о непрерывной череде многовековых последовательных и параллельных процессов подъема, расцвета, могущества, а затем падения и распада союзов племен и кочевых империй. На месте гибнущих древних государств составлявшие их тюркские племена и рода образовывали со временем новые союзы, которые вырастали в каганаты и империи, чтобы вновь достигнуть могущества, а впоследствии пережить распад.

Выдающиеся древние литературные произведения – два больших тюркских рунических текста (Северная Монголия): выбитые в камне надписи в честь Бильге-кагана (род. в 683 г.) и Кюльтегина (685–731) несут огромный заряд энергии, побуждающий и сегодня верить в сакральную предопределенность тюркского возрождения. «Когда было сотворено вверху голубое небо и внизу темная земля, между обоими были сотворены сыны человеческие. Над сынами человеческими воссели мои предки Бумын-каган и Истеми-каган. Сев на царство, они поддерживали и устраивали племенной союз и установления тюркского народа», – так эпически начинается Большая надпись в честь Кюльтегина [2]. Надпись поэтична, стиль возвышен, а смысл повествования – в непреложности тюркского бытия и неизбежности прихода других поколений. Старинные рунические надписи, высеченные в камне, свидетельствуют о несомненной способности древних тюрков к возрождению и обновлению. Причем функционален лишь исторический образ, ибо концепция возрождения подразумевает наличие кочевого способа хозяйствования. А он был присущ кочевым обществам прошлого, но в гораздо меньшей степени сохранился на просторах Евразии сегодня.

Как бы то ни было, способность тюркских кочевых племен вновь и вновь выживать в жестокой борьбе с соседями, адаптироваться к экстремальным условиям аридной экосистемы, соблюдая особую кочевую стратегию природопользования, объединяться и вырастать до кочевых империй позволяет судить о тюркском возрождении как о закономерном явлении в этногенезе кочевых сообществ Евразии.

Разумеется, корректнее было бы говорить вообще о кочевом возрождении, не сужая исследование только тюркским миром. Однако нигде роль кочевников не была так велика, как в истории Евразии. И никакой другой народ не доминировал так часто на территории Евразии, как тюрки, если предполагать под этой дефиницией многочисленные племена и этносы древности, средневековья и современности, имеющие корневое языковое родство.

Определенно можно говорить о Западной Европе и Юго-Восточной Азии как о регионах, не испытавших заметного влияния в истории со стороны кочевников Евразии. А вот в Центральной Азии и Восточной Европе влияние кочевников было огромно. Кроме того, кочевники активно воздействовали на региональное развитие в течение продолжительных исторических периодов в Южной и Восточной Азии, на Ближнем и Среднем Востоке. И нередко в событиях доминировали именно тюрки-кочевники. Например, о значении кочевников на Ближнем и Среднем Востоке обычно судят в контексте отношений земледельцев и горожан с кочевыми скотоводами-бедуинами, тесно связанными между собой по причинам экологического и исторического порядка [3, с. 484-485]. Однако история мамлюков, которым в 1250 г. удалось захватить власть в Египте, меняет привычные представления. В 1260 г. мамлюки под предводительством Кутуза и султана Бейбарса разбили монгольскую армию при Айн-Джалуте и отвоевали Сирию, включая Дамаск. В 1419 г. мамлюки подчинили эмират Караманидов. Лишь в 1517 г. государство мамлюков было сломлено турками, но при этом сохранило привилегированный статус [4]. А ведь мамлюки Египта были рекрутированы из юношей-рабов в основном тюркского происхождения. И хотя следует признать справедливым мнение о том, что мамлюкская система была феноменом не кочевого, а оседлого, исламского общества, трудно забыть, что мамлюки по происхождению были тюрками-кыпчаками, то есть выходцами из страны Дешт-и-Кыпчак – так называлась евразийская степь в древности. Кыпчаком (тюрком) из рода берш (беріш) был и султан Бейбарс (1223–1277).

Безусловно, значительную роль играли кочевники Евразии в Китае. На протяжении более трех тысяч лет они оставались фактором постоянного давления на Китай. С III в. до н.э. до конца III в. н.э. земледельческий Китай и кочевые общества скотоводов-хуннов, существовали рядом [5]. Каждый этнос жил в своем ландшафте, но в совокупности с соседями входил в суперэтнические

конструкции. В кочевой мир входили, кроме хуннов, тюркоязычные сяньби, цяны (кочевые тибетцы), малые юечжи, усунь, кыпчаки, другие племена. Нередко кочевники правили и обновляли династические циклы Поднебесной. Часто вторжения носили деструктивный характер. Однако известные технологические достижения Китая позволяли ему демонстрировать способность к возрождению, но иной природы, нежели кочевое возрождение.

Высока роль тюрков-кочевников в истории индийского субконтинента. Конечно, тюрк Махмуд Газневи (971–1030), эмир и падишах государства Газневидов, оставил недобрую славу, опустошив Северную Индию в семнадцати походах. Под флагом священного джихада против неверных он подчинил Восточный Иран, южную часть Средней Азии, Хорезм, овладел богатствами всего Джамна-Гангского двуречья, а также княжества Анхилвара (Гуджарат). Тем не менее вклад тюрков в развитие Индии значителен. В империи Великих Моголов в том числе тюркскими зодчими были возведены мавзолей Тадж-Махал и Жемчужная мечеть в Агре, мечеть Джами Масджид в Дели, тронные залы Диван-и-Ам, Диван-и-Хас в Фатехпур-Сикри. Первый премьер-министр Индии Джавахарлал Неру (1889–1964) писал: «Завоевание Индии тюрками, афганцами и Моголами привело к быстрому развитию связей Индии со Средней и Западной Азией. В XV веке (примерно в эпоху европейского Возрождения), при Тимуридах, в Самарканде и Бухаре, находившихся под сильным влиянием Ирана, начался расцвет культуры. Правитель династии Тимуридов Бабур вышел из этой среды и воцарился на делийском троне... Могольские правители Индии поддерживали теснейшую связь с Ираном, и множество ученых и художников прибывало из-за границы искать славы и богатства при блестящем дворе Великого Могола» [6].

Методологическое примечание: разумеется, не все тюрки – кочевники, не говоря о том, что не все кочевники Евразии – тюрки. Но особая роль тюрков в истории Евразии позволяет сконцентрировать внимание на тюркских кочевых племенах и сообществах. Тюрки не только играли роль посредников, но и развивали собственную культуру, которая известна в значительно меньшей степени, чем культура оседлых стран. «Причина, конечно, не в том, что тюрки и другие кочевые племена были менее одарены, чем их соседи, – писал Л.Н. Гумилев, – а в том, что остатки их материальной культуры – войлок, кожа, дерево и меха – сохраняются хуже, чем камень, а потому среди западноевропейских ученых возникло ошибочное мнение, что кочевники были “трутями человечества” (Виоле ле-Дюк). Ныне археологические работы, проводимые в южной Сибири, Монголии и Средней Азии, ежегодно опровергают это мнение, и вскоре наступит время, когда мы сможем говорить об искусстве древних тюрков. Но еще более, чем материальная культура, поражают исследователя сложные формы общественного бытия и социальные институты тюрков: эль, удельно-лестничная система, иерархия чинов, военная дисциплина, дипломатия, а также наличие четко отработанного мировоззрения, противопоставляемого идеологическим системам соседних стран» [7].

Тема возрождения необъятна. Ограничим ее тюркским кочевым возрождением. Оно исторично и циклично. Тюркские кочевые союзы племен, вождества и империи веками развивались, достигали расцвета, а потом распадались, чтобы составлявшие их племена впоследствии вновь шли к вершинам, но уже в составе других союзов племен и каганатов.

Цикличность кочевого бытия

В мире многое циклично и устроено по закону подобия. Старинные концепции, несомненно, отражают первые смутные подозрения ученых о цикличности истории. Китайский историк Сыма Цянь (145–90 гг. до н.э.) принцип цикличности сформулировал кратко: «Путь трех царств кончился и снова начался» [8].

Кочевое возрождение, понимаемое как историческое развитие, в принципе взаимосвязано с цикличностью кочевого способа хозяйствования, что отмечалось неоднократно: «Динамичность экологической ниши, занятой кочевничеством, определялась прежде сезонно-зональным характером функционирования и локализации практически всех ресурсных элементов среды обитания, – писал, например, Н.Э. Масанов. – Зональность почв и растительного покрова, ландшафтная градиация в сочетании с сезонным характером продуктивности биоценозов, выпадения атмосферных осадков и полноводности водных источников, облачности, термического режима и циркуляции воздушных масс являлись в совокупности ведущим фактором в развитии и становлении номадизма. Особенно важную роль играл фактор посезонной продуктивности

растительного покрова, в наибольшей степени побуждавший скотоводов к периодическим миграциям» [9, с. 30]. Аридность климата, недостаточность кормов и воды требуют от кочевников сезонных перемещений в поисках пастбищ. Поэтому кочевой образ жизни тюркских племен, особая цикличность бытия, когда племена и отдельные семьи кочевников постоянно возвращались на места прежних зимовок и летовок, – это наиболее эффективный способ адаптации к изменчивости природных ресурсов среды обитания, возможность обеспечить скот кормами и водопоями [10]. А там, где скот, там для кочевника – жизнь.

Таким образом, сезонное движение со скотом по замкнутому контуру ареала кочевания – это первый, внутренний и наиболее очевидный цикл кочевого бытия.

В результате абсолютной зависимости кочевого образа жизни от природно-климатических условий на поступательное развитие кочевого общества начинали оказывать влияние ограничительные факторы. Лимитировался прирост населения, что усугублялось межплеменными войнами. При натуральном хозяйстве территория может прокормить ограниченное количество людей, входящих в геобиоценоз как верхнее, завершающее звено. Чрезмерный прирост населения вел к истощению природных ресурсов, а попытки расселения – к жестоким конфликтам. Переселение же в далекие страны было достаточно сложно.

О цикличном и лимитированном характере кочевого способа хозяйствования известно издревле, об этом писали и пишут все серьезные исследователи номадизма. Согласно обзору А.М. Хазанова, еще Фредерик Барт и ряд других ученых считали проблему лимита развития вопросом баланса между численностью населения, наличием природных ресурсов (корм, вода) и поголовьем скота [11]. «Экстенсивный характер экономики не допускает постоянного решения проблемы баланса за счет интенсификации производства и тем самым обрекает кочевое скотоводство на стагнацию», – считает А.М. Хазанов [3, с. 155-156], и с ним можно согласиться по первому положению, но не по второму. Достигнув насыщения в допустимом ареале кочевания, стада не росли в численности. Это сдерживало прирост населения. Но называть такое положение стагнацией, то есть неподвижным состоянием, вряд ли правильно. Лимит роста способствовал цикличности бытия. Численность населения была стабильной, благодаря чему сохранялись природные ресурсы степей. Но пребывание в состоянии лимита развития невыносимо, и в древности кочевники чаще всего пытались решить проблему силовыми методами, путем захвата новых территорий. В случае успеха обеспечивались два преимущества: приобретение новых пастбищных земель и ослабление нагрузки на используемые земли. Но начинали действовать другие механизмы цикличного развития, приводившие к росту, войнам, завоеваниям, к созданию больших империй, а затем и падению союзов племен.

Считается, что создание и распад кочевых империй – это непреодолимый барьер, детерминированный жесткими экологическими условиями аридных степей [9; 12; 13]. Поэтому можно говорить о цикличности процессов социальной эволюции у кочевников-скотоводов [14, с. 113]. Но сами кочевники просто жили, приспособившись к суровым условиям жизни в степи. И в какие-то периоды времени действительно могли оказаться на разных этапах развития, а то и вообще выпадали из эволюционного процесса, разгромленные соседями, спасаясь с остатками племени и скота в отдаленных горных ущельях.

Но в целом достаточно ясно выделяются главные факторы, которые не только ограничивали рост численности кочевого общества, но и опосредовали цикличность бытия и кочевое возрождение. Основных факторов два – природные условия и кочевой способ хозяйствования. Они же обнажают неожиданную сторону кочевого общества и кочевого способа хозяйствования: стабильность предельной численности населения, которая почти не менялась веками и тысячелетиями. Например, численность населения у древних хунну и количество скота сопоставимы с численностью монголов начала XX в. и поголовьем стад [13, с. 264-265; 15]. В частности, количество скота на душу населения у хуннов, обитавших на территории современной Монголии, совпадает с количеством скота на душу населения у монголов Автономной Монголии в 1918 г.: 19 и 17,8 голов соответственно [16]. Другой факт: хотя по сравнению с 1918 г. население Монголии к 1960 г. удвоилось, численность населения в степи осталась практически неизменной. Прирост населения приняли города [17].

Устойчивая численность кочевий является следствием глобальной цикличности бытия. Кочевой мир должен был возвращаться раз за разом в свои пределы. И эта устойчивость создает у

исследователей иллюзию замедленности развития кочевого общества, ведь они изучают повторяющуюся из года в год однообразную жизнь с сезонными кочевками по извечным родовым маршрутам кочевания. А.М. Хазанов в 1975 году писал: «Л.Н. Гумилев усматривает в тысячелетиями стабильной численности народонаселения у кочевников “оригинальный способ этнического существования, непохожий на привычные нам, но отвечающий потребностям самих кочевников” [18]. Я вижу в этой стабильности еще одно доказательство тупикового и застойного характера кочевнической экономики» [13, с. 266].

У казахского исследователя Ч.Ч. Валиханова (1835–1865) в работе «Записка о судебной реформе» есть строки: «Народ наш имеет богатую и не лишенную поэтических достоинств растительную литературу, более близкую к индогерманскому эпосу, чем к восточным произведениям этого рода» [19]. В тексте академического издания редактор к словам «растительную литературу» сделал сноску: «Искажение переписчика, должно быть: *замечательную литературу*». Между тем никакого искажения, скорее всего, нет. Чокан Валиханов не ошибался. Растительная литература... растительная, замедленная жизнь. Нечто подобное заметил Лев Гумилев у Ильи Эренбурга в описании французских крестьян: «И.Г. Эренбург устами своего героя – французского школьного учителя определяет их так: “Это не люди, это злаки”, чем, незаметно для себя, формулирует влияние ландшафта на этнос, в аспекте физической географии» [20].

Правильно ли считать, что народы, не преобразовывающие природу, примитивны или малоразвиты? Хунны, древние тюрки и монголы создавали устойчивый быт, своеобразную технику, литературу, свою государственность. Постоянно соприкасаясь с китайцами, они не заимствовали письменность, социальные институты или обычаи. Самобытность кочевников определялась способом ведения хозяйства, приспособленным к кормившему их степному ландшафту. Кочевники составляли неотъемлемую часть ландшафта. Именно сочетание климатических и ландшафтных условий, а также способ хозяйствования в совокупности с социально-политическими факторами, а не «тупиковый» характер экономики, обусловили ограничение численности населения кочевых империй и союзов племен Евразии.

Между тем ряд исследователей продолжает связывать спасение древних и средневековых кочевых обществ Евразии с внешним миром, с инкорпорированием кочевников в структуру оседлых государств: «Для того чтобы перешагнуть рубеж, отделяющий ранние государства от более развитых, кочевое общество должно было быть интегрированным (по крайней мере, частично) в единую социально-экономическую и политическую систему с оседлым. В результате кочевое государство превращалось в государство, созданное кочевниками, но покоившееся на земледельческой и городской основе... У государств, созданных кочевниками евразийских степей, всегда был кочевой хинтерланд. Кочевники этого хинтерланда нередко повторяли цикл развития, уже пройденный их предшественниками. Этим, наряду с рядом иных причин, объясняется не только обратимость социально-политических процессов у кочевников, но и обратимый, преходящий характер самой их государственности» [3, с. 407-408]. То есть цикличность в развитии кочевых обществ в данном случае понимает как периодическое интегрирование в структуру оседлых государств и постепенное растворении среди земледельцев и горожан. И вердикт: «С уверенностью можно утверждать лишь одно: возврат к традиционному кочевому скотоводству не только нежелателен по причинам социального и иного порядка, но и просто едва ли реален в начале XXI века, когда мир вступает в эпоху экономической (а в известной мере даже культурной) глобализации» [3, с. 59].

Концепция зависимости кочевников от оседлых культур находит крайнее выражение в теории даннических отношений кочевников и покоренного ими оседлого населения, которые реализуются в не всегда упорядоченных вассально-даннических формах коллективной зависимости и эксплуатации: «Стабильность степных империй напрямую зависела от умения высшей власти организовывать поставку шелка, земледельческих продуктов, ремесленных изделий и изысканных драгоценностей с оседлых территорий. Поскольку эта продукция не могла производиться в условиях скотоводческого хозяйства, получение ее силой или вымогательством было первоочередной обязанностью правителя кочевого общества. Будучи единственным посредником между Китаем и Степью, правитель хуннского общества имел возможность контролировать перераспределение получаемых из Китая добычи, “подарков” и дани, посредством чего он

усиливал свою собственную власть. Одновременно это позволяло ему сохранять империю, которая не могла существовать на основе экстенсивной скотоводческой экономики» [14, с. 129]. Завоевательная политика и военная добыча много значили в жизни кочевников. Но насколько была высока роль дарообмена в историческом развитии кочевых обществ? Действительно ли покорение оседлых земледельцев и вымогание дани шагом к ассимиляции в оседлой среде, которая и завершала очередной цикл кочевого развития?

Есть известные примеры. Китайские чиновники советовали своим императорам пользоваться политикой «пяти искушений», считая, что варваров можно легко развратить подарками [21]. Того же мнения был и Плано Карпини, монах-минорит, совершивший в 1245–1247 гг. путешествие к монголам по заданию Папы Иннокентия IV: «Как князья, так и другие лица, как знатные, так и незнатные, выпрашивают у них много подарков, а если они не получают, то низко ценят послов, мало того, считают их как бы ни во что; а если послы отправлены великими людьми, то они не желают брать от них скромный подарок, а говорят “Вы приходите от великого человека, а даете так мало?”» [22, с. 40].

Между тем считается, что монгольские правители демонстрировали презрительное отношение к богатству. Часто приводится пример о том, как Хулагу-хан, взяв Багдад в 1258 г., пытался заставить плененного халифа есть золото из его сокровищниц. Халиф возразил, что золото несъедобно. Хулагу в гневе воскликнул: «Почему ты тогда это копил, вместо того чтобы отдать своим воинам!» [23]. Что, впрочем, не помешало Хулагу потопить Багдад в крови и забрать с собой все золото халифата. «В конце дня, в среду 14 числа месяца сафара лета 656 в деревне Вакф-дело халифа казнили вместе со старшим сыном и пятью слугами, которые при нем состояли», – сухо информировал Рашид ат-Дин [24].

Все же данничество в отношениях кочевников и подчиненного оседлого мира носило, видимо, вторичный характер, поскольку подарки от покоренных народов обычно демонстративно раздаривались или даже уничтожались кочевниками на праздниках [14, с. 271]. Возможно, правители и формировали через развитие обменных связей сеть зависимых лиц и должников, которые не могли сделать ответный подарок. Но дальше дело не шло. Быть определяющим фактором эволюции кочевого общества данничество не могло. Поэтому не подчинение и завоевание оседлого населения с последующим растворением в среде горожан и земледельцев определяло циклический характер развития кочевых обществ – это было следствием, а не причиной. В первую очередь важнейшим фактором был кочевой способ хозяйствования, подчиняясь ритмам которого, шли кочевники евразийских степей по жизненному кругу – от рассвета до заката, от кочевья к кочевью, от одних степных пространств к другим в поисках счастья. И цикличность развития проявлялась на разных системных уровнях: в движении кочевых племен и родов по кругу кочевания, в пространственных миграциях с освоением новых территорий (западные завоевания, покорение оседлых культур) и в многовековых циклах зарождения, подъема, расцвета и последующего распада тюркских кочевых империй.

Факторы кочевого возрождения

Евразийская степь хорошо приспособлена для жизни кочевого человека. В статье «Изменение климата и миграции кочевников» Л.Н. Гумилев писал: «Наша планета имеет важную особенность – зональность. Для выяснения рассматриваемой проблемы из всех зон важна азиатская степь. Она как нельзя лучше приспособлена для жизни человека. Зеленый ковер калорийных трав поедается скотом, превращаясь в жирное мясо и мягкую шерсть. Кочевой быт позволял степнякам использовать все богатства природы и экономить силы, которые шли на создание оригинальной культуры, фольклора, мифологии и разнообразных социальных систем, как то: орд, племенных союзов, а позднее и теократий, способных противостоять агрессивным тенденциям цивилизованных земледельческих государств, в первую очередь Китая. Полоса пустынь отделяет степь от Китая и в древности служила барьером против китайских войск, врывавшихся в степи. Несмотря на грандиозные усилия династий Хань, Суй и Тан, истощивших свою богатую и многолюдную страну, хунны, тюрки и уйгуры смогли отстоять свою независимость, а монголы в XIII в. перенесли войну в Китай и одержали полную победу» [25]. В этот текст ученый не стал помещать информацию о поражениях кочевников Великой степи, о падении кочевых империй и распаде тюркских каганатов. Наверное, он прав, ибо за гибелью союзов кочевых племен неизменно

шло возрождение, после заката всегда наступал восход. А источники кочевого возрождения просматриваются ясно; это – природа степи и кочевой быт, кочевой способ хозяйствования. Другой фактор – социально-политическая организация – достаточно общая категория, присущая любым государственным образованиям, проявляющая, конечно, свои особенности в тюркском кочевом мире.

В разные эпохи родственные по языку прахунны, хунны (XI в. до н.э. – II в. н.э.), древние тюрки (V-IX вв.) и монголы (XII-XIV вв.) удерживали натиск Китая на границе степей. Эти схожие достижения были результатом сочетания одних и тех же природных условий и социально-политических обстоятельств. У хуннов, тюрков и монголов была одна и та же система кочевого хозяйства при резких колебаниях климата, плюс необходимость постоянного сопротивления агрессии – ханьской, танской, минской. Отсюда – сходство характера социальных отношений и этнических целостностей, которое подтверждается родством языка основных родовых групп.

О наличии тюркоязычных сообществ в среде прахуннов и хуннов существует много отрывочных сведений. Тюркоязычные народы в западной части Центральной Азии были известны в глубокой древности начиная с III в. до н.э., когда термина «тюрк», вероятнее всего, еще не существовало. Единого народа, говорившего по-тюркски, историей не зафиксировано, но в среде хуннов говорили на тюркских диалектах. Французский этнограф Ж.-П. Абеля-Ремюза (1788–1832) считал, что когда китайцы говорят о народах тюркских, то относят их к потомкам хунну: «Если вероятно, что империя Хунну, рассматривая на всем ее большом протяжении, заключала в себе многие тунгусские, монгольские, сибирские, готские и, может быть, финские племена, тем не менее, можно сказать наверно, что главное ядро и господствующий народ были тюрки» [26]. Кроме Абеля-Ремюза из тюркской принадлежности хуннов исходил Ю. Клапрот. В чистом виде эта гипотеза впервые была обоснована в статьях К. Сиратори в начале XX в. [27]. В частности, Куракити Сиратори доказывал, что известные хуннские слова – тюркские, и единственная хуннская фраза, дошедшая до нас, – тюркская [28]. Финские ученые М. Рамстедт и М. Кастрен высказывали мнение, что хуннский язык был общим для предков тюрков и монголов [29]. Л. Лигети оставил вопрос о хуннском языке открытым, ссылаясь на то, что хуннское слово, обозначающее, в его понимании, «сапоги», известное в китайской транскрипции, звучит как «сагдак» и не имеет аналогий ни в тюркских, ни в монгольском языках [30]. Остается заметить, что слово «сагдак» (садак, саадак, сагадак, согодак) на всех тюркских языках означает набор вооружения конного лучника. Сам Лигети указывал, что сомнения в тюркоязычии хуннов основаны на анализе «культурных слов», которые часто оказываются заимствованными, что объяснимо, поскольку контакты хуннов с соседями было длительными. Кроме слова «сагдак», китайские источники содержат несколько десятков хуннских терминов и личных имен, многие из которых допускают тюркские и персидские этимологии.

Что касается тюркской составляющей в Монгольской империи, то она не менее значительна, если учесть, что монголами, по сути, в ту пору были и многочисленные тюркские племена, входившие в состав Монгольской империи.

До сих пор нет удовлетворительного определения понятия «монгол». Однако стоит обратить внимание на формулу Л.Н. Гумилева: «Монголы – условное название для группы монголоязычных племен. Самое слово “монголы” возникло из политического термина XIII в., означавшего сторонников Чингисхана» [31]. Несмотря на противоречивость суждения (если есть монголоязычные племена, то должны быть монголы, но их нет: название условно), ученый не ошибался: «монгол» – не этноним. Уточнения пытался дать академик Б.Я. Владимирцов (1884–1931). Он писал в 1922 г.: «В XII веке пространства, лежащие на север от Китая и Восточного Туркестана, составляющие теперь южную полосу Сибири и Монголию, были населены разными племенами кочевников и звероловов. Большинство этих племен принадлежало к монголам, но в ту пору они сами себя еще не называли монголами. Впоследствии все они приняли это имя, монголами же называют себя и их потомки, сохранившиеся до сих пор, монголами же их, разумеется, называет и европейская наука, причем на основании разных этнографических признаков, по языку, например, признает монголов народом, родственным туркам (тюркам) и манджуро-тунгузам» [32]. Однако позже, в 1929 г., Б.Я. Владимирцов в каноническом труде «Сравнительная грамматика монгольского письменного языка и халхаского наречия» иначе объяснял, что следует понимать под монгольским языком: «Монголы говорят на многих наречиях

и говорах. Общего же монгольского языка не существует вовсе... Все монголы по языку говорят на монгольских наречиях, на монгольских говорах, в той или иной степени отличающиеся друг от друга» [33]. Ученый не смог обнаружить монгольского языка в первой трети XX в. – «монгольского языка не существует вовсе» (сегодня монгольским языком принято считать язык халха – самого многочисленного этноса Монголии), не нашел его и в эпоху Монгольской империи, встречая в основном следы тюркских наречий. Но тогда правы, скорее всего, те, кто определяет слово «монгол» как политический термин². И в таком понимании Монгольская империя, основанная Чингисханом, – *Yeke Mongyol ulus* (воспроизведено в транскрипции П. Пеллио с печати Гуюк-хана [22, с. 194]), Улус Великих Монголов – это союз не только тюркских племен, как в существовавших до нее тюркских каганатах, а держава многих разноязычных племен, в том числе тюркоязычных. Были в составе империи и маньчжуроязычные племена. Тысячи отрядов составляли империю. И слово «монгол» означало принадлежность к империи, достойное в ней представительство. Быть монголом в Монгольской империи было так же почетно, как быть римлянином в Римской империи. По сути, монголы – это имперское воинство. Римского языка не существовало, были языки разных народов Римской империи. Точно так же не существовало монгольского языка (Б.Я. Владимирцов прав). В Монгольской империи были в ходу разные языки, но государственным, судя по ряду исторических памятников, был один из диалектов тюркского языка. И поэтому, анализируя кочевое возрождение в эпоху Монгольской империи, можно с достаточным основанием говорить о тюркском кочевом возрождении, ибо тюркские племена составляли основу империи, пережили с ней взлет, победы, могущество и славу, высочайшее напряжение и смертельную усталость, распад и одиночество.

Резюмируем: жизнь кочевников извечно правилась двумя императивами – кочевым способом хозяйствования (кочевым скотоводством) и экологией (ландшафтом и климатическими условиями). Именно они, точнее, прежде всего они, повелительно принуждали рода и племена ежегодно кочевать по оптимальным маршрутам, обеспечивающим жизнь скоту и людям. Эти два императива сближали вождей племен, и они создавали кочевые государства – племенные союзы и великие каганаты, бросали свои армии на крепостные стены городов соседних государств, подчиняя земледельцев и горожан, и шли на Запад, чтобы «завоевать весь мир». Именно эти особенности развития кочевого общества позволяют говорить о тюркском возрождении в историческом измерении.

Мысль не нова, фрагментарно она издавна присутствует во многих изысканиях. Еще в девятнадцатом веке российские исследователи подмечали природную обусловленность почти всех сторон кочевого способа хозяйствования казахов [34]. М. Красовский писал в 1868 году: «Кочевой образ жизни народа есть следствие территориальных особенностей степи, способствующей разведению домашнего скота и более или менее препятствующей развитию всех остальных отраслей промышленности» [35]. А уже в первой трети XX в. Н. Мацкевич рассуждал о гармоничном характере кочевого хозяйства казахов: «Казакское кочевое, скотоводческое хозяйство складывалось под влиянием своеобразной естественно-исторической обстановки и являет собой яркий пример приспособляемости человека в своей хозяйственной деятельности к природным условиям вообще, а также и к тем изменениям этих условий, которые происходят в результате воздействия на них деятельности человека» [36]. Системное заключение дал Н.Э. Масанов: «Функционирование кочевого скотоводческого хозяйства как особого типа производственной деятельности во многом детерминировалось географической средой. Поэтому кочевничество существовало только лишь в локальных пространственно-исторических границах с определенной амплитудой климатических условий жизнедеятельности в особых экологических нишах. Вследствие этого оно было тесно взаимосвязано с природными ресурсами среды обитания и посредством антропогенных процессов было органически включено в окружающую среду» [9, с. 21].

Свою типологию факторов кочевого возрождения в неявном виде предложил А.М. Хазанов: «Условно все виды скотоводства можно рассматривать как различные способы хозяйственной адаптации, параметры которой, если временно оставить в стороне социополитические факторы, в

² На тюркских языках «мың кол» означает многотысячную армию: мың кол (каз.) – тысяча отрядов, тысяча полков.

конечном счете определялись уровнем технологического развития и экологией. При этом кочевое скотоводство является формой крайне специализированной в хозяйственном и отчасти культурном отношении. В этом отношении его можно рассматривать как ответ на условия, диктуемые природно-географическим фактором, и притом ответ успешный, потому что из всех видов традиционного производящего хозяйства именно кочевое скотоводство смогло освоить и эксплуатировать потенциальные ресурсы обширных экологических зон» [3, с. 153]. В этом суждении к кочевым обществам Евразии имеет отношение в качестве фактора возрождения экология. А вот уровень технологического развития более показателен для полуоседлых и оседлых хозяйств. В кочевом скотоводстве технологии претерпели мало изменений в течение тысячелетий и мало нуждались в новациях. Поэтому правильнее выделять в качестве основного фактора кочевого возрождения не уровень технологического развития, а кочевой способ хозяйствования (кочевое скотоводство), что опосредуется динамикой исторического процесса. Так, на рубеже XI-X вв. до н.э. в степях Центральной Азии сложился комплекс кочевых этносов, в котором ведущую роль играли хунны. В него в разное время входили также динлины, дунху, усунь, кочевые тибетцы. Много сил хунны тратили на противостояние с Китаем, сумев сохранить целостность державы до конца I в. н.э. Разгромленные сяньбийцами в 93 г., они раскололись на четыре части. Одна часть смешалась с сяньбийцами, вторая ушла в Семиречье, третья – еще дальше, в Европу, а четвертая часть вошла в Китай, где и распалась. Многовековая история борьбы древнего народа хунну за жизненное пространство отчетливо воспринимается как часть вполне определенного этапа кочевого возрождения.

Следующий подъем тюркоязычных кочевых этносов имел место в середине VI в. Результатом явилось создание Тюркского каганата, объединившего обитателей степей от северо-восточного Китая до Черного моря. По масштабам каганат превосходил хуннскую державу. За его двухсотлетнее существование до гибели каганата в 745 г. тюрки вели непрерывные войны с империями Суй и Тан, Ираном и Арабским халифатом, а также с завоеванными степными племенами, особенно с уйгурами. И вновь – очевидное соответствие ритмам кочевого возрождения. Тюркский каганат прошел все этапы циклического развития: рост численности племен до определенных пределов, расцвет, могущество в составе каганата, а после – упадок, распад, переход в мозаичное племенное состояние.

Один из самых ярких исторических этапов кочевого возрождения – становление, могущество и последующий распад Монгольской империи. Что способствовало победам монголов? Почему за расцветом последовал распад? Более того, чем были вызваны многократный подъем и упадок других кочевых обществ, обладавших неизменно в течение нескольких тысячелетий одним типом хозяйства – кочевым скотоводством, которое мало нуждалось в технологических усовершенствованиях и оптимально приспособлено к ландшафту?

Могущество Монгольской империи венчало два тысячелетия развития кочевой культуры. Разнородные племена, в том числе тюрки, в составе монгольской армии, усиленные за счет ресурсов завоеванных стран, покорили две китайские империи – Кинь (северную) и Сун (южную), вторглись в Переднюю Азию и Восточную Европу. Однако в XIV в. жестокий кризис привел Монгольский улус к упадку и развалу. Одним из обстоятельств, вызвавших кризис, был тот же ресурс, который вначале обеспечил развитие: вхождение кочевников в новые ландшафты аридной зоны. Численность населения в кочевом обществе определяется количеством пищи, то есть скота, поголовье которого лимитируется площадью пастбищных угодий. Достигнув предела роста, Монгольская империя распалась на части. Сработали известные факторы: кочевой способ хозяйствования, жестко привязывавший кочевые общества к ландшафтам аридных зон, и экология кочевания: площадь пастбищных угодий, регулируемая особенностями ландшафта и климатическими условиями.

Но какие обстоятельства способствовали созданию кочевых государств и затем цементировали кочевые общества? Вопрос трудный, ибо принципы создания кочевых каганатов, империй, несомненно, были иными, нежели те основания, которые определяют признаки государства в мире оседлости. Распространенное мнение: «Исследователи, изучавшие культуру кочевников-скотоводов изнутри, свидетельствуют, что с экологической точки зрения кочевники не нуждались в государстве. Специфика скотоводства предполагает рассеянный (дисперсный) образ существования. Концентрация больших стад животных в одном месте вела к перевыпасу,

чрезмерному вытаптыванию травостоя, увеличению опасности распространения заразных заболеваний животных. Скот нельзя было накапливать до бесконечности, его максимальное количество детерминировалось продуктивностью степного ландшафта... Данное обстоятельство обусловило то, что вмешательство предводителей кочевых обществ во внутреннюю экономическую жизнь было очень незначительно и не могло идти ни в какое сравнение с многочисленными управленческими обязанностями правителей оседло-земледельческих обществ» [14, с. 117]. Иное объяснение дает А.М. Хазанов: «История внутреннеазиатских империй, от сюнну до монголов и, тем более, маньчжуров, отнюдь не представляет единый эволюционный ряд, в котором каждое новое государство достигало более высокого уровня развития, чем его предшественники. В отдельные периоды преемственность, действительно, была. Но она нередко прерывалась или обращалась вспять. К тому же развитие государств-преемников могло совершаться в иных направлениях, чем у их предшественников» [3, с. 400]. Полного учета факторов кочевого возрождения в этих суждениях нет. Авторы констатируют, что история кочевых государств прерывиста, не эволюционна. Но утверждение о том, что каждое последующее государство должно достигать более высокого уровня развития, оправданно в отношении оседлых культур. В случае кочевых обществ, действительно, нет эволюционного ряда, но иного быть не могло. Кочевое развитие фрагментарно, структура мозаична. В недрах кочевых союзов племен нужда в государственном аппарате возникала не всегда, экономические процессы осуществлялись в рамках отдельных племен и даже семей. А рост племен был ограничен факторами кочевого возрождения: природными условиями и способом хозяйствования (кочевым скотоводством). Лимит пастбищных земель и водных ресурсов препятствовал безграничному росту, прерывая поступательное развитие [12]. Отсюда – фрагментарность развития. Но вопросы остаются: «С известной долей уверенности можно предполагать, что многие важнейшие черты хозяйства, социальной организации, быта и, возможно, даже менталитета кочевников монгольских степей были детерминированы специфической экологией обитания подвижных скотоводов аридных зон и в своей основе мало изменились со времен глубокой древности вплоть до рубежа нового времени. В целом такая экологическая и экономическая адаптация предполагала достаточно ограниченный (а с точки зрения современного “цивилизованного” человека суровый) способ существования. “Бедный кочевник – чистый кочевник”, – сказал О. Латтимор. И самое удивительное, на какой основе хунну и их наследникам удалось создать в степи грозные “кочевые империи”?» [14, с. 124]. Возможный ответ состоит в том, что кочевое общество обладало огромным жизненным потенциалом, который давал возможность раз за разом возрождаться кочевым империям из пепла. Такая точка зрения идет вразрез с концепцией, идущей из XIX в., согласно которой только оседлые народы создавали прогрессивную цивилизацию, а в Центральной Азии царили либо застой, либо варварство и дикость. Между тем самобытная степная культура переживала подъемы и упадки и явно не пребывала в застое. Причем источником созидательной энергии была, по мнению Л.Н. Гумилева этническая мозаичность: «Этническое разнообразие при различии хозяйственных систем и форм материальной культуры способствовало созданию оригинальных локальных культур. Начиная с глубокой древности во всей степной зоне различные варианты межплеменных археологических культур фиксируют те или иные этнические взаимоотношения и дают, таким образом, ответ на вопрос, поставленный выше: каким образом шло интенсивное развитие при относительно стабильном уровне техники и малом числе вариантов социальных структур? Полученные данные позволяют сделать вывод, что ведущими противоречиями в кочевой культуре Евразии были противоречия между отдельными племенами, отличающимися друг от друга хозяйственными навыками и способами адаптации к ландшафту» [37]. Именно адаптивные противоречия, иначе говоря этническая идентичность, родовые отличия, по мнению ученого, служили фактором устойчивого развития. Мысль заслуживает внимания, поскольку у тюрков-кочевников парадоксальным образом племенные различия, родовая идентичность, возможно, более всего способствовали этнической целостности. Например, казахское традиционное общество, разделенное на три жуза, каждое из которых вмещало десятки крупных племен и родов, стабильно существовало в составе Казахского ханства с середины XV в. [38; 39]. Большинство исследователей считают основным интегрирующим механизмом в этногенезе казахов политический фактор. Идея восходит к Чокану Валиханову, который зафиксировал «союз разных монгольских и турецких племен от Золотой и Джагатайской орды, соединившихся вследствие

общих интересов и известных обстоятельств в одно политическое тело» [38]. Но после возникновения государственного образования – союза племен (Казахское ханство), свою роль стала играть мозаичность этноса как фактор укрепления единства нации.

Можно ли считать деление на племена и рода обязательной принадлежностью этноса? Безусловно, нет, ибо у многих народов на стадии классового общества отсутствовало родоплеменное деление. Однако отсутствие компенсировалось делением этносов на иные группы, не совпадающие с классовыми. Любое внутриэтническое дробление есть условие, придающее устойчивость этносу. Именно этническая и внутриэтническая мозаичность, цементируемая системными связями, способствовала консолидации кочевых обществ и созданию кочевых империй хуннов, древних тюрков, монголов.

Таким образом, внутриэтническую мозаичность, в частности, родовую структуру кочевых этносов, сцепляющую нацию, можно считать оригинальным фактором кочевого возрождения.

Алгоритм тюркского возрождения

Теория цикличности развития – не единственная эволюционная доктрина, она описывает исторические процессы чаще всего в первом приближении. Но вместе с тем, как показывают исследования А. Дж. Тойнби, других ученых, циклический характер развития государств и цивилизаций очевидно проявлялся в прошлом, а потому трудно надеяться возвести устойчивое здание современного общества без анализа исторических циклов. Важно знать, в том числе, и механизмы кочевого возрождения, которое интересно не только как глобальное явление в истории тюркских народов и не столько как греющее душу представление о величии древних тюркских каганатов и кочевых империй. Знание о прошлом должно помогать государству и гражданам понять «феномен сложности», осознать современные технологические возможности и управлять собственным развитием.

А глубина погружения в тюркскую историческую ойкумену значительна. Согласно известным научным сведениям, древнейшие очаги тюркского этно- и глоттогенеза неразрывно связаны с востоком Евразии – Южной Сибирью и Внутренней Азией. В течение тысячелетий, вплоть до первых веков н.э., тюркский этногенез проходил в восточной части горно-степной зоны Евразии. К западу от хребтов Алтая преобладали индоевропейские племена. История контактов различных групп древнего населения Центральной Азии на протяжении 2-2,5 тыс. лет и есть процесс, в ходе которого осуществлялась этническая консолидация и формировались тюркоязычные общности [40, с. 8]. Хронологически более точно сказать что-либо, по-видимому, трудно. Но и этого достаточно, чтобы иметь основание рассуждать о длительности тюркской истории.

Существуют разные гипотезы о причинах перехода скотоводов Евразии к кочевничеству, порой неоднозначные и противоречивые [9, с. 27–28]. Различия восточной и западной культур сказывались на всем: на этнографических особенностях, дроблении языков на диалекты, искусстве, характере политического строя, что прослеживается в период в две тысячи лет. За это время здесь менялись стадии развития – родовой строй уступил место военной демократии и феодализму. В степи возникали и земледельческие поселения, но соотношение западного и восточного ареалов культур оставалось неизменным. Очевидно, имел место постоянно действовавший фактор, влиявший не на исторический процесс, а на характер этногенеза. Этим фактором, возможно, был характер увлажнения в степях Евразии. По сути, все миграции народов в древнюю эпоху были детерминированы природными условиями: влиянием климата на земледелие, на состояние ландшафтов и, через продуктивность пастбищ, на поголовье скота, а значит и на благосостояние кочевого общества. В первом тысячелетии до н.э. объективные изменения в географической среде привели к тому, что в условиях аридизации климата земледельческое хозяйство исчерпало себя, и скотоводы перешли к кочевому способу хозяйства. Преобразование типа хозяйства, переход с земледелия, оседлого скотоводства, собирательства и охоты на чисто кочевое скотоводство послужил побудительной причиной внутренних миграций. По мере увеличения количества скота кочевники вынуждены были осваивать новые пространства, расширяя ареалы кочевания [41]. И это стало причиной масштабных миграций, перекроивших этническую карту евразийской степи. На ведущие роли в региональной геополитике выдвинулись тюркоязычные племена и союзы племен, обнаружившие в это тысячелетие способность к возрождению, которое обеспечивал кочевой способ хозяйствования.

Обозрение тюркского глотто- и этногенеза позволяет дать ответ на актуальный вопрос XIX-XX вв.: можно ли рассматривать тюркский мир, то есть сумму тюркоязычных народов, имеющих корневое языковое родство, как исторический континуум? Злободневность вопроса определялась наличием двух ответов. Первый составляет сущность тюркизма (пантюркизма, по терминологии советских времен), в основе которого – идея политической консолидации тюркских народов на основе этнической, культурной и языковой общности [42]. Согласно этому течению, все тюркские народы – одна нация, а общей прародиной был Туран, то есть кочевой мир. Второй ответ противоположен первому: тюркского этнического единства не было, тюркские народы генетически связаны с территориями нынешнего обитания [40, с. 6]. Тезис об автохтонности тюркских народов не может быть принят как исторически обоснованный, поскольку из обзора тюркской кочевой истории следует, что прародиной тюркоязычных народов была Внутренняя Азия и часть Южной Сибири (но не Алтай) [40, с. 61-62]. В результате миграций тюркоязычных племен на территории Западной Сибири, Центральной Азии и южной части Восточной Европы стали появляться новые тюркоязычные народы. А многочисленные автохтонные племена Евразии были частично ассимилированы тюрками – сначала хуннами в первых веках н.э., затем древними тюрками в период существования каганатов, потом – кыпчакскими племенными союзами и Золотой Ордой уже во втором тысячелетии н.э. [40, с. 8]. На землях обособившихся улусов Монгольской империи Чингисхана после ее распада начался следующий этап тюркского этногенеза – утверждение новых союзов кочевых племен (пример – Казахское ханство) и смешение с субстратным населением. В большинстве случаев это был начальный этап формирования современных тюркских народов. Поэтому тезис об автохтонности современных тюркских народов опровергается историческими фактами. Однако и концепция пантюркизма не имеет под собой этнологического основания. Тюркоязычные племена давно вышли за пределы исторической прародины, вовлекая в свою этносферу другие народы. Современные тюркские народы имеют единые языковые корни, культуры народов волнующе близки. Но этническая идентичность модулирована особенностями ландшафта и климатическими условиями, а также преобразованиями в зоне этнических контактов. И не учитывать новые этнические особенности тюркских народов было бы неточно.

В заключение вновь выделим четыре круга цикличного развития тюркского мира. Первый круг – это внутренний круг кочевания отдельных семей, родов и племен, в основном, по схеме жайлау – кыстау (летние пастбища – зимние стойбища). И по сей день внутренний цикл остается базовым элементом кочевого хозяйства, если только кочевое скотоводство играет существенную роль в жизни общества. Второй круг – внешний круг кочевания, детерминированный переменой состояния ландшафтов и колебаниями климата и все тем же кочевым способом хозяйствования. Первоначальным толчком к выходу во внешний круг почти всегда было стремление кочевников обрести новые пастбищные угодья. Завершение цикла знаменовало возвращение к первому, внутреннему кругу кочевания. Но конфликты с субстратным населением были неизбежны. Третий круг – имперский, большой круг расширения союзов племен до размеров кочевых империй как следствие выхода во внешний круг кочевания. Выполнив первоначальную задачу обретения новых пастбищ, кочевники, расширив ареалы кочевания, были вынуждены решать политические задачи, связанные с применением военной силы. Консолидация в тюркские каганаты и завоевательные империи была неизбежной. Например, монгольские ханы в XIII в. решали внешнеполитические задачи силой, и средства для войны давало им изобилие скота и людей. Современные российские ученые заключают из анализа исторических ситуаций, приводивших к возникновению кочевых империй, что завоевательный импульс был направлен не столько на расширение пастбищных территорий, сколько на подчинение территорий с иным хозяйственно-культурным типом: «На первом этапе завоевания фактором, определяющим его цели, является консолидация степных племен под властью одной династии и одного племени. Затем возникают стремления, реализуемые обычно в ходе военных акций, – поставить в зависимость от консолидированной военной мощи кочевников области и государства с более сложным устройством и более многообразной хозяйственной деятельностью. Такой баланс сил предполагает конечный итог – данническую зависимость или какие-либо другие формы непосредственного политического подчинения. Именно на этой стадии государства, созданные кочевыми племенами, преобразуются в империи» [40, с. 9].

А.М. Хазанов, капитально изучивший аспекты взаимосвязи кочевников с внешним миром, не касаясь проблемы зарождения кочевых империй, предложил выделить три основных типа

государств, возникших в результате подчинения или завоевания кочевниками земледельцев [3, с. 366–369]. Кочевые государства первого типа характеризуются тем, что подчинение и завоевание оседлого населения, в основном, реализовывалось в вассально-данических или иных формах зависимости и эксплуатации. Иногда при этом оседлое население, лишь поставленное в вассальную зависимость от кочевого, сохраняло свое собственное государство, иногда кочевники и оседлые жители оказывались объединенными в составе государства. В государствах второго типа кочевники, земледельцы и горожане образуют единую социально-политическую и, отчасти, экономическую систему. Государства третьего типа характеризуются наличием единой социально-экономической и политической системы, в основе которой лежит разделение труда между скотоводами и земледельцами. Возникшие по одной из этих схем государства обычно входили в состав кочевых империй. Отпадение государств с оседлым населением от кочевых империй почти всегда совпадало с началом упадка последних, распада огромных империй на отдельные составляющие. Это явление в истории кочевых сообществ Евразии предопределяет наличие четвертого круга циклического развития тюркского мира. Четвертый круг – глобальный цикл развития кочевых империй от зарождения и достижения могущества до стагнации, упадка и гибели. После эпохальных миграций в завершение глобального цикла кочевой мир неизменно возвращался в раздробленное состояние, характеризующееся чаще всего межплеменным противостоянием. Подтверждение глобального цикла дает история развития кочевых империй хуннов, древних тюрков, монголов Чингисхана.

Тема тюркского кочевого мира не исчерпывается лишь этими периодами. Она продолжилась эпохой регенерации мусульманского мира и развитием взаимоотношений Руси с ордынскими государствами средневековья. Но и изучение древних тюркских кочевых империй позволяет понять природу тюркского кочевого возрождения и выделить основные черты. Оно детерминировано особыми факторами, характерными для кочевых обществ Евразии, в том числе для тюркских этносов, союзов племен и кочевых империй.

Итак, выделенные нами факторы тюркского кочевого возрождения следующие:

1. Кочевой способ хозяйствования, жестко привязывавший кочевые общества к ландшафтам аридных зон (базовый, хозяйственный фактор).
2. Экология кочевания: особенности ландшафта и климатические условия, регулирующие площадь пастбищных угодий (динамический фактор).
3. Мозаичность этноса: родовая структура (скрепляющий фактор).
4. Социально-политическая организация: внутривидовые и межплеменные отношения, а также ведущая роль вождества (имперский фактор).

При наличии всех четырех факторов тюркское кочевничество обречено на прохождение большого круга циклического развития по схеме кочевого возрождения: возникновение государственного образования или вождества – подъем – расцвет – могущество – стагнация – распад – гибель. По этой схеме шло развитие всех тюркских кочевых империй, каганатов.

Действие только первых трех факторов возрождения обеспечивает мало конфликтное продвижение кочевого общества по внутреннему и внешнему кругу кочевания. Для этого варианта характерна консолидация в союзы племен (например, родовые союзы онгутов, татар, меркитов, кыпчакские родовые союзы, Казахское ханство и др.). Союзы племен более устойчивы во времени, нежели обширные по территории тюркские каганаты и империи, и нередко проходят все стадии этногенеза, вступают в инерционную фазу, обскурацию, затем племена претерпевают регенерацию и входят в новые этнические образования.

А вот наличие лишь двух первых факторов оставляет за племенами, родами и отдельными семьями только внутренний круг кочевания на летние пастбища по весне и обратно на зимние стоянки по осени. Но и этого немало. Два эти фактора – способ хозяйствования (кочевое скотоводство) и экология (ландшафт и климат) из года в год питали кочевые семьи и возрождали племена, из века в век, из тысячелетия в тысячелетие поддерживали кочевую тюркскую цивилизацию. Всякий раз, когда наступал упадок в империи и гибели государства, разбитые племена скрывались в предгорных ущельях и долинах с остатками скота, подбирали новые пастбища и, если позволял климат, скот рос в стада, табуны, с ним рос народ, крепло племя, вновь становился сильным род. И опять возникали союзы племен и кочевые империи, опять кочевники шли покорять новые земли.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Bundt Ch., Heiland G., Lang H. et al. Wo ist «vorn». Sinn und Unsinn entwicklungs-politischen Eingreifens bei Ostafrikanischen Hirtennomaden // Sociologus. Zeitschrift für empirische Ethnozoologie und Ethnopsychologie. 1979. Jahrgang 29. Heft 7. S. 21–59; Hüssel L. Sahel-Ranching in Westafrika // Veröffentlichungen des Museums für Völkerkunde zu Leipzig. 1981. Heft 33. S. 141–150; Cant G. Perception and Environment: The World of the Pastoral Nomads // New Zealand of Geography. 1984. №77. P. 7–10.
- 2 Малов С.Е. Памятники древнетюркской письменности. Тексты и исследования. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1951. 451 с.
- 3 Хазанов А.М. Кочевники и внешний мир. Алматы: Дайк-Пресс, 2002. 604 с.
- 4 Nicolle D., McBride A. The Mamluks 1250–1517. Osprey Publishing, 1993. 48 P.
- 5 Гумилев Л.Н. Хунну. Срединная Азия в древние времена. М.: Изд-во восточной литературы, 1960. 292 с.
- 6 Неру Дж. Взгляд на всемирную историю. М.: Прогресс, 1977. Т. I. 228 с.
- 7 Гумилев Л.Н. Древние тюрки. М.: Наука, 1967. С. 5.
- 8 Цит. по: Конрад Н.И. Запад и Восток. М.: Наука, 1966. С. 76–77.
- 9 Масанов Н.Э. Кочевая цивилизация казахов: основы жизнедеятельности кочевнического общества. Алматы: Социнвест – М.: Горизонт, 1995. 320 с.
- 10 Радченко Г.Ф. Страны Сахеля: состояние природной зоны и проблемы развития сельского хозяйства. М.: Мысль, 1983. 261 с.
- 11 Barth F. Nomads of South Persia. The Basseri Tribe of the Khamseh Confederacy. Oslo: Universetetsforlaget, 1964. P. 123; Sweet L.E. Camel Pastoralism in North Arabia and the Minimal Camping Unit. In: Man, Culture and Animals. 1965. P. 137; Paine R. Animals as Capital: Comparisons among Northern Nomadic Herders and Hunters // Anthropological Quarterly. 1971. Vol. 44. №3. P. 161; Swidler N. Adaptive Processes Regulating Nomad-Sedentary Interaction in the Middle East. In: The Desert and the Sown. 1973. P. 23–24.
- 12 Lattimore O. Inner Asian Frontiers of China. N.Y.: American Geographical Society, 1940; Bacon E., Obok. A. Study of Social Structure of Eurasia. N.Y.: Wenner-Gren foundation for anthropological research, 1958; Krader L. Social Organization of the Mongol-Turkic Pastoral Nomads. The Hague: Mouton, 1963; Марков Г.Е. Кочевники Азии. М.: Изд-во МГУ, 1976. 320 с.
- 13 Хазанов А.М. Социальная история скифов. Основные проблемы развития древних кочевников евразийских степей. М.: Наука, 1975. 342 с.
- 14 Крадин Н.Н. Кочевники Евразии. Алматы: Дайк-Пресс, 2007. 416 с.
- 15 Тортика А.А., Михеев В.К., Куртиев Р.И. Некоторые эколого-демографические и социальные аспекты истории кочевых обществ // Этнографическое обозрение. 1994. №1. С. 49–62.
- 16 Таскин В.С. Скотоводство у сюнну по китайским источникам. Сб.: Вопросы истории и историографии Китая. М.: Изд-во восточной литературы, 1968. С. 41.
- 17 Марковская Д. Процесс урбанизации в современной Монголии. Сб.: The Second International Congress of Mongolists. Улан-Батор, 1973. Т. 3. С. 290.
- 18 Гумилев Л.Н. Хунны в Китае: Три века войны Китая со степными народами. М.: Наука, 1974. С. 9.
- 19 Валиханов Ч.Ч. Записка о судебной реформе. Собрание сочинений. Алма-Ата: Главная редакция Казахской советской энциклопедии, 1985. Т. 4. С. 81.
- 20 Гумилев Л.Н. По поводу «единой» географии (Ландшафт и этнос: VI) // Вестник Ленинградского государственного университета. 1967. №6. С. 120–129.
- 21 Barfield T. The Hsiung-nu Imperial Confederacy: Organization and Foreign Policy // Journal of Asian Studies. 1981. XLI (1). P. 45–61; Крадин Н.Н. Империя Хунну. Владивосток: Дальнаука, 1996. 240 с.
- 22 Плано Карпини Дж. История Монгалов. Путешествия в восточные страны Плано Карпини и Гильома Рубрука. Алматы: Гылым, 1993. 248 с.
- 23 Нагель Т. Тимур-завоеватель и исламский мир позднего средневековья. Ростов-на-Дону: Феникс, 1997. С. 17.
- 24 Рашид ад-Дин. Джамии ат-Таварих (Сборник летописей). М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1946. Т. 3.
- 25 Гумилев Л.Н. Изменение климата и миграции кочевников // Природа. 1972. №4. С. 44–52.
- 26 Abel-Remusat J.P. Recherches sur les langues tartares. Paris, 1820, 326–327.
- 27 Shiratori K. Sinologische Beiträge zur Geschichte der Türk-Völker. II. Über die Sprache der Hiungnu und der Tunghu-Stämme // Известия Императорской академии наук. 1902. Т. XVII. №2.
- 28 Shiratori K. Über die Sprache der Hiungnu und der Tanghu – Stamme. // Bulletin de l'Academie Imperiale des Sciences de S.-Petersburg. 1902. V Serie. Bd. XVII. №2.
- 29 Ramstedt M.G.S. Über der Ursprung der türkischen Sprache. Helsinki, 1937. S. 81–91; Castren M.A. Ethnologische Vorlesungen über die altaischen Völker. St. Peterburg, 1857. S. 35–36.
- 30 Ligeti L. Mots de civilisation de Haute Asie en transcription chinoise // Acta Orientalia. 1950. S. 141–149.
- 31 Гумилев Л.Н. Словарь этнонимов / В кн.: История народа хунну. М.: Эксмо, 2008. С. 258.
- 32 Владимирцов Б.Я. Чингис-хан. Берлин-Петербург-Москва: Изд-во З.И. Гржебина. 1922. 176 с.
- 33 Владимирцов Б.Я. Сравнительная грамматика монгольского письменного языка и халхаского наречия. Л.-д: Издание Ленинградского Восточного института, 1929. С. 33.
- 34 Макшеев А. Описание низовьев Сыр-Дарьи. СПб., 1856. 75 с.; Завалишин И. Описание Западной Сибири. М., 1867. Т. 3. 145 с.; Маев Н.А. Очерки истории киргизского народа с 1732 по 1868 гг. // Туркестанские ведомости. 1871. №3; Топографический очерк Туркестанского края. Орография и гидрография края / Русский Туркестан. Сб., изданный по поводу политехнической выставки. М., 1872. Вып. 1. С. 7–115; Балицкий Ю. Заметки о кочевом населении в Верненском уезде // Туркестанские ведомости. 1873. №6.
- 35 Красовский М. Область сибирских киргизов. СПб., 1868. Ч. I–III.
- 36 Мацкевич Н.Н. Сравнительная длина кочевков казахского населения б. Семипалатинской губернии // Записки

- Семипалатинского отдела Общества изучения Казахстана. 1929. Т. 1. Вып. XVIII. С. 1–33.
- 37 Гумилев Л.Н. Хунны в Китае / В кн.: История народа хунну. М.: Эксмо, 2008. С. 311–312.
- 38 Валиханов Ч.Ч. Киргизское родословие. Собрание сочинений. Алма-Ата: Главная редакция Казахской советской энциклопедии, 1985. Т. 2. С. 150–151.
- 39 Масанов Н.Э., Абылхожин Ж.Б., Ерофеева И.В., Алексеенко А.Н., Баратова Г.С. История Казахстана. Народы и культуры. Алматы: Дайк-Пресс, 2000. С. 72–83.
- 40 Кляшторный С.Г., Султанов Т.И. Государства и народы Евразийских степей: от древности к Новому времени. СПб.: Петербургское востоковедение, 2009. 424 с.
- 41 Грязнов М.П. Этапы развития хозяйства скотоводческих племен Казахстана и Южной Сибири в эпоху бронзы // Краткие сообщения Института этнографии АН СССР. 1957. Вып. 26. С. 21–28; Боголюбовский С.Н. Происхождение и преобразование домашних животных. М.: Советская наука, 1959. 593 с.; Руденко С.И. К вопросу о формах скотоводческого хозяйства и о кочевниках // Материалы по этнографии Географического общества СССР. 1961. Вып. 1. С. 2–15; Акишев К.А., Байпаков К.М. Вопросы археологии Казахстана. Алма-Ата: Мектеп, 1979. 160 с.
- 42 Тверитинова А.С. Младотурки и пантуркизм // Краткие сообщения Института востоковедения АН СССР. 1956. Т. 22. С. 70.

REFERENCES

- 1 Bundt Ch., Heiland G., Lang H. et al. *Sociologus. Zeitschrift für empirische Ethnologie und Ethnopsychologie*, **1979**, 7, 21–59; Hüssel L. *Veröffentlichungen des Museums für Völkerkunde zu Leipzig*, **1981**, 33, 141–150; Cant G. *New Zealand of Geography*, **1984**, 77, 7–10.
- 2 Malov S.E. *Teksty i issledovanija*, M.-L.: Izd-vo AN SSSR, **1951**, 451 (in Russ.).
- 3 Hazanov A.M. *Kochevniki i vneshnij mir*, Almaty: Dajk-Press, **2002**, 604 (in Russ.).
- 4 Nicolle D., McBride A. *The Mamluks 1250–1517*, Osprey Publishing, **1993**, 48.
- 5 Gumilev L.N. *Hunnu. Sredinnaja Azija v drevnie vremena*, M.: Izd-vo vostochnoj literatury, **1960**, 292 (in Russ.).
- 6 Neru Dzh. *Vzglyad na vseмирnuju istoriju*, M.: Progress, **1977**, I, 228 (in Russ.).
- 7 Gumilev L.N. *Drevnie tjurki*, M.: Nauka, **1967**, 5 (in Russ.).
- 8 Konrad N.I. *Zapad i Vostok*, M.: Nauka, **1966**, 76–77 (in Russ.).
- 9 Masanov N.Je. *Kochevaja civilizacija kazahov: osnovy zhiznedejatel'nosti nomadnogo obshhestva*, Almaty: Socinvest – M.: Gorizont, **1995**, 320 (in Russ.).
- 10 Radchenko G.F. *Strany Sahelja: sostojanie prirodnoj zony i problemy razvitija sel'skogo hozjajstva*, M.: Mysl, **1983**, 261 (in Russ.).
- 11 Barth F. *Nomads of South Persia*, Oslo: Universe tetsforlaget, **1964**, 123; Sweet L.E. *Camel Pastoralism in North Arabia and the Minimal Camping Unit*, In: Man, Culture and Animals, **1965**, 137; Paine R. *Anthropological Quarterly*, **1971**, 44, 3, 161; Swidler N. *Adaptive Piocessos Regulating Nomad-Sedentary Interaction in the Middle East*, In: The Desert and the Sown, **1973**, 23–24.
- 12 Lattimore O. *Inner Asian Frontiers of China*, N.Y.: American Geographical Society, **1940**; Bacon E., Obok. A. *Study of Social Structure of Eurasia*, N.Y.: Wenner-Gren foundation for anthropological research, **1958**; Krader L. *Social Organization of the Mongol-Turkic Pastoral Nomads*, The Hague: Mouton, **1963**; Markov G.E. *Kochevniki Azii*, M.: Izd-vo MGU, **1976**, 320 (in Russ.).
- 13 Hazanov A.M. *Social'naja istorija skifov. Osnovnye problemy razvitija drevnih kochevnikov evrazijskih stepej*, M.: Nauka, **1975**, 342 (in Russ.).
- 14 Kradin N.N. *Kochevniki Evrazii*, Almaty: Dajk-Press, **2007**, 416 (in Russ.).
- 15 Tortika A.A., Miheev V.K., Kurtiev R.I. *Jetnograficheskoe obozrenie*, **1994**, 1, 49–62 (in Russ.).
- 16 Taskin V.S. *Skotovodstvo u sjunnu po kitajskim istochnikam*, M.: Izdatel'stvo vostochnoj literatury, **1968**, 41 (in Russ.).
- 17 Markovska D. *Process urbanizacii v sovremennoj Mongolii*, The Second International Congress of Mongolists. Ulan-Bator, **1973**, 3, 290 (in Russ.).
- 18 Gumilev L.N. *Hunnu v Kitae: Tri veka vojny Kitaja so stepnymi narodami*, M.: Nauka, **1974**, 9 (in Russ.).
- 19 Valihanov Ch.Ch. *Sobranie sochinenij*. Alma-Ata: Glavnaja redakcija Kazahskoj sovetskoj jenciklopedii, **1985**, 4, 81 (in Russ.).
- 20 Gumilev L.N. *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta*, **1967**, 6, 120–129 (in Russ.).
- 21 Barfield T. *Journal of Asian Studies*, **1981**, XLI (1), 45–61; Kradin N.N. *Imperija Hunnu*, Vladivostok: Dal'nauka, **1996**, 240 (in Russ.).
- 22 Plano Karpini Dzh. *Istorija Mongalov. Puteshestvija v vostochnye strany Plano Karpini i Gil'oma Rubruka*, Almaty: Gyl'm, **1993**, 248 (in Russ.).
- 23 Nagel T. *Timur-zavoevatel' i islamskij mir pozdnego srednevekov'ja*, Rostov-na-Donu: Feniks, **1997**, 17 (in Russ.).
- 24 Rashid ad-Din. *Dzhami at-Tavarih (Sbornik letopisej)*, M.-L.: Izd-vo AN SSSR, **1946**, 3 (in Russ.).
- 25 Gumilev L.N. *Priroda*, **1972**, 4, 44–52 (in Russ.).
- 26 Abel-Remusat J.P. *Recherches sur les langues tartars*, Paris, **1820**, 326–327.
- 27 Shiratori K. *Izvestija Imperatorskoj akademii nauk*, **1902**, XVII, 2.
- 28 Shiratori K. *Bulletin de l'Academie Imperiale des Sciences de S.-Petersburg*, **1902**, V, XVII, 2.
- 29 Ramstedt M.G.S. *Über der Ursprung der turkischen Sprache*, Helsinki, **1937**, 81–91; Castren M.A. *Ethnologische Vorlesungen über die altaischen Völker*, St. Peterburg, **1857**, 35–36.
- 30 Ligeti L. *Acta Orientalia*, **1950**, 141–149.

- 31 Gumilev L.N. *Slovar' jetnonimov*, M.: Jeksno, 2008, 258 (in Russ.).
- 32 Vladimircov B.Ja. *Chingis-han*, Berlin-Peterburg-Moskva: Izd-vo Z.I. Grzhebina, 1922, 176 (in Russ.).
- 33 Vladimircov B.Ja. *Sravnitel'naja grammatika mongol'skogo pis'mennogo jazyka i halhaskogo narechija*, L-d: Izdanie Leningradskogo Vostochnogo instituta, 1929, 33 (in Russ.).
- 34 Maksheev A. *Opisanie nizov'ev Syr-Dar'I*, SPb., 1856, 75; Zavalishin I. *Opisanie Zapadnoj Sibiri*, M., 1867, 3, 145 (in Russ.); Maev N.A. *Turkestanskije vedomosti*, 1871, 3 (in Russ.); *Topograficheskij ocherk Turkestanskogo kraja. Orografija i gidrografija kraja*, Russkij Turkestan, M., 1872, 1, 7–115 (in Russ.); Balickij Ju. *Turkestanskije vedomosti*, 1873, 6 (in Russ.).
- 35 Krasovskij M. *Oblast' sibirskih kirgizov*, SPb., 1868, I–III (in Russ.).
- 36 Mackevich N.N. *Zapiski Semipalatinskogo otdela Obshhestva izuchenija Kazahstana*, 1929, 1, XVIII, 1–33 (in Russ.).
- 37 Gumilev L.N. *Hunny v Kitae*, M.: Jeksno, 2008, 311–312 (in Russ.).
- 38 Valihanov Ch.Ch. *Sobranie sochinenij*. Alma-Ata: Glavnaja redakcija Kazahskoj sovetskoj jenciklopedii, 1985, 2, 150–151 (in Russ.).
- 39 Masanov N.Je., Abylhozhin Zh.B., Erofeeva I.V., Alekseenko A.N., Baratova G.S. *Istorija Kazahstana. Narody i kul'tury*, Almaty: Dajk-Press, 2000, 72–83 (in Russ.).
- 40 Kljashtornyj S.G., Sultanov T.I. *Gosudarstva i narody Evrazijskih stepej: ot drevnosti k Novomu vremeni*, SPb.: Peterburgskoe vostokovedenie, 2009, 424 (in Russ.).
- 41 Grjaznov M.P. *Kratkie soobshhenija Instituta jetnografii AN SSSR*, 1957, 26, 21–28 (in Russ.); Bogoljubskij S.N. *Proishozhdenie i preobrazovanie domashnih zhivotnyh*, M.: Sovetskaja nauka, 1959, 593 (in Russ.); Rudenko S.I. *K voprosu o formah skotovodcheskogo hozjajstva i o kochevnikah*, 1961, 1, 2–15 (in Russ.); Akishev K.A., Bajpakov K.M. *Voprosy arheologii Kazahstana*, Alma-Ata: Mektep, 1979, 160 (in Russ.).
- 42 Tveritinova A.S. *Kratkie soobshhenija Instituta vostokovedenija AN SSSR*, 1956, 22, 70 (in Russ.).

Резюме

Сыдықов Е.Б., Құрманбаева Ш.А., Құрманбаев Е.А.

(*Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ.,
**Қазақ инновациялық гуманитарлық-заң университеті, Семей қ.)

ЕУАЗИЯНЫҢ ТҮРІК КӨШПЕЛІ ҚОҒАМДАРЫ ДАМУЫНЫҢ АЙНАЛМАЛЫЛЫҚ ДЕҢГЕЙЛЕРІ

Ежелгі және орта ғасырларда көшпелі еуразиялық даланың айналмалы даму факторлары мен кезеңдері қарастырылған. Дала ландшафтарын игеру ең алдымен екі негізгі фактормен бөлінеді: көшпелілерді аридтік аймақтардың ландшафтарына байлап қойған шаруашылық жүргізудің көшпелі тәсілі (мал шаруашылығы) және жайылымдық жерлердің ауданын реттейтін климаттық жағдайлар. Жайылымдар лимиті көшпелілерді көшіп жүрудің ішкі шеңберінен тыс шығуға мәжбүр етті және сонда өзге факторлар әрекет ете бастады: ру құрылымын бекітетін этностың теңбілділігі және ру қарым-қатынастарына сүйенетін ерекше әлеуметтік-саяси ұйым. Түрік көшпелілері тайпалар одақтарына бірікті, жаңа жерлерді жаулап алды, көшпелі империяларды құрды. Даму көшпелі қайта өркендеу сұлбасы бойынша үлкен айналымнан өтуге әкеп соқтырды: мемлекеттік құрылымның туындауы – көтерілу – өркендеу – құдыреттілік, ал сосын – тоқырау – құлдырау – апат болу. Осы сұлба бойынша барлық түрік көшпелі империялардың, қағанаттардың эволюциясы жүрді. Көшпелі тайпалар соңында өсім лимитіне жеткен кезде, көшіп жүрудің сыртқы шеңберіне қайта шығу, билік жүргізу мен өркендеудің кезеңдерін басынан қайта өткеру үшін көшіп жүрудің ішкі шеңберіне, ал сосын – құлдырау мен абыройсыздықтың ұзақ ғасырларына қайтып оралды,

Тірек сөздер: еуразия даласы, ежелгі түріктер, көшіп жүрудің факторлары мен кезеңдері.

Summary

Y. B. Sydykov, Sh.A. Kurmanbayeva, Y.A. Kurmanbayev

(*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana,
**Kazakh Humanitarian Juridical Innovative University, Semey)

LEVELS OF THE DEVELOPMENT CYCLICITY OF THE TURKIC NOMADS OF EURASIA

The factors and stages of the development cyclicality of the nomad communities in the Eurasian steppes in the Ancient and Middle Ages were considered. Reclaiming of the steppe landscapes was primarily determined by two key factors: nomadic economic management (cattle breeding) that tied the nomads to the landscapes of arid areas, and landscapes peculiarities and climatic conditions, regulating the area of pasture land. The limited pasture made the

nomads to go beyond the internal area of nomadism, and at that point, other factors came into force: ethnos mosaic binding the generic structure, and specific social and political organisation based on the tribal relations. The nomad Turks united in tribal alliances, conquered new lands, established nomad empires. Development was fated to pass through the big cycle by the nomad revival scheme: appearance of state formation – raise – explosion – might, and further – stagnation – dissipation – ruin. All Turkic nomad empires and khaganates followed this scheme in course of their evolution. Nomad tribes returned to the internal circle of nomadism so that afterwards, having achieved the growth limit, emerge back to the external circle of nomadism, live out all the periods of absolute power and prosperity again, and then go through the same long centuries of decline and ingloriousness.

Keywords: Steppes of Eurasia. Ancient Turks. Factors and cycles of nomadism.

Поступила 24.10.2013 г.

УДК 34.05; 340.141; 347.193.4

Ш.А. КУРМАНБАЕВА

(Казахский гуманитарно-юридический инновационный университет, г. Семей)

УСТОЙЧИВОСТЬ СУДА БИЕВ В ЭПОХУ, ОПИСЫВАЕМУЮ В РОМАНЕ «ПУТЬ АБАЯ»³

(Представлено академиком НАН РК С.А. Каскабасовым)

Аннотация

Суд биев, зародившийся в недрах традиционного казахского общества, получил цивилизационное оформление в XIX веке, войдя в структуру официальной системы права Российской империи. Причины устойчивости суда биев, обладавшего высокими адаптивными качествами, раскрываются в романе М.О. Ауэзова «Путь Абая». Изучение реальных и художественных примеров вынесения решений судом биев выявляет успешную реализацию концепции единства норм права и морали в казахском обществе: традиционного права казахов и высокой моральности биев, как до, так и после политико-административной реформы 1867-68 гг. В условиях доминанции внешнего управления традиционный суд биев демонстрировал свою эффективность вплоть до директивного запрета деятельности биев уже при советской власти, что актуализирует внимание к его принципам на современном этапе.

Ключевые слова: суд биев, путь Абая, Чокан Валиханов, шакарим, Ауэзов, мораль, право.

Тірек сөздер: билер соты, Абай жолы, Шоқан Уәлиханов, шәкәрім, Әуезов, мораль, құқық.

Keywords: biy court, Abai's Way, Chokan Valikhanov, shakarim, Aujezov, moral, law.

Суд биев присутствует в романе М.О. Ауэзова «Путь Абая», по сути, с первой главы. Собрание авторитетных аксакалов рода Тобыкты в гостинной юрте Кунанбая, на которое был вызван отцом юный Абай, есть не что иное, как традиционный суд биев. Кунанбай (1804–85) был уважаемым бием, как были биями его отец Оскенбай (1778-1850), отец Оскенбая Ыргызбай (1744-84), дядя Оскенбая – достоправный Кенгирбай (1735-1825). В ту пору (до реформы 1867-68 гг.) суд биев еще функционировал в системе правосудия, сформировавшейся в недрах кочевого общества в период «Золотого века правосудия». На международной научной конференции «Казахский суд биев – уникальная судебная система» (2008 г.) [1] председатель Верховного Суда Республики Казахстан Кайрат Мами отмечал: «В памяти народа Золотой век связан именно с периодом расцвета правосудия биев и торжества законности, пришедших на время царствования Тауке-хана. Суд биев стал важнейшим институтом государства, его опорой, играя консолидирующую роль в жизни казахского общества. В это же время увидели свет знаменитые правовые уложения “Жеті Жарғы”» [2].

³ Статья подготовлена по гранту Республики Казахстан, номер госрегистрации 0112РК02907.

Как известно, издревле в казахской степи титул «бий» был не столько наследственным или жалуемым, сколько обретенным, заслуженным званием. Официально бии не назначались и не избирались, то есть выборов, как таковых, не было. Претенденты выявлялись действующими биями, аксакалами, другими уважаемыми людьми, первоначально оказывавшими поддержку. Ч.Ч. Валиханов в «Записке о судебной реформе» подчеркивал, что гарантией правосудия служила безупречная профессиональная и нравственная репутация: «Возведение в звание бия не обуславливалось у киргиз (казахов – прим. авт.) каким-либо формальным выбором со стороны народа и утверждением со стороны правящей народом власти; только глубокие познания в судебных обычаях, соединенные с ораторским искусством, давали киргизам это почетное звание» [3, с. 87]. То есть бии обязаны были знать в совершенстве нормы обычного права, обладать ораторским талантом. И еще должны были быть честными. Бесчестный судья быстро терял статус бия, поскольку к нему переставали обращаться. Иные критерии (происхождение, опыт, возраст, социальный статус) не имели определяющего значения. Например, в юном возрасте стал бием Кунанбай. Как-то в отсутствие его отца Оскенбая в дом пришли за решением спора сородичи. Их выслушал сын бия, дал вполне разумный совет, проведя разбор со знанием дела. Конфликтующим сторонам решение понравилось, они приняли его. С тех пор Кунанбай стал правомочным бием [4, с. 16].

Пример показывает, что избранные должны были продемонстрировать умение в первом же судебном деле. Успех обеспечивал признание бием. Об этом писал и Чокан Валиханов: «Чтобы приобрести имя бия, нужно было киргизу (казаху – прим. авт.) не раз показать перед народом свои юридические знания и свою ораторскую способность. Молва о таких людях быстро распространялась по всей степи, и имя их делалось известным всем и каждому. Таким образом, звание бия было как бы патентом на судебную и адвокатскую практику. Дети лиц, носивших звание биев, имея большую юридическую практику, обыкновенно наследовали знания и вместе с тем и звания своих отцов. Впрочем, из этого вовсе не следует думать, что звание биев было у киргиз когда-либо наследственным. Мы знаем много киргиз, отцы которых были известными биями, но которые сами не носят этого звания» [3, с. 87].

Суд биев в юрте Кунанбая, главы большого рода, закончился, как известно, вынесением смертельного приговора Кодару и его невестке Камке за прелюбодеяние. Оба представлены в романе «Путь Абая» безвинно принявшими смерть, хотя об обратном говорят некоторые письменные свидетельства, в том числе, информация, содержащаяся в стихотворении «Қодардың өлімі» Шакарима Кудайбердыева (1858-1931), внука Кунанбая [5, с. 133-137]. При желании можно заподозрить Шакарима в намерении обелить деда. Однако важнее понять, соответствовал ли судебный процесс принятым нормам. Чокан Валиханов писал: «Суд биев производился словесно, публично и во всех случаях допускал адвокатуру» [3, с. 88]. То есть большую роль играло владение судьями ораторским искусством как средством доказывания и обоснования судебного решения [2]. Добавим, что судьи должны были стараться добиваться примирения сторон и полного возмещения ущерба. И, что немаловажно в деле Кодара и Камки, суд биев придерживался традиционных моральных установок.

Суд у Кунанбая проходил заочно, что не противоречило требованиям адата – обычного права, поскольку обвинения поступали с разных сторон: «Не только свои – чужие вчера на сборе бросили нам грязь в лицо! Им тоже все известно», – говорит в романе Кунанбай [6, с. 40]. Суд производился достаточно публично – присутствовали влиятельные представители основных подродов. В качестве адвоката, надо полагать, выступал Суяндик, сородич Кодара, но Кунанбай сокрушил его в споре, что мастерски показано М. Ауэзовым. И главное – дело касалось морали. «Такого чудовищного преступления казахи не знали в прошлом, – ужасался Кунанбай. – Не знаем мы и кары за него. Наказание – по шариату» [6, с. 40]. А по шариату наказание – смерть. То есть судебная процедура и решение суда соответствовали основным принципам обычного права. И даже земли у Кодара отобрали в пользу оскорбленных сородичей тоже, получается, по праву.

Другой пример. В ту пору глава рода еще мог совмещать должность бия. И при решении, например, вопросов о маршрутах перекочевок его вердикт оказывался вдвойне весомым. «Слова Кунанбая были одновременно и жалобой истца, и приговором судьи», – писал Ауэзов о решении отнять зимовья в пользу своих близких, озвученном Кунанбаем прямо в степи в ходе перекочевки [6, с. 86]. Обиженные тобыктинцы, считая невозможным доверять в этом случае суду биев,

обратились к окружному начальству. «Божей со своими едет в Каркаралинск подавать жалобу на Кунанбая», – говорится в романе о развитии конфликта между авторитетными персонами [6, с. 111]. И российская администрация не отказывала в таких случаях истцам, вовлекая их в утомительную и разорительную по определенным причинам систему имперского судопроизводства. Причины раскрываются в романе в описании закулисных перипетий тяжбы Божея против Кунанбая в Каркаралинске. «Боже мой, да разве есть тут начальник, который не брал бы взятки? Разве не берут они все и справа и слева, разве не глотают в два горла?» – говорит в сердцах Алшинбай, друг и сват Кунанбая [6, с. 122].

В целом жители степи на всех уровнях старались меньше иметь дела с судом метрополии, традиционно отдавая предпочтение суду биев, о чем писал Чокан Валиханов в «Записке о судебной реформе»: «В пользу суда биев мы можем привести еще один крупный факт, говорящий сам за себя. Это то, что русские истцы или русские ответчики во многих случаях предпочитают суд биев русскому следствию. Известно достоверно, что в Кокчетаве в нынешнее лето было решено несколько десятков такого рода дел» [3, с. 90-91]. Мнение современника событий особенно ценно в компаративистском анализе. Ч.Ч. Валиханов приводит внушительный список отличий суда биев от мирских судов, которые действовали в соответствии с правилами судопроизводства Российской Империи: «Бии существуют в неопределенном числе, мировые же судьи полагаются по несколько на каждый мировой округ... Бии никем формально не избираются и формально никем не утверждаются. Значение их основано на частном авторитете, который приобретают они так же, как в Европе поэты, ученые и адвокаты. Шекспир и Гете считаются всеми за великих поэтов, но мнение о гениальности их основано не на декретах правительств и не на формальных выборах народа. Для выбора в мировые судьи существует определенный порядок и ценз... Бии не получают никакого содержания ни от казны, ни от народа, но берут «бийден бийлагы», а мировому судье полагается из земского сбора определенная сумма на содержание его самого и на расходы его по канцелярии... Мировой судья решает дела единолично, а суд биев единоличен может быть только тогда, когда тяжущиеся принадлежат к одному роду с бием и сами пожелают одного судью... Бии разбирают и решают дела на своем языке, по своим обычаям и законам, мировые же судьи, хотя и делают разбор на местном наречии, но решают по совести или на основании общих законов Империи» и т.д. [3, с. 91-92]. Вывод казахского ученого однозначен: «По нашему мнению, суд биев... имеет некоторые преимущества перед судом мировым, по крайней мере в отношении киргиз. Мы бы сказали абсолютное превосходство, если б не боялись, что нас могут заподозрить в преувеличении» [3, с. 92-93]. В завершение работы Ч.Ч. Валиханов предлагал: «Руководствуясь той истиной, что для нормального роста народа, на какой бы степени развития он ни стоял, необходимы: саморазвитие, самозащиты, самоуправление и самосуд, мы приходим к тому неотразимому заключению, что суд биев следует оставить до поры до времени в том самом виде, в каком он был до издания закона 1854 года, а закон этот, как рожденный под влиянием бюрократических идей, единственно в видах формализма и порядка, следует отменить» [3, с. 95]. (Имеется в виду «Положение Сибирского комитета о распространении на казахов сибирского ведомства общих законов Российской империи» от 1854 г., удостоверявшее статус имперского законодательства в степи.) Работу Валиханова, по всей видимости, внимательно изучали в Омске. Никто законы Империи отменять не собирался, но суд биев, как и советовал Чокан, оставили. Более того, со временем число биев в составе суда увеличили в директивном порядке. Генерал-губернатор Александр Осипович Дюгамель был человеком осторожным и предпочитал проводить имперскую политику в казахской степи умеренными методами, выступая против кардинальных перемен в системе управления. Потому другие важные предложения Валиханова, изложенные в «Записке о судебной реформе», прежде всего, по вопросам народного образования и налогообложения кочевых казахов, оставил без внимания.

Вместе с тем роман «Путь Абая» дает образцы достаточно противоречивых решений, принимавшихся порой судом биев. Примирение Кунанбая и Божея, например, завершилось, по воле биев, неоднозначным исходом: Кунанбай должен был отдать своего ребенка на усыновление Божею якобы для укрепления внутривидового мира. Ауэзов в душераздирающих тонах поведал о том, как малолетняя Камшат, дочь Айгыз и Кунанбая, была отдана Божею, который из мести извел девочку до смерти [6, с. 145, 175]. Эта история отражает архаичный характер некоторых решений суда биев, воскрешая в памяти дело Енлик и Кебека, отголоски которого доносятся со страниц

романа «Путь Абая» в контексте создания Дарменом поэмы «Енлик и Кебек» [7, с. 12, 62, 318]. Примечательность этого досье – в резонансном решении суда биев второй половины XVIII в., постановивших самым жестоким образом лишить жизни Енлик и Кебека, связавших судьбу узами брака вопреки традициям и воле родных.

В целом, эффективное функционирование суда биев в первой половине XIX в. свидетельствовало о высокой адаптивности традиционной системы судопроизводства в условиях доминирования в казахском обществе кочевого способа хозяйствования, даже в режиме общего внешнего управления, производимого российской администрацией. Но конечная имперская цель российской миссии, а именно всеобщая седентаризация кочевых казахов, неизбежно предопределяла и опосредовала законодательные реформы. И во второй половине XIX в. по решению российского правительства суд биев претерпел существенные изменения. В результате политико-административной реформы, проведенной в 1867-68 гг. была вообще кардинально изменена структура общественной жизни казахов. Основной целью реформ, согласно «Временному положению об управлении в степных областях Оренбургского и Западно-Сибирского генерал-губернаторств» от 11 июля 1867 г., было «объединение подвластных России народностей под одно управление, устранение от власти местных аристократов, ослабление родовых начал, чтобы добиться слияния казахских степей с прочими частями России XIX в.» [8]. Сущность реформ, как считают современные исследователи, состояла в переходе от косвенного управления с ограниченным вмешательством российской администрации во внутренние дела казахов, к прямому управлению посредством назначаемых сверху чиновников [9]. В соответствии с §210 «Временного положения...» вся территория Казахстана была объявлена собственностью Российской империи.

Очевидным, легко прочитываемым желанием российской администрации было стремление ликвидировать султанскую власть. При этом вроде бы возрастала роль биев, поскольку именно бии и баи должны были стать опорой власти. Были окончательно отменены выборы старших султанов и введена выборность волостных, которая привела к совершенно новому явлению в степи – борьбе за должность волостного с не виданными прежде полномочиями. Родовые кланы получили возможность обогащения путем продвижению в волостные своих выдвиженцев.

Таким образом, несмотря на усиление роли суда Российской империи, «Временные положения...» оставляли в действии обычное право казахов (адат) и суд биев. Теперь в каждой волости выбирались и утверждались военным губернатором от 4 до 8 биев. Но из ведения суда биев изымались все крупные уголовные дела, им были оставлены лишь дела по временным искам не выше 300 рублей у кочевников и не выше 100 рублей в оседлых районах. Жалование биям не полагалось, но за ними сохранялось прежнее право получать с виновных бийлик. Были введены волостной и чрезвычайный съезды биев. В функции первого входили апелляции по решениям биев и разбор исков на сумму до 500 рублей (25 лошадей или 250 баранов). На чрезвычайных съездах рассматривались дела между волостями. Решения съездов считались окончательными. Казахам-кочевникам разрешалось обращаться непосредственно в русский суд, минуя суд биев.

Новшества в судебной системе, определенные реформами 1867-68 гг., нашли отражение в романе «Путь Абая». На Балкыбекском чрезвычайном съезде биев, например, собрались представители девяти волостей двух уездов – Семипалатинского и Каркаралинского [6, с. 617]. Согласно повествованию Ауэзова, на съезде присутствовало уездное начальство и не только присутствовало, но в первый день разбирало жалобы кочевников на решения волостных управителей, чем, в принципе, должны заниматься участники съезда. Однако затем был избран главный бий (төбе би) съезда, и спорные дела решали сами казахи. Причем сложное дело, названное «тяжкой девушки Салихи», было передано Абаю Кунанбаеву, выбранному бием-посредником [6, с. 645]. Назначение как главного бия, так и биев-посредников тотчас утверждалось уездным начальником.

В качестве одного из наиболее характерных примеров отражения в романе «Путь Абая» реформ 1867-68 гг. можно назвать эпизод с кражей жигитеками табуна лошадей у Такежана (Танирберды), старшего брата Абая. В романе барымту организывает бежавший из сибирской ссылки Базаралы Кауменов из мести как за свою поруганную честь, так и за народ, страдающий под гнетом. Абай, выгораживая конокрадов, как бы защищает народ. Более того, он стыдит своих родственников-баев, грозя народным возмущением [7, с. 109]. В действительности Абай вряд ли мог пойти против родных, защищая конокрадов. Он всегда помогал людям, ставя нужды народа

выше собственных, но с барымтой мириться не мог. Реальную ситуацию проясняет в воспоминаниях Турагул, сын Абая. Рассказывая о ситуации после избрания волостным Кунту, представителя противоборствующей «партии», Турагул упоминает о многочисленных жалобах на Абая: «В Семипалатинск прибыл из Омска генерал-губернатор в сопровождении бывшего уездного начальника Лосевского. Изучив жалобы, губернатор уже собирался вынести резолюцию – осудить моего отца. Но Лосевскому удалось завести его к генералу. Отец не рассказывал нам, о чем они говорили. Упомянул только, что генерал-губернатор сказал ему: “Ты, оказывается, человек, обогнавший свое время”. Тут же генерал-губернатор отдал распоряжение, и Кунту сняли. Исполнять его обязанности поручили Шакариму. Не зная о таком повороте событий, наши противники, думая, что Абай будет выдворен отовсюду, угнали у Танирберды два вышедших из зимы табуна. И когда Кунту был снят, народ, употребивший в пищу отобранный скот, попал в сильную зависимость и обнищал» [10, с. 42]. Слова Турагула подтверждает и Мухтар Ауэзов, но не в романе, а в исследовательской работе: «Не зная о происходивших в Семипалатинске событиях, враги Абая, поверившие в слухи о предстоящем его аресте, напали на табуны Танирберды, брата Абая. И не просто напали, но большую часть табуна вырезали. Как раз в этот момент пришло сообщение о том, что Кунту сняли с должности волостного, а на его место поставили назначением Шакарима. В народе пропало единство, люди попали в тяжелое положение» [11, с. 35].

У Абая были сложные отношения с Танирберды, ему не импонировало безоглядное стремление брата к накоплению. Однако они были родными людьми, состояли в одной «партии». И после угона лошадей Абай поручил Шакариму (в романе – Шубар) отстаивать в суде биев интересы Танирберды, а значит всех родственников. Суд биев в данном случае был на руку Кунанбаевым, и это характерный для того периода момент. Функционирование суда империи наряду с судом биев оставляло кочевым казахам люфт. Они могли выбирать между разбором тяжб в российском суде и решением в суде биев. Как правило, к первому стремились зажиточные жалобщики, второе оставалось прерогативой простых кочевников. Оразбай, глава противостоявшей Кунанбаевым «партии», ориентировался на российский суд, рассчитывая склонить чиновников на свою сторону подношениями. Однако, Абаю удалось убедить окружное начальство передать дело в суд биев. Подкупить биев не представлялось возможным. Разбирательство не тянулось долго. Девять биев – известные волостные и богачи области – управились в один день. Выслушали представителей жигитеков, которые не отрицали факт угона лошадей. Выслушали Шакарима, заявившего, что нельзя считать виновными только жигитеков, отвечать должны все участвовавшие в набеге подрода. К ночи бии объявили решение: за каждую голову уничтоженного табуна угонщики должны вернуть по два пятилетних коня, всего восемьсот голов. Это был жестокий приговор, поставивший нарушителей в тяжелое положение [7, с. 122].

Как показано в романе, в определенных случаях и Абай предпочитал для решения проблем своих сторонников суд империи. Так, он решительно настаивал на разборе дела Макен Азимовой российским судом. Противоборствующая сторона требовала передачи дела даже не суду биев, а в ведение мечети: «Спорные дела, касающиеся брака и развода в отношении мусульманских женщин, – писал составитель прошения, – подлежат только шариату. Дело Азимовой правомочны решать лишь имамы мечетей, духовные пастыри мусульман» [7, с. 421]. Не углубляясь в вопрос о том, насколько вымышлен данный эпизод в художественном произведении, каковым является роман «Путь Абая», отметим лишь, что реформами 1867-68 гг. не предусматривалось решение тяжб гражданских лиц мечетью, а потому дело могло быть передано только суду биев, хотя близость канонов адата и шариата отмечали многие исследователи. Тот же Шакарим Кудайбердыев писал в статье «О судах и судьях», опубликованной в газете «Қазақ», №65 от 8 июня 1914 г.: «Часть старого казахского свода законов соприкасается с шариатом. Ибо шариат никогда не был застывшим камнем. Он призывает меняться под соответствующую эпоху и действовать в соответствии с временем. А в застывший камень его превращают неумные муллы. Можно привести примеры, как окостенелые сегодня правила шариата в иные эпохи вовсе не выглядели таковыми. Например, шариат говорит о свободе действий: если трудно – не делай, лучше измени» [12].

Как бы то ни было, в романе «Путь Абая» победили сторонники Абая: «Дело Макен Азимовой» рассматривалось в окружном суде. Но без участия биев не обошлось и в этом случае: «Решение суда было объявлено Макен через толмача тут же. Оно предоставляло казахской

девушке распорядиться своей судьбой по личному своему желанию. Решив таким образом моральную сторону “Дела Азимовой”, судьи так и не рискнули, однако, довести дело до конца и затронуть его материальную сторону. Спор об имущественных интересах, о возвращении калыма они передали на рассмотрение казахского суда биев, для полюбовного согласия тяжущихся сторон» [7, с. 441-442].

В романе Ауэзова есть место не только суду биев, но и эпизодам вынесения решения отдельным бием (Абаем), например, в деле о потраве табуном посевов у бедняков [6, с. 640]. В другом месте Ауэзов мастерски описывает случай оперативного вынесения биями решения прямо в степи, в момент острого конфликта. «Отступите и пришлите сейчас же троих людей для переговоров», – приказывает Абай готовым к бою противникам. «Так начались переговоры, – говорится в романе. – Они затянулись до самого вечера. Абай оставался упрямым, несговорчивым и суровым. Он настаивал на своем, ни в чем не уступая. Только под вечер было достигнуто соглашение: все тридцать задержанных жатаками коней перешли в пользу ограбленных аулов» [7, с. 231-232].

Абая порой представляют достаточно простодушным бием, которого можно и обмануть, но в реальности такого быть не могло. Принявшего ошибочное решение бия быстро бы «вычислили», и к нему не обращались бы степняки со спорными делами. «Бий тогда только судья, когда к нему обращаются тяжущиеся, обращаются же к нему – пока он пользуется хорошим *репутее*, только потеря авторитета лишает его бийского звания», – писал Чокан Валиханов [3, с. 91]. В действительности, Абай по натуре был прирожденным бием. Архам Ыскакулы, племянник Абая, вспоминал: «Была у Абая одна особенность, он впивался глазами в человека, который приходил с приветствием. Сразу спрашивал, с чем пришел посетитель, какое у него дело. Если человек отвечал внятно, дело его оказывалось важным, Абай тут же решал проблему. Вынеся решение, говорил: “Теперь иди в другую юрту, там тебя накормят”. Однако если посетитель говорил со смущением, что прибыл просто поприветствовать знатного хозяина, Абай тотчас отправлял его в гостевую юрту: “Иди, поешь”. И сколь долго ни гостил такой посетитель, его не прогоняли. Но если он приезжал повторно и теперь говорил, что у него есть дело, Абай не замечал его. Другая особенность: если кто-то брал слово, он слушал, отставив все дела. И пока человек говорил, не вставлял ни слова. Если речь нравилась, задавал вопросы, беседовал. Если не нравилась, мог прервать резко: “Хватит, довольно!” Он никогда не судил о людях по родству, богатству, знатности. Выносил заключение только по сказанным словам и совершенным поступкам» [13, с. 129]. Такой Абай ошибаться не мог. И он не ошибался как бий, судил строго, даже жестко, но справедливо. И в результате был назначен одним из главных биев чрезвычайного съезда в Кара-Мола [7, с. 313]. Это была вершина его карьеры в качестве народного судьи.

В целом трансформация традиционной судебной системы, осуществленная в казахской степи во второй половине XIX в., высветила преимущества традиционного суда биев, о которых писал еще Ч.Ч. Валиханов. Продолжая тему уже в начале XX в., свои предложения по модернизации суда биев вносил в статье «О судах и судьях» и Шакарим: «По моему разумению, число биев надо сокращать. Их должно выбирать общество шарами, то есть голосованием. Споры, по которым бии не могут вынести решения, нужно передавать в третейский суд. Обе стороны должны заносить свои показания в книгу. Если они не договорятся через посредника, пусть соглашаются с решением выборного бия, которого для них определит жребий. За этим бием должно оставаться последнее слово. Требующие материальное возмещение истцы должны вносить плату бию. Ибо тяжбы могут затянуться, и это служит причиной продолжения барымты. Над всеми биями нужен еще один бий, который должен разобраться, когда бии не соглашаются друг с другом. Если будет осуществляться надзор российским вышестоящим судьей, он должен выявлять и устранять противоречия» [12]. То есть Шакарим, опытный и уважаемый бий, прекрасно понимая неизбежность дальнейшего реформирования суда биев в условиях доминанции внешнего управления, с одной стороны, предлагал приблизить суд биев к форме судопроизводства Империи (ввести выборность биев, учредить третейский суд, установить плату по имущественным искам, узаконить суд верхней инстанции и т.д.). Но с другой стороны, он не забывал о преимуществах старинного суда биев, считая необходимым хотя бы вернуться к ограниченному числу биев. Откровенно и с некоторой печалью он рассуждал: «Что касается отправления суда, нельзя сказать, что у казахов не было старых путей-традиций. Есть протоптанная, потемневшая от времени дорога. Но эта дорога забыта.

Причина во многом происходит от обращений к русским законам. Например, есть закон о выборах, но есть и взятки – удобно сделать бием близкого человека, в итоге им становится кто угодно, и он говорит что захочет. Другая причина в том, что старинный свод законов не был записан. Однако многое из старины пригодно в сегодняшней жизни. Раньше нормы жизни в большинстве выстраивались с опорой на тот путь. И если, свернув старинные законы, отобрав подходящее, выправив в соответствии с требованиями современной жизни, написать проект законов, для казахов не было бы более удачного свода» [12].

Имелась ли в то время возможность возрождения традиционного суда биев, о котором ностальгировал Шакарим? Объективных предпосылок, конечно, не существовало. Суд биев все больше превращался в орган российской администрации, которая фактически утверждала биев, переизбираемых с удручающей частотой – каждые три года. Причем избираемый суд биев все дальше уходил от древних правовых традиций. Еще в конце XIX в. волостным съездам биев было предоставлено право издавать собственные письменные постановления (ереже). На их основе зародилась эклектичная правовая система (новый адат). В ней присутствовали и нормы шариата, и положения российского права, и собственное законотворчество биев, но только в малой степени – традиционные правовые нормы казахов [14]. Новый адат был принят в судопроизводство. Но такой формализованный суд биев не снискал уважения у населения. В результате казахи были вынуждены обращаться к нему, но потом все равно негласно шли к прежним биям, и те принимали решения в соответствии с традиционным правом, на существование которого и намекал в своих рассуждениях Шакарим. Ставшие, по сути, нелегальными, прежние бии пользовались гораздо большей популярностью в народе, нежели официально избираемые бии.

В таком дуальном виде суд биев просуществовал до революции 1917 г. и какое-то время функционировал при советской власти, но в 1924 г. «третейские суды» (так именовались тогда официальные суды биев) были окончательно запрещены Уголовным кодексом РСФСР. Деятельность суда биев была прекращена не из-за несовершенства, а по политическим мотивам. Традиционный суд биев успел доказать свою высокую эффективность. В нем успешно реализовалось единство норм права и морали: традиционного права казахов и высокой моральности биев.

Вот почему мысль Шакарима о возврате к старинному пути актуальна и сегодня. Идея возрождения традиционного суда биев не утрачена навсегда. Его нормы выглядят привлекательными на фоне современного судопроизводства, базирующегося исключительно на писаных законах и нормах права. В связи с извечной важностью вопроса о взаимосвязи права и этики, права и морали, принципы традиционного казахского суда биев заслуживают внимания на самом высоком уровне.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Шулембаева Р. Золотой век правосудия // Казахстанская правда. 2008. 24 мая.
- 2 Мами К.А. Суд биев. – [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://supcourt.kz/rus/history/sud_biev.html.
- 3 Валиханов Ч.Ч. Записка о судебной реформе. Собрание сочинений. Алма-Ата: Главная редакция Казахской советской энциклопедии, 1985. Т. 4. С. 77.
- 4 Сыдыков Е.Б. Шакарим. М.: Молодая гвардия, 2012. 352 с.
- 5 Құдайбердиев Шәкәрім. Шығармалары. Алматы: Жазушы, 1988. 493 б.
- 6 Ауэзов М.О. Путь Абая, т. 1. М.: Художественная литература, 1971. 718 с.
- 7 Ауэзов М.О. Путь Абая, т. 2. М.: Художественная литература, 1971. 688 с.
- 8 Кабульдинов З.Е., Кайыпбаева А.Т. История Казахстана (XVIII в. – 1914 г.). Алматы: Атамұра, 2008. С. 162.
- 9 Исмагамбетов Т. Развитие казахского истребительства в конце XIX – середине XX веков // Центральная Азия. 1997. № 5. С. 37-51.
- 10 Құнанбаев Т. Әкем Абай туралы. Алматы: Ана тілі, 1993. 56 б.
- 11 Әуезов М.О. Абайдың туысы мен өмірі // Абай. 1992. №2. 28 б.
- 12 Шаһкерім. Би һәм билік туралы // Абай. 1994. №9. 59-60 б.
- 13 Ысқақов Ә.К. Абайдың өмір жолы / Абай туралы естеліктер. Т. 1. Семей: Абайдың мемлекеттік қорық-мұражайы, 2010. 6 б.
- 14 Никищенко А.А. Адат, суд биев и институты российской государственности в обществе казахов, киргизов и туркмен в XIX веке / Степной закон. Обычное право казахов, киргизов и туркмен. М., 2000. С. 13-14.

REFERENCES

- 1 Shulembaeva R. *Kazahstanskaja pravda*, 2008, 24 May (in Russ.).
- 2 Mami K.A. http://supcourt.kz/rus/history/sud_biev.html (in Russ.).
- 3 Valihanov Ch.Ch. *Sobranie sochinenij*. Alma-Ata: Glavnaja redakcija Kazahskoj sovetskoj jenciklopedii, 1985, 4, 77 (in Russ.).
- 4 Sydykov E.B. *Shakarim*. M.: Molodaja gvardija, 2012, 352 (in Russ.).
- 5 Kudajberdiev Sh. *Shygarmalary*. Almaty: Zhazushy, 1988, 493 (in Kazakh).
- 6 Aujezov M.O. *Put' Abaja*. M.: Hudozhestvennaja literatura, 1971, 1, 718 (in Russ.).
- 7 Aujezov M.O. *Put' Abaja*. M.: Hudozhestvennaja literatura, 1971, 2, 688 c. (in Russ.).
- 8 Kabul'dinov Z.E., Kajypbaeva A.T. *Istorija Kazahstana (XVIII – 1914)*. Almaty: Atamura, 2008, 162 (in Russ.).
- 9 Ismagambetov T. *Central'naja Azija*, 1997, 5, 37-51 (in Russ.).
- 10 Kunanbaev T. *Akem Abaj turaly*. Almaty: Ana tili, 1993, 56 (in Kazakh).
- 11 Aujezov M.O. *Abai*, 1992, 2, 28 (in Kazakh).
- 12 Shahkerim. *Abai*, 1994, 9, 59-60 (in Kazakh).
- 13 Yskakov A.K. *Abai turaly estelikter. T. 1*. Semej, 2010, 6 (in Kazakh).
- 14 Nikishenkov A.A. *Stepnoj zakon. Obychnoe pravo kazahov, kirgizov i turkmen*. M., 2000, 13-14 (in Russ.).

Резюме

Ш.А. Құрманбаева

(Қазақ инновациялық гуманитарлық-заң университеті, Семей қ.)

«АБАЙ ЖОЛЫ» РОМАНЫНДА СИПАТТАЛҒАН КЕЗЕҢДЕГІ БИЛЕР СОТЫНЫҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫ

Дәстүрлі қазақ қоғамының қойнауында туындаған билер соты XIX ғасырда Ресей империясының ресми құқықтық жүйесінің құрылымына кіргеннен кейін өркениетті нысанды қабылдады. Жоғары бейімделу қасиеттеріне ие билер сотының тұрақтылық себептері М.О. Әуезовтің «Абай жолы» романында кеңінен ашып көрсетілген. Билер соты шығарған шешімдердің шынайы әрі көркемдік мысалдарын зерттеу қазақ қоғамындағы құқық пен мораль нормаларының тұтастық концепциясының сәтті жүзеге асырылғанын, яғни 1867–68 жылдардағы саяси-әкімшілік реформаға дейін де, кейін де қазақтардың дәстүрлі құқықтары мен билердің жоғары моральдылығын көрсетеді. Сыртқы басқарудың басымдылығы жағдайында билердің дәстүрлі соты кеңестік билік кезінде билердің қызметіне директивті түрде тыйым салғанға дейін өз тиімділігін айқын көрсетіп келген, бұл заманауи сатыдағы қағидаттарға назар аударудың өзектілігін арттыра түседі.

Тірек сөздер: билер соты, Абай жолы, Шоқан Уәлиханов, шәкәрім, Әуезов, мораль, құқық.

Summary

Sh.A. Kurmanbayeva

Kazakh Humanitarian Juridical Innovative University, Semey

STABILITY OF THE BIY COURT IN THE AGE DESCRIBED IN THE NOVEL "ABAI'S WAY"

Biy court that was born in the depths of the traditional Kazakh society has received civilization clearance in the XIX century by entering the structure of formal legal system of the Russian Empire. Reasons for stability of the biy court that had high adaptive qualities are revealed in the novel of M.O. Aujezov "Abai's Way". The study of real and artistic examples of passing judgment by biy court reveals successful implementation of the concept of unity of law rules and morality in the Kazakh society: traditional law of Kazakh and high morality of biys both before and after political and administrative reforms of 1867-1868. In terms of domination of external management traditional biy court demonstrated its effectiveness up to the directive prohibition of biys' activities already under the soviet system, which actualizes the attention to his principles at the present stage

Keywords: biy court, Abai's Way, Chokan Valikhanov, shakarim, Aujezov, moral, law.

Поступила 30.04.2013 г.

УДК 323.285; 327.8

К.Л. СЫРОЕЖКИН, М.Т. ЛАУМУЛИН, Ш.А. КУРМАНБАЕВА

(* Казахстанский институт стратегических исследований при Президенте Республики Казахстан, г. Алматы

** Казахский гуманитарно-юридический инновационный университет, г. Семей)

ДИНАМИКА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕРРОРИЗМА И ГЕОПОЛИТИКА ⁴

(Представлено академиком НАН РК А. Нысанбаевым)

Аннотация

Нарастание активности ведущих держав на мировой арене вкупе с перманентными вспышками террористической активности свидетельствуют о том, что система международных отношений вступает в активную фазу своей трансформации. В настоящем исследовании установлено, что изменениям подвергается в первую очередь структура системы международных отношений, отражающая геополитические, геоэкономические связи как между традиционными акторами, так и нетрадиционными. С учетом того факта, что современный терроризм может быть определен как явление, имеющее социально-политическую природу, можно сделать вывод, что роль и значение акторов системы международных отношений для поведения этой системы, а также ее структурные связи детерминируют как саму террористическую активность, так и состояние контртеррористической системы.

Ключевые слова: терроризм, экстремизм, геополитика, Казахстан, Центральная Азия, контртеррористическая система.

Түйін сөздер: лаңкестік, экстремизм, геосаясат, Қазақстан, Орталық Азия, лаңкестікке қарсы жүйе.

Keywords: terrorism, extremism, geopolitics, Kazakhstan, Central Asia, counter-terrorist system.

Современный общеполитический фон характеризуется нарастающим потенциалом локальных и региональных конфликтов. Происходят они не только в реальном пространстве, но и в информационном. Как указывают многие аналитики, на дальнейшее развитие мировой системы будет влиять ряд факторов. Как современный терроризм немыслим без СМИ, так он напрямую связан и с геополитикой [1]. Более того, вполне справедлив тезис о том, что, во-первых, всем значимым геополитическим событиям либо предшествовал террор, либо они им сопровождалась, либо их следствием являлась активизация террора и терроризма, а во-вторых, именно глобализация породила международный терроризм. Еще одной важной характеристикой современного мира является значительное понижение роли идеологии и увеличение роли религии. Все эти процессы оказывают большое влияние на социальное измерение, что делает их интересными для нас в контексте исследования взаимосвязи терроризма и геополитики.

Чтобы распознать скрытые угрозы, понять тектонику терроризма, нужно знать первопричины явления [2]. Поэтому важен исторический обзор терроризма, который выявляет не только глубокие корни, но и динамику развития явления, что имеет далеко не преходящее значение, ибо находится в поле предельных проблем, освоение которого подразумевает не обращение время от времени к историческому контексту, а создание фундаментальных баз.

Историческое измерение международного терроризма

Терроризм в истории всегда инициировался в целях достижения определенных политических интересов. Так, международный терроризм был главным средством всех удачных и неудачных революций и восстаний, прокатившихся по Европе в 1848-1849 гг. Носителями идеологии терроризма и исполнителями терактов стали десятки специально созданных тайных радикальных политических структур. Их называли «партии кинжала и стилета». Среди них: «Молодая Италия», «Молодая Польша», «Молодая Германия», «Молодая Европа», «Молодая Швейцария», «Молодая

⁴ Статья подготовлена по гранту Республики Казахстан, номер госрегистрации 0112РК02907.

Франция», «Молодая Корсика», «Молодая Босния», «Молодая Румыния», младотурки, Бнай Брит и т.д.

Акты терроризма стали «спусковым крючком» всех мировых и локальных войн, которые по существу являются материальной широкомасштабной формой идейно-религиозного, концептуального, политического, идеологического, вооруженного терроризма, осуществляемого национально-социальными группами, государствами, военно-политическими блоками.

XX в. характеризовался значительной активизацией терроризма и его качественными преобразованиями. Географически терроризм охватил все континенты. При этом особое внимание привлекает динамика как количественных, так и качественных изменений терроризма.

Несмотря на наметившееся в международном праве разведение классической войны с войной террористической, эти два вида все еще тесно переплетены. К примеру, Первая мировая война началась с террористического акта, при этом мало какой террористический акт в истории человечества имел такие последствия. Изучению влияния теракта в отношении Франца Фердинанда на глобальные процессы посвящена масса научных работ [3]. Первое впечатление такое, что убийство эрцгерцога и Первая мировая оказались взаимоувязанными по чистой случайности, т.е. террористический акт был просто использован в качестве повода для развязывания войны. Физическое устранение политических деятелей, неудобных тем или иным правительствам или группировкам не являлось для того времени чем-то из ряда вон выходящим. Однако, если обратить внимание на степень вовлеченности Франца Фердинанда в политические процессы, его потенциальные возможности и личностные характеристики, то можно заметить, что в условиях движения международного сообщества к новому переделу мира эрцгерцог был многим удобен. В связи с этим можно предположить, что теракт в отношении Франца Фердинанда был использован не просто как повод, а как метод развязывания войны. В годы самой войны шок, вызванный военными действиями, несколько сгладил угрозы терроризма.

В межвоенный период терроризм претерпел качественные изменения. В силу нерешенности в рамках Версальско-Вашингтонской системы ряда международных противоречий терроризм перестал быть исключительно внутринациональным явлением и стал использоваться как метод борьбы на межнациональном уровне.

В процессе укрепления тоталитарных государств второе рождение пережил и террор. Можно говорить об этапе «укрепления тоталитарного режима» – он характеризуется использованием боевиков в целях устрашения и подавления противников еще неокрепшего режима.

США в межвоенный период также сталкивались с проявлениями терроризма, однако в отличие от европейского терроризма американский не был в чистом виде политическим, а имел религиозно-расовую сферу развертывания.

Таким образом, для межвоенного периода характерны такие виды терроризма, как национальный, идеологический и геополитический.

Вторая мировая война масштабами военных действий и трагичностью затмила любые другие проявления политического насилия, поэтому историография терроризма периода Второй мировой войны практически отсутствует. В то же время можно отметить, что ряд событий и явлений, имевших место в период Второй мировой, могут быть квалифицированы как проявления террора или терроризма – к примеру, Холокост, или действия оккупантов на захваченных территориях. Такие присущие терроризму характеристики как применение насилия по отношению к не-комбатантам, оказание влияния на процесс принятия политических решений путем применения насилия, сеяние ужаса и страха среди населения – характерны для действий США, осуществивших ядерную бомбардировку японских городов Хиросимы и Нагасаки.

Вторая мировая война имела большие последствия для развития терроризма. В послевоенный период объект нападения террористов претерпевает качественные изменения. Если в предыдущее время террористы ориентировались на убийства политических деятелей, то теперь жертвами насилия становятся мирные граждане, не аффилированные с политикой. Феномен трансформации объекта насилия детерминируется двумя, по сути, взаимоисключающими причинами. С одной стороны, огромное количество жертв войны, в том числе погибших в результате ядерной атаки на Хиросиму и Нагасаки, нивелировало ценность человеческой жизни. С другой стороны, развитие демократии и, как следствие, повышение ответственности государств в сфере общественной безопасности сформировали новую точку уязвимости национальных правительств. В этот же

период росла роль средств массовой информации, что давало возможность заметно усилить тактику устрашения путем предания факта совершенного насилия широкой огласке. В результате дальнейшее развитие демократии в ряде государств, повышение роли электората, возрастающая значимость СМИ и формируемых ими информационных потоков создали новый тип терроризма [4].

Масштабы распространения террора в Европе

По окончании Второй мировой войны терроризм регионализируется и национализируется. Практически во всех регионах мира появляются свои специфические движения, имеющие террористическую направленность. Европейский терроризм в первую очередь представлен такими организациями, как ЭТА и ИРА. Обе организации заявили о ведении национально-освободительной борьбы. Ирландская республиканская армия считается одной из старейших организаций, действующих сегодня и аффилированных с терроризмом. Деятельность ИРА оценивается неоднозначно, это связано с многократным делением организации.

С 1959 г. на территории Испании действует террористическая организация «Страна басков и свобода», или «Родина и свобода» в аббревиатуре ЭТА [5]. Деятельность ЭТА имеет сепаратистский характер и детерминируется социальной сферой. Данный случай наглядно демонстрирует, что в основе терроризма не всегда лежит социальная неустроенность и бедность.

В целом для послевоенной Европы второй половины XX в. характерен так называемый «левый» терроризм [6]. В ФРГ, Италии, Испании, Франции, Португалии террористические организации леворадикального толка были весьма активны. Наиболее ярко леворадикальный терроризм проявил себя в ФРГ. Одной из самых известных террористических организаций левого толка была «Фракция Красной Армии» (РАФ), более известная как «Группа Баадер-Майнхоф». Главным методом борьбы стала партизанская деятельность в городских условиях. Целью Группы являлась коммунистическая революция. «Чистота» помыслов группы Баадер-Майнхоф, а также гендерные особенности (группа на 80% состояла из женщин) породили феномен романтизации террористической деятельности. В 1992 г. РАФ заявила о прекращении вооруженной борьбы, и на смену ей пришла «Группировка Антиимпериалистического сопротивления». Антиимпериалистическое сопротивление не получило серьезного развития, так как представляло из себя некий альянс террористических групп, в той или иной степени аффилированных в прошлом с РАФ, но видящих цели по-разному.

Итальянский терроризм 1970-80-х гг. представлен в первую очередь такой организацией, как «Красные бригады» (БР) [7]. Организация была четко структурирована и в конце 70-х годов достаточно многочисленна. В тактике действия выделяются три этапа. Первый – с 1970 по 1974 гг. – предполагал такие виды деятельности, как захват заложников с целью обмена на находящихся в тюрьмах террористов, распространение листовок, поджоги автомобилей, диверсии на предприятиях, экспроприации. В основном жертвами терактов были представители заводской администрации, владельцы предприятий. Второй период – с 1974 по 1980 гг. – характеризовался ростом активности и агрессивности террористической деятельности. Объектами нападений становятся школы, университеты, транспорт.

Греческий терроризм представлен в первую очередь такими организациями, как «Революционная Народная Борьба» (ЭЛА) и «Революционная Организация 17 Ноября». Основопологающей причиной создания организаций явилась борьба с военной хунтой, правившей в Греции в период с 1967 по 1974 гг. Главным лозунгом обеих организаций была борьба с капитализмом и империализмом. Группы организовывали взрывы бомб в государственных учреждениях и других организациях, в той или иной мере связанных с США и НАТО, а также в посольствах и банках. В дополнение к антиамериканским настроениям «Революционная Организация 17 Ноября» выступала еще и за разрыв Греции с Европейским Союзом. «Революционная Организация 17 Ноября» является одной из самых успешных, несмотря на то, что главная цель организации достигнута не была, но и ни один член группы никогда не был арестован.

Несмотря на определенную восточную специфику Турции, логично рассмотреть турецкий терроризм в рамках европейского. Одной из самых многочисленных, даже в мировых масштабах,

организацией является Курдская Рабочая Партия (КРП), по сути, военно-политическая организация, насчитывающая более 4 тыс. чел., имеющая в своем составе боевые структуры: Курдистанский Национальный Фронт Освобождения (ENRK), Столичная Группа Мести, Народная Освободительная Армия Курдистана (ARGK) [8]. Несмотря на изменения в общем политическом курсе КРП, организация относится к леворадикальным, стоящим на марксистских позициях. В то же время КРП является сепаратистской. Курдская Рабочая Партия имеет тесные связи с террористическими организациями в Ираке, Сирии, Греции, Армении. Другой террористической организацией в Турции является Партия Фронт Революционного Народного Освобождения. Организация была создана в 1978 г. и артикулирует антизападную и антиамериканскую позицию. Помимо двух указанных организаций можно говорить о наличии в Турции терроризма исламистского толка. В 1980-е гг. действовал ряд террористических группировок, среди которых называют «Организацию исламского освобождения», «Организацию исламского движения», «Армию исламского спасения», «Фронт сторонников Великого исламского Востока». На территории Турции также активны отдельные подразделения «Хезболла».

Как видно из обзора, для Европы 1960-80-х гг. характерен леворадикальный и национально-освободительный терроризм. Зачастую террористические группировки, ведущие национально-освободительную борьбу, в качестве идеологической базы использовали марксизм-ленинизм, а также исламские фундаменталистские течения. Основная мотивация деятельности выражалась в националистических, социальных, идеологических и гендерных категориях. Применяемые методы в основном были направлены на физическое устранение конкретных политических деятелей, захват заложников, ограбления и экспроприации. Теракты, влекущие за собой массовую гибель не причастных мирных граждан, все еще были редкостью. Постепенно росла роль СМИ в террористической деятельности. В свою очередь, национальные правительства приступили к созданию эффективных механизмов противодействия террористам путем формирования антитеррористических спецподразделений. Однако антитеррористические действия были ориентированы на устранение последствий теракта, но не на создание системы предупреждения. В силу того, что террористические группировки имеют национальный характер и действуют преимущественно на территории одного государства, международное антитеррористическое сотрудничество было выражено слабо.

Структурные особенности терроризма в Америке

На американском континенте террористические группы были активны в США, Уругвае, Боливии, Колумбии, Чили, Перу [9].

В США в 1970-80-е гг. крупнейшей расистской организацией была «Арийская нация» (АН). Организация главной целью артикулировала борьбу с афроамериканцами и евреями и выступала за создание на территории пяти северо-западных штатов арийского государства. Идеологически ориентировались на христианский протестантский фундаментализм [10]. Тактически АН использовала методы герильи, применяла пропагандистские методы работы, наиболее активно в тюрьмах. «Арийская нация» имела тесные связи с такими праворадикальными, неофашистскими и христианско-фундаменталистскими организациями как «Ку-клукс-клан», «Милиция Штата Монтана», «Добровольцы Штата Невада», «Горная Церковь», «Тевтонское Единство», «Евроамериканский Союз», «Арийское Братство», «Национальная Социалистическая Немецкая Рабочая Партия – Иностранная Организация», «Христианская Лига Защиты». Примечательно, что добиться прекращения деятельности АН удалось вполне законными и демократическими методами. Была использована уже испробованная ранее в рамках противодействия Ку-Клукс-Клану методика предъявления финансово весомого иска к организации через суд, удовлетворение которого привело АН к финансовому краху. Тем не менее спорадические проявления пропагандистской деятельности АН наблюдаются и в настоящее время.

В состоянии противоборства с АН и Ку-Клукс-Кланом находилась «Церковь создателя» (ЦС). Основное расхождение детерминировалось отклонением ЦС от христианства. Организация стояла на антихристианских и антисемитских позициях, при этом объектами нападения боевиков ЦС были афроамериканцы и евреи, а также полицейские и другие правительственные учреждения.

Одной из легендарных и романтизированных террористических группировок были «Черные пантеры» (ЧП). Организация создана как реакция на неэффективность идей Мартина Лютера

Кинга в борьбе со злом путем добра и ненасилия. ЧП были созданы в целях охраны черных гетто от нападения полицейских и белых расистов. Исходная тактика предполагала психологический терроризм, выразившийся в организации молчаливого мониторинга безопасности афроамериканцев на улицах как «белых», так и «черных» кварталов. При этом правила поведения принципиально не нарушались, но всячески демонстрировались присутствие и вооруженность, что и оказывало психологическое давление на полицию.

В целом для США того периода характерна праворадикальная направленность с расовой сферой развертывания. Очень серьезно была представлена религиозная составляющая идеологического обеспечения террористической деятельности.

Одной из старейших и самых неоднозначно оцениваемых группировок Колумбии являются Революционные вооруженные силы Колумбии (РВСК – НА или ФАРК). ФАРК была образована в середине 1960-х гг., как вооруженное повстанческое крыло Коммунистической партии Колумбии [11]. Основной целью является противостояние североамериканскому империализму, свержение проамериканских правительств в Колумбии, осуществление коммунистической революции. В настоящий момент выступают также за сильную Латинскую Америку без влияния США, разделяют идеи Симона Боливара. В большей степени используют методы партизанской войны. Основные споры, имеющие значение для оценки деятельности организации, осуществляются по вопросу об источниках финансирования. Доказанными и общепризнанными являются факты сбора повстанцами так называемого революционного налога с населения подконтрольных территорий, при этом выработана особая схема налогообложения, призванная подчеркнуть справедливый характер действия: гангстерские методы взимания денег с иностранных кампаний, а также похищение людей с целью обмена за выкуп. Спорным вопросом является участие ФАРК в наркобизнесе в качестве производителей или покровителей.

Кроме ФАРК, на территории Колумбии в период 1960-80-х гг. действовали и такие организации, как «Революционные вооруженные силы Колумбии» и «Национальная армия освобождения» (ELN). Обе организации возникли в первой половине 60-х годов и имели антиамериканский и антиправительственный характер. Применяли методы партизанской борьбы, в том числе сельскую и городскую герилью. Одним из источников финансирования ELN являлся наркорэкет.

В октябре 1987 г. в Колумбии был сформирован Национальный координационный комитет имени С. Боливара. Комитет объединил такие организации военно-политического толка, как «Революционные вооруженные силы Колумбии», «Армия национального освобождения», «Народная армия освобождения», «Индийская группировка имени К. Ламе», «Свободная Родина» и «Революционная партия трудящихся».

Можно констатировать, что терроризм 1960-70-х гг. в Колумбии имел ярко выраженную «левую» направленность. Идеологически террористы стояли на позициях антиимпериализма и антиамериканизма. Поведенчески демонстрировали свою лояльность к населению и заботу о его социальном благополучии, вплоть до поддержки наркопроизводства.

Свое подразделение ELN имела и в Бразилии. В свою очередь из нее выделилась «Комиссия Нестора Паз Замора» (CNPZ). Кроме ELN и CNPZ, на территории Бразилии действовала «Тупак Катари партизанская армия», являвшаяся партизанской организацией и состоявшая из туземного населения. Основное направление деятельности – противодействие правительству Бразилии и США. Террористические акты были направлены на выведение из строя различных объектов инфраструктуры, в том числе нефтепроводов, а также мормонских церквей и других объектов, принадлежавших гражданам США.

Наиболее колоритной террористической организацией Перу была «Сандро луминосо» (СЛ) – «Светлый путь». Организация имела ультралевую направленность, ряд лидеров прошли подготовку в Китае, что оказало большое влияние на идеологическую составляющую организации. Кадровую основу организации изначально составили преподаватели университетов, студенты, постепенно основной упор делался на привлечение в свои ряды крестьян, использовавшихся в качестве членов боевых отрядов. Среди целей – создание нового демократического общества, обеспечение социальной справедливости, а также разрушение городов, ставка на натуральное хозяйство, разрушение техники и зданий. Проводимые акции отличались особой жестокостью.

Другой известной перуанской террористической организацией являлось «Революционное движение Тупак Амару» (РДТА). Организация возникла в первой половине 1980-х гг. и также

придерживалась идей марксизма, ставя главной целью дестабилизацию государства путем «вооруженной пропаганды» и учреждение марксистского режима. Что характерно для латиноамериканских стран, идеи о достижении общества социальной справедливости напрямую увязаны с изгнанием США с территории государств.

Организация с почти аналогичным наименованием «Тупаамарос» была создана в 60-х годах в Уругвае. В основном применяли налеты на банки, склады, захват небольших городов, убийства офицеров и чиновников, похищения состоятельных граждан и иностранцев.

Чилийский терроризм представлен такими организациями, как «Левое Революционное Движение», «Патриотический фронт Мануэля Родригеса», являющийся вооруженным крылом Чилийской Коммунистической Партии, «Молодежное движение Лаутаро». Организации так же стояли на позициях марксизма и маоизма. Главной целью являлась борьба с военной диктатурой Пиночета, а также вытеснение американского влияния. Эффективные антитеррористические меры, принятые Пиночетом привели к дроблению и трансформации организаций. К примеру, Лаутаровцы постепенно трансформировались в уголовную банду.

Можно сделать вывод, что во второй половине XX в. основным плацдармом для развертывания борьбы в условиях силовой асимметрии против США стала Латинская Америка [12]. В 1960-80-е гг. большинство латиноамериканских террористических группировок были леворадикальными. Наиболее известная террористическая организация праворадикального толка – «Объединенные Силы Самообороны» (AUC) была создана в 1997 г. в Колумбии. Ее цели предполагали защиту населения от левых террористов. Деятельность AUC характеризуется особой жестокостью, предполагающей массовые убийства, похищения людей и пытки. Получает поддержку от торговцев наркотиками, латифундистов, крупных бизнесменов.

Главным импульсом к возникновению латиноамериканского терроризма стала революция на Кубе. Несмотря на наличие большого количества доморощенных идеологов террористической борьбы, главным героем латиноамериканских террористов был Че Гевара. Латиноамериканский терроризм имеет специфическую особенность, выражающуюся в особом понимании роли мирного населения в рамках непримиримой борьбы с правительствами. Несмотря на артикулируемую террористами ценность – свобода, социальное равенство и улучшение жизни простых крестьян, террористы своими действиями целенаправленно создавали условия для реального ухудшения жизни населения. Провоцируя репрессии со стороны правительств по отношению к мирному населению, они рассчитывали на активизацию населения в русле революционных свершений. Основой такой политики был тезис о неотвратимости мировой крестьянско-пролетарской революции. Тактически латиноамериканский терроризм основывался на методах партизанской войны, что было предопределено наличием колоссальных массивов необжитых пространств, труднодоступных для правительственных войск. Другой специфической особенностью латиноамериканского терроризма является его тесное переплетение с наркопроизводством и наркотрафиком.

Динамика развития терроризма в Азии

По настоящему международный характер носила террористическая организация «Красная армия Японии», известная также как «Антиимпериалистические интернациональные бригады». Организация распространила влияние на Ближний Восток, США, Испанию, Италию, Нидерланды, Ливан, Сирию, Израиль, Филиппины, Сингапур, Малайзию, Индию. В различное время штаб-квартиры красноармейцев находились в разных странах. Первоначально организация называлась «Сёкигун-ха» и была продолжением студенческой организации «Зенгакурэн». В качестве главной цели существования артикулировалась необходимость свершения социалистической революции в Японии с последующим распространением мирового революционного движения. В качестве противников «Красная армия Японии» обозначила мировой империализм, Израиль и сионизм, антиарабское движение, советский ревизионизм. Экспорт революции предполагалось осуществить посредством создания во всех регионах собственных Красных армий, объединенных в одну мировую революционную организацию. Основными методами являлись угоны самолетов, захват стратегически важных зданий, похищения людей, преимущественно бизнесменов. Несмотря на масштабность планов и связей «Красной армии Японии», она не получила такой известности, как «Аум Синрикё», основанная в 1987 г.

«Аум Синрикё» основывалась на религиозном учении, что малохарактерно для организаций развитых капиталистических стран второй половины XX века [13]. Во-вторых, организация имела официальную регистрацию и участвовала в парламентских выборах, то есть длительное время находилась на легальном положении. В-третьих, несмотря на религиозный характер, ее кадровую основу составляли не проповедники и боевики, а ученые, преимущественно химики и биологи. В-четвертых, «Аум Синрикё» не использовала такие характерные для терроризма того периода методы как похищения, захваты заложников и взрывы. Было проведено всего два теракта по одной схеме – распыление нервнопаралитического газа. После последнего теракта 1995 г. в метро в Токио и Йокогаме организация была разоблачена. В целом, можно отметить, что «Аум Синрикё» не преследовала каких-то конкретных политических целей, а проповедовала грядущий армагеддон. Организация также имела широкую международную сеть. Таким образом, в Японии сформировался религиозно-идеологический терроризм, носящий ярко выраженный международный характер.

Законодателями «террористической моды» считаются ближневосточные террористические организации. Следует отметить характерную особенность ближневосточного терроризма, выраженную в совпадении его ареала с границами исламской идентичности. Отправной точкой формирования современной версии ближневосточного терроризма является решение ООН о создании государства Израиль на территории Палестины, что дает возможность утверждать, что терроризм на Ближнем Востоке детерминирован геополитическими интересами ведущих держав поствоенного мира, а в дальнейшем и «холодной войной».

Ближневосточный терроризм представлен широким спектром направлений, от национально-освободительного до религиозного. Во второй половине 1950-х гг. было создано «Движение за национальное освобождение Палестины», более известное как ФАТХ. Первый теракт был проведен спустя 10 лет после образования. Главной задачей организации являлось противостояние Израилю в целях создания Палестинского государства. Заметное усиление значимости ФАТХ произошло в 1969 г., после того как Ясир Арафат возглавил «Организацию освобождения Палестины» (ООП). Созданная в 1964 г., ООП главной целью видела ликвидацию государства Израиль, изгнание из Палестины большинства еврейских переселенцев и создание «демократического и светского государства» [14]. После войны 1973 г. Ясир Арафат ориентируется на отказ от ведения боевых действий, что привело к выделению из рядов ФАТХ и ООП более мелких и радикально настроенных организаций.

Ряд организаций также стояли на позициях национально-освободительной борьбы, но в программных документах артикулировали марксистскую идеологию. К таким организациям следует отнести «Народный фронт освобождения Палестины» (НФОП), зародившийся в 1967 г. в результате слияния трех организаций: «Палестинского Освободительного Фронта», группы «Герои Возвращения» и группы «Мстящая Молодежь». Впоследствии в результате раскола НФОП выделяются такие организации, как «Народный фронт освобождения Палестины – Главное командование» (НФОП-ГК) и «Народный фронт освобождения Палестины – Специальное командование» (НФОП-СК). Обе организации стояли на позициях марксизма, водоразделом послужил вопрос о соотношении военизированных и политических действий в общей стратегии борьбы.

Национально-освободительную мотивацию имеет также и «ХАМАС». Уникальность «ХАМАС» заключается в том, что именно эта организация сумела сформировать один из известных курьезов в истории международных отношений. Считаясь одной из самых активных террористических организаций, «ХАМАС» сумел прийти к власти в результате выборов, признанных мировым сообществом как открытые и демократические. Среди политиков нет единого мнения относительно того, является ли ХАМАС террористической организацией. Сами хамасовцы отрицают свою приверженность идеям терроризма, но считают, что только борьба может решить проблемы Палестины.

В противовес террористическим группировкам национально-освободительного и анти-израильского толка была созданы еврейские террористические организации «Ках» и «Кахане хай». В принципе сложно отделить организации друг от друга, так как «Кахане хай» является дочерней организацией от «Ках». В свою очередь в прямой аффилиации к этим организациям находится еще одна террористическая группа – «Ноар Меир», основу которой составляет

молодежь. Главной целью организации является освобождение земли израильской от арабов и восстановление государства Израиль в его библейском понимании. Малочисленность еврейских террористических организаций антиарабского толка может быть объяснена тем, что израильтяне, желающие бороться с палестинцами, имеют возможность делать это вполне легально в частях Армии обороны Израиля.

Отдельное направление ближневосточного терроризма представлено исламистскими группировками [15]. Такие группировки существуют во всех странах ближневосточного региона, за исключением Израиля. Наибольшую активность проявляют египетские организации, среди которых можно назвать «Ассоциацию братьев-мусульман», «аль-Джихад», «Гунуд Аллах», «Группа Рамзи Ахмед Юсефа», «аль-Гамаа аль-Исламийя», «Муназзамат ат-тахрир аль-Исламий». Ливан представлен «Хезболла», «Фатх аль-Ислам» и «Джунд аль-Шам». Представительством «Братьев-мусульман» в Саудовской Аравии является «Группа Джухаймана аль-Отейби», также действует «Бригада двух святых мечетей». Палестинской организацией исламских фундаменталистов является «Исламский Джихад Палестины». Активно действуют иракские террористические группировки, среди которых «Муджахедин меджлис аш-Шура», «Аль-Каида земли двуречья», «Армия Махди», «Исламская армия в Ираке», «Ансар аль-Ислам». Иранские фундаменталисты создали такие организации, как «Джунд Аллах» и «Муджахедин Халк».

Несомненно, наиболее яркой и опасной террористической организацией исламистского толка является Аль-Каида. Она является и наименее изученной, несмотря на огромное количество статей и в целом внимания к Аль-Каиде ее потенциальные возможности, структура и суть слабо изучены. В принципе сам факт существования организации многими ставится под сомнение [16]. Внушительное количество террористических организаций, в той или иной мере аффилированных с Аль-Каидой, дает возможность предположить, что речь идет не просто об организации как некоей структуре замкнутого характера, а о политическом движении.

С учетом того, что в настоящий момент террористические группировки исламистского толка проявляют наибольшую активность, зачастую возникает ошибочное мнение, что данное направление терроризма является детищем последних десятилетий. Тем не менее, организация «Ассоциация братьев мусульман» была создана в 1928 г., и уже тогда мотивационно придерживалась идей исламизма [17].

Террористические организации исламистского толка представлены не только на территории Ближнего Востока, но и в других регионах, к примеру, в Южной Азии. Южно-азиатский терроризм представлен в первую очередь пакистанскими, бангладешскими и шри-ланкийскими организациями. Среди пакистанских группировок выделяются «Лашкар-и-Тойба», «Харакят-уль-Джихад аль-Ислами», «Харкат-уль-Муджахидин», «Джамиат-и-Улема Ислам» и «Джаиш-и-Мохаммад». Самая громкая акция последних лет – нападение на ряд зданий в Мумбаи – была организована «Лашкар-и-Тойба». Террористы одновременно атаковали 9 объектов, среди которых железнодорожный вокзал, отели «Тадж Махал Палас», «Оберой Трайидент», Кама Госпиталь, Нариман-хаус, Леопольд-кафе, Метро-синема, Колледж св. Хавьера. Были произведены взрывы в городском порту и пригороде Виль Парле. В результате погибло более 80 человек и более 250 человек получили ранения.

В Шри-Ланке действует террористическая организация «Тигры освобождения Тамил Илама». Боевую деятельность она осуществляет и на территории Индии. Деятельность организации является производной от имеющегося противоречия между тамлами и шинхалами.

Следует обратить внимание на то, что внешне мотивация террористических организаций может носить характер сепаратизма, однако анализ глубинных мотивационных установок свидетельствует о том, что задачи, которые ставят перед собой организации, не имеют ничего общего с национализмом.

Характеристика террористических организаций Центральной Азии

В 1990-х гг. терроризм пришел в Центральную Азию. Можно отметить, что группы, применявшие террористические методы, действовали на территории Средней Азии и в первой половине XX в. В большей степени они известны под собирательным названием – басмачи, что в переводе означает «совершающие налеты, нападающие». Самоназвание – моджахеды – восходит к

понятию «джихад». Басмачество как военно-политическое движение возникло как реакция на революцию 1917 г. и просуществовало примерно до середины 30-х гг. Идеологически басмачи стояли на позициях панисламизма и пантюркизма. Мотивационно ориентировались на освобождение территории Туркестана от большевиков или от «неверных» и за создание национально-религиозной автономии Туркестана. Наибольшая концентрация басмаческих группировок наблюдалась в Ферганской долине. Наиболее известными организациями являлись «Шура-и-Ислам», «Улема», «Алаш». Тема басмачества довольно активно изучалась в советский период, при этом оценка деятельности басмачей являлась крайне негативной, сегодня же в условиях пересмотра ряда ценностей оценки представлены с большим спектром вариативности.

Среди современных террористических организаций, действующих на территории Центральной Азии следует, в первую очередь, назвать «Исламское движение Узбекистана» (ИДУ) [18]. Несмотря на свою молодость (организация была создана в 1996 г.), ИДУ является крупнейшей террористической группировкой центрально-азиатского региона. Как видно из названия, организация является исламистской. В качестве целей ИДУ провозглашает борьбу с политическим режимом Ислама Каримова, предполагая создание на территории всех пяти центрально-азиатских государств, а также части Китая, заселенной уйгурами, исламского государства. Центром будет Ферганская долина, в частности так называемое ФАНО – территория, пролегающая по линии Наманган – Андижан – Ош – Фергана. Доподлинно указать места дислокаций террористических организаций крайне сложно, тем не менее, аналитический дискурс содержит утверждения о перемещениях ИДУ на территории Таджикистана и Афганистана. Организация имеет тесные связи с талибами, чеченскими боевиками.

Хизб-ут-Тахрир также является одной из наиболее активных террористических организаций в Центральной Азии. Была создана в 1953 г. в Иерусалиме. В Центральной Азии Хизб-ут-Тахрир начала свою деятельность в 1995 г. В Казахстане впервые деятельность Хизб-ут-Тахрир проявилась в Южно-Казахстанской области, в 1998 г. Тогда в ЮКО впервые было зафиксировано нелегальное распространение листовок и брошюр, подписанных партией Хизб-ут-Тахрир, содержащих, по сути, призывы к изменению конституционного строя в республике. Главной целью организации является возвращение мусульманской уммы в Дар аль-Ислам, установление главенства законов шариата и создание Халифата. Достижение этой цели предполагается осуществить в три этапа. Первый этап предусматривает просветительскую работу среди правоверных. На втором этапе сторонники партии начнут распространять идеи Халифата среди соотечественников. Третий этап будет характеризоваться падением светских режимов, созданием непосредственно Халифата и установлением власти халифа. При этом организация полностью отвергает насильственные действия, напоминая, что пророк Мухаммед построил первое государство, несмотря на бойкот и гонения, не применяя насилия, используя только политические методы и интеллектуальные способности.

Учитывая ненасильственный характер деятельности, организацию признают легальной во многих странах, в том числе европейских, например, в Великобритании. На территории Центральной Азии и в России организация не прошла легализацию и была запрещена как террористическая. В Казахстане Хизб-ут-Тахрир признана экстремистской решением городского суда Астаны от 28 марта 2005 г.

В последнее время все чаще на страницах прессы упоминается такая террористическая организация, как «Акромийя». Она была создана в середине 1990-х гг. бывшим членом исламистской организации Хизб-ут-Тахрир Акрамом Юлдашевым. Главной идеей акромийцев является создание в Узбекистане исламского государства. Организация допускает возможность применения насильственных методов. Считается, что Андижан стал первым «пробным шаром».

Таким образом, появление современного терроризма в Центральной Азии увязывается с ренессансом панисламистской идеологии. Мотивационно организации артикулируют борьбу со светскими властями в Узбекистане. На более глубоком уровне наблюдается неприятие национализма, так как конечной целью является построение исламского Халифата как глобальной религиозно-политической системы. Методы достижения целей могут быть как насильственные, так и пропагандистские [19]. Относительно насильственных методов возникает множество споров, так как официальная точка зрения на причастность ИДУ, Акромийи и Хизб-ут-Тахрир к терактам на территории Центральной Азии и точка зрения самих террористов могут расходиться. К примеру,

несмотря на то что официальные власти Узбекистана возложили ответственность за теракты на Хизб-ут-Тахрир, организация отказывается брать на себя ответственность за взрывы в Ташкенте.

Качественные изменения в структуре современного терроризма

За время существования терроризм претерпел значительные изменения как мотивационно, так и в отношении применяемых методов. Изменились и объекты нападения. Если в ранние периоды объектом насилия выступали конкретные люди, имеющие непосредственное отношение к политическим процессам, то с конца XX в. объектом стали мирные граждане. Появились новые виды терроризма. Если ранее терроризм существовал исключительно в реальном пространстве, то в настоящий период можно констатировать виртуализацию терроризма. Речь идет не о роли СМИ в процессе осуществления террористических акций, а о конкретных действиях террористического характера в киберпространстве. Относительно роли СМИ можно отметить, что зависимость терроризма от масс-медиа также демонстрирует позитивную динамику и тесно взаимосвязана со сменой террористической тактики и объектов нападений.

Немаловажный факт: коренным образом изменилась роль террористических организаций как в системе внутривосточных, так и системе международных отношений. Вестфальская система с ее приматом национального государства как основного актора международных отношений больше не удовлетворяет требованиям современности. Терроризм стал самостоятельной политической силой с вполне конкретными политическими амбициями. Более того, в рамках научно-аналитического дискурса терроризм, ранее относившийся к нетрадиционным угрозам, постепенно «перекочевал» в разряд традиционных гроз, уступив место нетрадиционной угрозы экологическим, образовательным и иным гуманитарным аспектам безопасности.

На протяжении длительного периода времени терроризм в мире, расколотом противостоянием двух глобальных идеологических систем, был почти легальным инструментом борьбы сверхдержав между собой. Организация освобождения Палестины и «Красные бригады», маоистские или троцкистские группы, афганские моджахеды и ХАМАС имели патронов, которые поддерживали их, направляли и в случае необходимости организовывали политическое прикрытие. Именно поэтому лидеры современного «террористического интернационала», в том числе исламисты, которые начинали свою карьеру во второй половине XX в., имеют тесные связи с политиками и руководителями спецслужб [20].

Активизация терроризма является предтечей или следствием «гуманитарных катастроф» и вмешательства сильных мира сего во внутренние дела независимых государств под предлогом их предотвращения, заканчивающегося оккупацией. Достаточно напомнить ситуацию в Югославии в начале – середине 1990-х гг., в Афганистане и Ираке в начале 2000-х гг. и в странах Магриба в 2011–2012 гг.

Соответственно, это должно менять подходы к изучению феномена терроризма, который намного шире, нежели банальный «террористический акт». По справедливому замечанию А. Неклессы: «То, что кодируется сегодня словом “терроризм”, в действительности терроризмом – в прежнем понимании данного термина – уже не является. Фактически это особый политический инструмент, элемент системы управления, которая носит динамичный, “акупунктурный” и неопределенный, “хаососложный” характер. Системный терроризм имеет несколько аспектов. В частности, новый терроризм учитывает взаимосвязанность мира, системный характер протекающих в нем процессов, предъявляя соответствующую стратегию угроз. Его акции строятся на принципе домино, а менталитет организаторов напоминает стиль мышления опытных шахматистов, способных просчитывать последствия, идти на обманные комбинации и конъюнктурные жертвы» [21].

Принципиальное отличие от недавнего прошлого состоит в том, что если в XIX-XX вв. борьба с терроризмом велась внутри системы, то сейчас она ведется вокруг той структуры международных отношений, которая должна быть сформирована в XXI в. Основным объектом, на который воздействует геополитика, а вместе с ней и терроризм как один из наиболее эффективных методов достижения ее целей, является естественная, традиционная геополитическая и культурно-историческая реальность, сложившаяся система межгосударственных отношений, национально-государственное мироустройство человечества.

Что изменилось в мире и что позволило использовать именно терроризм в борьбе за переустройство мира?

Первая глобальная тенденция – отчетливо обозначившаяся борьба между двумя глобальными концепциями переустройства мира – концепцией Pax Americana и концепцией многополярного (полицентричного) мира.

Вторая глобальная тенденция связана с понятием «глобализация» и всеми сопутствующими экономическими, политическими и идеологическими реалиями и иллюзиями. Когда о глобализации говорят как о некоем естественном явлении, это вызывает недоумение. Современный процесс глобализации не сводится только к экономике. Глобализацию можно определить как триединство в формировании целостной глобальной экономики. Во-первых, это транснациональные корпорации как субъекты глобальных экономических отношений, основывающихся, в первую очередь, на общемировых, а не национально-страновых рынках. Во-вторых, складывающееся (но пока находящееся в самом начале) международно-политическое оформление этой целостности, объективно означающее качественное ограничение суверенитета государств, особенно занимающих места от второго и ниже в фактической иерархии субъектов международных отношений. В-третьих, стремление экономически ведущих государств (пока это, прежде всего, США и Великобритания) воспользоваться глобализацией, ориентируя ее и отдельные стороны процесса в наиболее благоприятном для социально-экономической модели таких стран направлении [22].

Третья глобальная тенденция, являющаяся порождением второй и отчасти первой тенденции, – доминирование в мировой политике транснациональных структур или, по определению А. Богатурова, «транснациональных сетей» [23]. А. Богатуров определяет их следующим образом: «Наркопроизводящая сеть, которая порождает колоссальные «черные деньги»; банковская сеть, которая эти деньги «моет», накапливает, приумножает и перебрасывает в любую точку мира за считанные секунды; и террористическая сеть, которая этими деньгами может пользоваться». Основными субъектами глобализации выступают не национальные государства, а наднациональные экономические, финансовые, военные, террористические и общественные структуры, которые обрели такую силу, что во многом диктуют свою волю государствам. И, судя по последним событиям в мире, эта тенденция будет только усиливаться.

Наконец, четвертая глобальная тенденция – изменение значения информации, роли и возможностей средств массовой коммуникации в решении геополитических проблем. Основная задача информационной войны, которая предшествует организации «цветной революции» или нанесению превентивных ударов по территории той или иной страны и ее последующей оккупации, состоит в том, чтобы с помощью информационного фантома создать атмосферу всеобщего напряжения, ожидания нового «мирового хаоса» и тем самым объяснить возможность и необходимость свержения действующего политического режима или оккупации страны внешними силами.

Аналогичная задача решается и на глобальном уровне, в плане практической реализации концепции Pax Americana. Нужно найти такие аргументы, которые бы убедили мировое сообщество, что в сегодняшнем нестабильном, разбалансированном мире Pax Americana есть единственно рациональная модель глобального управления. И насколько позволяет судить анализ мировых событий после 11 сентября 2001 г., главным из таких аргументов является «мировая террористическая угроза» и вытекающая отсюда борьба с «международным терроризмом».

Геополитическое обрамление современного терроризма

Следствием развития этих тенденций стало не только изменение прежних «правил игры» на мировой арене, но и изменение используемых в борьбе за лидерство (а чаще – за обладание природными ресурсами) сил и средств, в том числе и терроризма как наиболее эффективного средства ведения необъявленной войны.

Современный терроризм (если рассматривать во взаимосвязи с геополитикой) характеризуется несколькими аспектами. Во-первых, сфера его деятельности выходит за пределы отдельных государств и имеет геополитические параметры. Во-вторых, состав участников террористических организаций интернационален. В-третьих, для террористических структур характерно стремление

овладеть территориями с богатейшими природными ресурсами, что затрагивает интересы многих государств. В-четвертых, терроризм способен оказывать существенное влияние на состояние межгосударственных отношений.

Обращают на себя внимание и стратегии глобального террора. С одной стороны, это принуждение государств к принятию навязываемых им устроителями нового мирового порядка «унифицированных ценностей». С другой – «асимметричная» война, ведущаяся партизанскими методами против насаждения «унифицированных ценностей». Наибольшее неприятие этих «ценностей» имеет место в странах Востока, а потому то явление, которое называется сегодня «исламским терроризмом», не более как ответная реакция на глобальную экспансию, с одной стороны, и как манипулируемый инструмент глобализма – с другой. Третья составляющая стратегии глобального террора – нагнетание всеобщего страха перед «единым врагом» с целью привлечь на свою сторону союзников в решении геополитических задач, а также нагнетание страха внутри страны с целью как мобилизации населения, так и усиления контроля над ним со стороны власти.

Если внимательно присмотреться к внешней и внутренней политике США 1990-х и особенно 2000-х гг., то станет очевидно, что основная ее информационная составляющая базировалась на «мировой террористической угрозе». Акцент на ней позволил США не только мобилизовать население страны и усилить контроль над ним, переведя управление страной на режим предвоенного времени, но и объединить под эгидой США и в интересах проставленных ими геополитических целей почти все мировое сообщество.

Вывод, к которому пришли стратеги Вашингтона, обнаружившие разбалансировку внутри страны и падение позитивного имиджа США в мире в конце 1990-х гг., звучал следующим образом: «Необходимо создать геополитическую структуру, которая будет способна смягчить неизбежные потрясения и напряженность, вызванные социально-политическими переменами, формируя в то же время геополитическую сердцевину взаимной ответственности за управление миром без войн».

Концептуальной основой новой стратегии стала концепция «управляемого хаоса», а роль «крайнего» была отведена мифической «Аль-Каиде» и ее дочерней структуре – движению «Талибан». Причем, «Аль-Каида» усилиями американских СМИ из региональной и мало кому известной структуры была превращена в глобальную. Теракты 11 сентября 2001 г. были призваны доказать масштабность угрозы и указать на главного «врага».

Успех стратегии очевиден. Впервые солидарность с США выразили не только все союзники, но и страны, никогда прежде не разделявшие приоритеты американской международной политики. Под риторику о необходимости укрепления национальной безопасности перед угрозой терроризма США мягко, без особого скандала вышли из американско-российского договора по противоракетной обороне, объясняя это тем, что нужны новые нетрадиционные средства защиты нации, и ракеты здесь уже не помогут. Началась ускоренная модернизация американских вооруженных сил, на которую отпущены значительные средства. Специалисты по связям с общественностью так обработали общественное мнение, что некоторого ограничения гражданских свобод и усиления полицейского контроля в США никто не почувствовал; наоборот, все приветствовали идею внутренней мобилизации нации.

Борьба с «международным терроризмом» оказалась удобным информационным прикрытием для проведения геополитических операций, которые в геополитической картине мира прошлого столетия означали объявление войны. И, возможно, истинная цель американской операции в Афганистане – лишить главные континентальные страны, Китай и Россию, их стратегического тыла – оборонного плацдарма в Центральной Азии.

Результаты афганской операции на геополитической карте Центральной Азии выглядят более чем впечатляюще: США закрепились на военных базах в Узбекистане, Киргизии, Таджикистане и создали стратегические укрепления в самом Афганистане, им удалось также упрочить военный союз с Пакистаном. Под предлогом борьбы с терроризмом США усилили военное присутствие на Южном Кавказе.

В этой же парадигме следует рассматривать вторжение США в Ирак в 2003 г., «арабскую весну» 2011-2012 гг., а также сегодняшнюю ситуацию вокруг Сирии. Все это – составляющие стратегии «управляемого хаоса». Хотя, как показывает опыт стран Магриба, в настоящее время

хаос становится неуправляемым, а террористы из орудия, используемого США и их союзниками, превратились в субъектов международной жизни, с которыми нельзя не считаться.

С геополитической же точки зрения проблема, сформированная неудачными операциями в Ираке и Афганистане, серьезно подорвала уверенность в том, что с терроризмом можно успешно бороться.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Pillar P.R. *Terrorism Goes Global* // *Brooking Review*. 2001. Vol. 19. № 4.
- 2 Васильев А., Горев В. Исторические корни терроризма // *Азия и Африка сегодня*. 2008. № 4. С. 32-39.
- 3 Dedijer V. *The Road to Sarajevo*. N.Y.: Simon and Schuster, 1966; Albertini L. *Origins of the War of 1914*. Vol. 1. N.Y.: Enigma Books, 2005.
- 4 Wilkinson P. *The Strategic Implications of Terrorism*. In: *Terrorism & Political Violence*. Haraband: Indian Council of Social Science Research, 2000.
- 5 Волкова Г.И. Политическая история Испании XX века. М.: Высшая школа, 2005. 191 с.
- 6 Витюк В.В., Эфиоров С.А. «Левый» терроризм на Западе. История и современность. М.: Наука, 1986. 315 с.
- 7 Red Brigades. – [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/494142/Red-Brigades>.
- 8 Арас Дж. Терроризм вчера, сегодня и навеки. Баку: SADA, 2003. 147 с.
- 9 Foreign Terrorist Organizations. Bureau of Counterterrorism // USA State Department – [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.state.gov/j/ct/rls/other/des/123085.htm>.
- 10 Экстремистские Штаты Америки – [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.fssb.su/smi-monitor/smi-monitor-terror/102-ekstremistskie-shtaty-ameriki.html>.
- 11 FARC-EP. Революционная Колумбия. История партизанского движения. М.: Гилея, 2003. 222 с.
- 12 Нечитайло Д. «Стартовые площадки» всемирного терроризма // *Азия и Африка сегодня*. 2008. № 4. С. 40-46.
- 13 Lifton R. J. *Destroying the World to Save It: Aum Shinrikyo, Apocalyptic Violence and the New Global Terrorism*. N.Y.: Metropolitan Books, 1999.
- 14 Косач Г.Г. Организация освобождения Палестины: путь к созданию национальной государственности / Ближний Восток и современность. Вып. 11. М.: Институт изучения Израиля и Ближнего Востока, 2001.
- 15 Коровиков А.В. Исламский терроризм в арабских странах. М.: Наука, 1990.
- 16 Симонов В. Миф по имени «Аль-Каида» // РИА Новости. 2005. 17 ноября.
- 17 Кожушко Е.П. Современный терроризм: анализ основных направлений. Минск: Харвест, 2000. С. 250-253.
- 18 Фальков М. Исламское движение Узбекистана (ИДУ) // Независимая газета. 2000. 24 августа.
- 19 Каратаева Л.Р. Становление системы противодействия терроризму в Центральной Азии / Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора исторических наук. Алматы, 2010. 326 с.
- 20 Маргелов В., Кривохижа В. Время террора и дилеммы решений // *Международная жизнь*. 2006. № 1-2.
- 21 Неклесса А. Террор и антитеррор в меняющемся мире // Независимая газета. 2004. 28 сентября.
- 22 Косолапов Н.А. Об исканиях и о противоречиях неоимперского сознания // *Восток (Oriens)*. 2003. № 3. С.110.
- 23 Богатуров А. Самооборона транснациональных сетей // Независимая газета. 2003. 2 июля.

REFERENCES

- 1 Pillar P.R. *Brooking Review*, **2001**, 19, 4.
- 2 Vasil'ev A., Gorev V. *Azija i Afrika segodnja*, **2008**, 4, 32-39 (in Russ.).
- 3 Dedijer V. *The Road to Sarajevo*. N.Y.: Simon and Schuster, **1966**; Albertini L. *Origins of the War of 1914*. Vol. 1. N.Y.: Enigma Books, **2005**.
- 4 Wilkinson P. *The Strategic Implications of Terrorism*. Haraband: Indian Council of Social Science Research, **2000**.
- 5 Volkova G.I. *Politicheskaja istorija Ispanii XX veka*. M.: Vysshaja shkola, **2005**, 191 (in Russ.).
- 6 Vitjuk V.V., Jefirov S.A. «Levyj» *terrorizm na Zapade. Istorija i sovremennost'*. M.: Nauka, **1986**, 315 (in Russ.).
- 7 *Red Brigades*. <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/494142/Red-Brigades>.
- 8 Aras G. *Terrorizm vchera, segodnja i naveki*. Baku: SADA, **2003**, 147 (in Russ.).
- 9 *Foreign Terrorist Organizations. Bureau of Counterterrorism*. USA State Department, <http://www.state.gov/j/ct/rls/other/des/123085.htm>.
- 10 *Jekstremistskie Shtaty Ameriki*, <http://www.fssb.su/smi-monitor/smi-monitor-terror/102-ekstremistskie-shtaty-ameriki.html> (in Russ.).
- 11 *FARC-EP. Revoljucionnaja Kolumbija. Istorija partizanskogo dvizhenija*. M.: Gileja, **2003**, 222 (in Russ.).
- 12 Nechitajlo D. *Azija i Afrika segodnja*, **2008**, 4, 40-46 (in Russ.).
- 13 Lifton R. J. *Destroying the World to Save It: Aum Shinrikyo, Apocalyptic Violence and the New Global Terrorism*. N.Y.: Metropolitan Books, **1999**.
- 14 Kosach G.G. *Organizacija osvobozhdenija Palestiny: put' k sozdaniju nacional'noj gosudarstvennosti*. M.: Institut izuchenija Izrailja i Blizhnego Vostoka, **2001**, 11 (in Russ.).
- 15 Kоровиков A.V. *Islamskij terrorizm v arabskih stranah*. M.: Nauka, **1990** (in Russ.).
- 16 Simonov V. *RIA Novosti*, **2005**, 17, 11 (in Russ.).
- 17 Kozhushko E.P. *Sovremennyj terrorizm: analiz osnovnyh napravlenij*. Minsk: Harvest, **2000**, 250-253 (in Russ.).

18 Fal'kov M. *Nezavisimaja gazeta*, **2000**, 24, 8 (in Russ.).

19 Karataeva L.R. *Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora istoricheskikh nauk*. Almaty, **2010**, 326 (in Russ.).

20 Margelov V., Krivohizha V. *Mezhdunarodnaja zhizn'*, **2006**, 1-2 (in Russ.).

21 Neklessa A. *Nezavisimaja gazeta*, **2004**, 28, 9 (in Russ.).

22 Kosolapov N.A. *Vostok*, **2003**, 3, 110 (in Russ.).

23 Bogaturov A. *Nezavisimaja gazeta*, **2003**, 2, 7 (in Russ.).

Резюме

К.Л. Сыроежкин, М.Т. Лаумулин, Ш.А. Құрманбаева

(*Қазақстан Республикасы Президентінің жанындағы
Қазақстан стратегиялық зерттеулер институты, Алматы қ.,
** Қазақ инновациялық гуманитарлық-заң университеті, Семей қ.)

ЛАҢКЕСТІКТІҢ МӨЛШЕРЛІК ЖӘНЕ САПАЛЫҚ ӨЗГЕРІСІНІҢ ДИНАМИКАСЫ ЖӘНЕ ГЕОСАЯСАТ

Лаңкестік белсенділіктің үздіксіз лап ете түсуімен бірге әлемдік аянда жетекші державалардың белсенділігінің үдей түсуі халықаралық қатынастар жүйесінің өз өзгеруінің белсенді фазасына өтетініне куә болады. Аталмыш жұмыста бірінші кезекте дәстүрлі факторлар, дәстүрлі емес факторлар арасында геосаяси, геоэкономикалық байланыстарды бейнелейтін халықаралық қатынастар жүйесінің құрылымы өзгерістерге ұшырайтыны белгіленген. Замануи лаңкестік әлеуметтік-саяси табиғаты болатын құбылыс ретінде анықталатынын ескере отырып, осы жүйенің мінез-құлқы үшін халықаралық қатынастар жүйесінің факторларының рөлі мен мәнінің, сондай-ақ осы жүйенің құрылымдық байланыстарының лаңкестік белсенділіктің өзін, сондай-ақ лаңкестікке қарсы жүйенің күйін анықтайтыны туралы қорытынды жасауға болады.

Тірек сөздер: лаңкестік, экстремизм, геосаясат, Қазақстан, Орталық Азия, контртеррористік жүйе.

Summary

K.L. Syroezhkin, M.T. Laumulin, Sh.A. Kurmanbayeva

(*Kazakhstan Institute for Strategic Studies under President of the Republic of Kazakhstan, Almaty
** Kazakh Humanitarian Juridical Innovative University, Semey)

DYNAMICS OF QUANTITATIVE AND QUALITY CHANGES OF TERRORISM AND GEOPOLITICS

Increasing energy of the leading nations on the world stage in tandem with permanent bursts of terroristic activity indicates that the international relations system is entering the active phase of its transformation. This work has established that, first of all, the changes affect the international relations system structure that reflects geopolitical, geo-economic relations both between the traditional and non-traditional actors. Taking into account the fact that current terrorism may be defined as a phenomenon of social and political nature, we may conclude that the role and meaning of the actors of the international relations system for this system and structural bonds of the system determine both the terrorist activity and state of the counter-terrorist system.

Keywords: terrorism, extremism, geopolitics, Kazakhstan, Central Asia, counter-terrorist system.

Поступила 24.10.2013 г.

УДК 37.014.5

Е.В. Пономаренко

(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан)

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ОБУЧЕНИЮ ФИЗИКЕ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ: ПРИНЦИПЫ И СТРУКТУРА

Аннотация

Статья посвящена актуальной проблеме совершенствования методики преподавания физики в высшей школе. Преподавание физики как общеобразовательной дисциплины в условиях кредитной технологии проблемно. Поэтому сегодня актуальна проблема модернизации методики обучения физике студентов вузов, обучающихся по техническим специальностям. В статье описываются принципы и структура методической системы обучения физике на основе компетентностного подхода.

Ключевые слова: обучение физике, метод, технические специальности, студент.

Тірек сөздер: физиканы оқыту, әдіс, техникалық мамандықтар, студент.

Keywords: teaching physics, method, technical disciplines, student.

Стратегия модернизации высшего образования предполагает, что в основу обновления должны быть положены ключевые компетенции и компетентности. Знания, умения, навыки обучающегося не рассматриваются в качестве главной цели и результата учения, а как одно из средств развития способностей и социализации личности будущего специалиста. От студента вуза требуется управлять собственной образовательной деятельностью, для чего необходимо владеть, прежде всего, аналитическими способностями, а также навыками самоконтроля, самодиагностики и самооценки. Компетентность будущего специалиста немислима без знаний методологического характера, стиля научного, системного мышления и навыков профессиональной деятельности. Соответственно, требуется новое качество обучения физике, т.е. требуется методологическое обновление, модернизация всей методической системы обучения физике на основе компетентностного подхода.

Понятие компетентностного подхода в образовании определяется по-разному, но суть его сводится к созданию условий, способствующих ориентации обучающегося на самообразование. Имеются ввиду такие приоритеты, как личностное и профессиональное самоопределение, самоактуализация, социализация, личностное развитие и т.д. В связи с этим уместно уточнить, что *компетентности* – это содержательные обобщения теоретических и эмпирических знаний, представленных в форме понятий, принципов и смыслов жизнедеятельности [1]. Список жизненно важных задач, в решении которых любой человек должен быть компетентен, составляют задачи по управлению личными целями, знаниями и умениями, собственным развитием, финансами, временем, социальным окружением и качеством собственной жизни. Соответственно, за основу понятия *компетентный специалист* взяты его способности брать ответственность за свои поступки и действия, а также способности обучаться на протяжении всей жизни, проявлять самостоятельность в решении профессиональных задач. Логично рассматривать *компетенцию* как некий набор качеств и умений, необходимых для выполнения определенных функций. Имея в виду эти теоретические установки, требуются адекватные педагогические технологии и методики формирования компетенций и компетентностей.

Компетентности многофункциональны, межпредметны и надпредметны, технологии и методики их формирования достаточно сложны. Тем не менее, на занятиях по физике для студентов, обучающихся по техническим специальностям, компетенции формировать можно. Практически на любом занятии можно эффективно формировать у студентов способы организации познавательной деятельности (в том числе самостоятельной работы), навыки учебного труда, навыки добывания знаний с использованием электронных обучающих средств и традиционных источников, элементы теоретического (диалектического) мышления, и др.

Анализ литературы, опыт коллег и собственный многолетний опыт работы в вузе позволили обозначить круг задач, успешно решаемых в обучении физике с помощью компетентностного подхода:

- структурирование деятельности (учебной, познавательной, научной, творческой, исследовательской и т.д.);
- дифференциация и индивидуализация обучения;
- обоснованность методических средств, приемов и форм обучения;
- модернизация системы мониторинга и оценки результатов обучения;
- коррекция методики обучения;
- решение различных задач развития личности (мышление, речь, память, внимание и т.д.);
- сохранение фундаментальности образования;
- формирование рефлексивных способностей[2], и т.д.

Следует также отметить, что условием успешной реализации компетентностного подхода в обучении физике является методическая готовность преподавателя, который в своей педагогической деятельности должен руководствоваться следующими принципами:

- постоянное самообразование, изучение современных достижений педагогической науки, психологии и других наук;
- рефлексия собственной деятельности и деятельности студентов во время занятия;
- максимально эффективно реализовывать потенциал учебного занятия, свои собственные личностные ресурсы, а также ресурсы образовательной среды;
- предоставлять студенту право выбора уровня сложности и трудоемкости задания, любого предлагаемого материала;
- готовить для занятия системы заданий, предусматривающих возможность создания проблемных ситуаций, решение которых лежит за пределами изучаемого материала и требует использования знаний из смежных наук;
- иметь в своем педагогическом арсенале множество различных методических приемов, позволяющих каждому студенту выполнять учебные действия различными способами [3], и т.д.

Преподаватель физики должен строить свою педагогическую деятельность на основе современных знаний о структуре дидактических процессов, структуре методической системы предмета в аспекте компетентностного подхода. Структура любого занятия должна включать цель, задачи, ожидаемый результат, методы, приемы и средства, виды учебной и иной деятельности студентов во время занятия, рефлексию.

Целеполагание по-прежнему, несмотря на новые ориентиры, занимает ведущее место в методике обучения, но испытывает качественные изменения. Преподаватель не просто озвучивает цель занятия, но и создает условия, включающие каждого студента в этап так называемого *личностного* целеполагания. В результате каждый студент получает личностное приращение, поскольку цель занятия превращается в собственную, значимую цель личностного и профессионального роста. Например, на занятии – практикуме по определенной теме курса физики студенты ставят цели на микроуровне по исследованию определенных физических явлений и процессов, находят главное и второстепенное, и тем самым ставят перед собой реально достижимые цели, соответственно своим способностям.

Именно на этапе целеполагания возрастает мотивация студента на активно-деятельностную позицию, поэтому организовать этап целеполагания – самая трудная часть занятия. Требуется очень тщательный анализ и отбор методов, приемов и средств, побуждающих студента сделать важный шаг по пути целеполагания. Эффективными приемами можно считать создание проблемных ситуаций, применение физических парадоксов, демонстрацию природных феноменов и другие. Научить студентов целеполаганию непросто, поэтому полезно разбить эту работу на три этапа: принятие цели, озвученной преподавателем; формулирование цели в совместной работе преподавателя и студентов; самостоятельное определение цели каждым из студентов. Если работа будет целенаправленной и системной, обучение целеполаганию будет эффективным.

Важнейшее место в структуре любого занятия, построенного на основе компетентностного подхода, занимает организация самостоятельной познавательной деятельности студентов. В традиционном понимании самостоятельная работа студента заключалась в простом исполнении того, что скажет преподаватель или будет указано в задании (решите задачу по алгоритму или

образцу, соберите лабораторную установку по схеме в методическом указании, найдите результат по имеющейся в учебнике формуле, и т.д.). Напротив, в компетентностно-ориентированном занятии самостоятельная работа студента приобретает иной качественный смысл. Если речь идет об эффективном формировании навыков самообразования, необходимо, чтобы студент сам планировал и выполнял свою самостоятельную познавательную деятельность, причем так, чтобы она была *продуктивной*. Продуктивной – значит, в итоге создается продукт, личный продукт учебной деятельности студента. Если студент сам планирует свою работу, это уже показатель формирования навыков учебного труда.

Для практикумов более полезны качественные, прикладные задачи по физике. Решение таких задач формирует у студентов научную методологию при изучении конкретных объектов, что является эффективным средством формирования критического мышления. При подготовке будущего инженера необходимо вырабатывать способности к абстракции (причем абстракции многоуровневой), умение выделять из реального объекта физическую суть, сопровождать ее адекватным математическим аппаратом, решать и применять полученные результаты к проектируемым технологическим системам и процессам. Именно решение качественных прикладных задач вырабатывает предметные компетенции и переводит студента с уровня знания на уровень понимания и применения[4].

Рефлексия – еще один немаловажный элемент структуры методической системы обучения физике. В идеале рефлексией должен сопровождаться каждый этап педагогической деятельности преподавателя и учебной деятельности студента. В традиционном понимании рефлексии не требовалось, так как деятельность преподавателя всегда была ведущей, а студенту предписывалась роль пассивного слушателя. Компетентностный подход сместил приоритеты, и рефлексия результата и процесса просто необходима и для студента, и для преподавателя. На занятии уместны различные виды рефлексии. Это вводная, промежуточная, аналитическая и итоговая типы рефлексии. Вводная рефлексия, например, определяет готовность студента к поиску и анализу информации и готовность преподавателя к проведению занятия, а итоговая, напротив, определяет степень достигнутого. Если преподаватель будет постоянно демонстрировать методы и способы рефлексии собственной деятельности, то и студенты постепенно обучатся этому. Так у них сформируются навыки самоконтроля и самодиагностики, повысится мотивация к дальнейшей учебной работе.

Несмотря на то, что компетентностный подход еще только начал внедряться в обучение физике в высшей школе, тем не менее, можно указать некоторые перспективные направления его дальнейшего развития. Это усиление дифференциации содержания при помощи новых дидактических материалов и обеспечение необходимых условий выбора, построение индивидуальных учебных программ и планов, системное применение в учебном процессе проектных и исследовательских методов, более эффективное использование информационных технологий, и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Хуторской А.В. Ключевые компетенции: технологии конструирования // Народное образование. – 2003. - № 5. – С. 55-61.
- 2 Пономаренко Е.В. Организация рефлексивной деятельности студентов на занятиях по физике как условие формирования компетенций будущих специалистов / Труды Республиканского форума педагогов-новаторов «Современное образование в глобальной конкурентной среде». – Шымкент: ЮКГУ им. М. Ауэзова, 2013. – Т.1.- С. 128-132.
- 3 Пономаренко Е.В. Анализ современного состояния методики преподавания физики в высшей школе: компетентностный подход // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. - № 10(2). – С. 207-211.
- 4 Пономаренко Е.В., Косов В.Н. Особенности системы развивающего обучения физике студентов вуза // Вестник АПН РК. – 2013. - № 4. – С. 68-74.

REFERENCES

- 1 Hutorskoj A.V. Ključevye kompetencii: tehnologii konstruirovanija // Narodnoe obrazovanie. – 2003. - № 5. – S. 55-61.
- 2 Ponomarenko E.V. Organizacija refleksivnoj dejatel'nosti studentov na zanjatijah po fizike kak uslovie formirovanija kompetencij budushhijh specialistov / Trudy Respublikanskogo foruma pedagogov-novatorov «Sovremennoe obrazovanie v global'noj konkurentnoj srede». – Shymkent: JuKGU im. M. Aujezova, 2013. – T.1.- S. 128-132.

3 Ponomarenko E.V. Analiz sovremennogo sostojanija metodiki prepodavanija fiziki v vysshej shkole: kompetentnostnyj podhod // Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovanija. – 2013. - № 10(2). – S. 207-211.

4 Ponomarenko E.V., Kosov V.N. Osobennosti sistemy razvivajushhego obuchenija fizike studentov vuza // Vestnik APN RK. – 2013. - № 4. – S. 68-74.

Пономаренко Е.В.

(М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент қ., Қазақстан)

**ЖОҒАРЫ МЕКТЕПТЕ ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУҒА ҚҰЗЫРЛЫ КӨЗҚАРАС:
ҰСТАНЫМДАРЫ МЕН ҚҰРЫЛЫМЫ**

Мақалада жоғары мектепте физиканы оқытуды жетілдіру әдісінің өзекті мәселесіне арналған. Кесиелік технология жағдайында жалпы білім беру пәні ретінде физиканы оқыту келесі мәселе. Сондықтан техникалық мамандықтар студенттеріне физиканы оқыту әдісін жаңғырту бүгін өзекті мәселе болып отыр. Мақалада құзырлы көзқарас негізінде физиканы оқытудың әдістемелік жүйесінің ұстанымы мен құрылымы баяндалған.

Тірек сөздер: физиканы оқыту, әдіс, техникалық мамандықтар, студент.

Summary

Ponomarenko Y.

(The southern Kazakhstan state university of M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan)

**COMPETENCY APPROACH TO TEACHING PHYSICS IN HIGHER EDUCATION:
PRINCIPLES AND STRUCTURE**

The article is devoted to the actual problem of improving methods of teaching physics at HEI. Teaching physics as an educational discipline in conditions of credit technology has many problems. Today, therefore, urgent problem of modernization of methods of teaching physics students enrolled in technical disciplines. The paper describes the principles and structure of methodical system of teaching physics competency-based approach.

Keywords: teaching physics, method, technical disciplines, student.

Поступила 15.11.2013. г.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛОВ НАН РК

В журналах публикуются научные статьи и заметки, экспресс-сообщения о результатах исследований в различных областях естественно-технических и общественных наук.

Журналы публикуют сообщения академиков НАН РК, а также статьи других ученых, **представленные** действительными членами НАН РК (академиками НАН РК), несущими ответственность за достоверность и значимость научных результатов и актуальность научного содержания рекомендуемых работ.

Представленные для опубликования материалы должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Содержать результаты оригинальных научных исследований по актуальным проблемам в области физики, математики, механики, информатики, биологии, медицины, геологии, химии, экологии, общественных и гуманитарных наук, ранее не опубликованные и не предназначенные к публикации в других изданиях. Статья сопровождается разрешением на опубликование от учреждения, в котором выполнено исследование и **представлением** от академика НАН РК.

2. Статья представляется в одном экземпляре. Размер статьи не должен превышать 5-7 страниц (статья обзорного характера – до 15 стр.), включая аннотацию в начале статьи перед основным текстом, которая должна отражать цель работы, метод или методологию проведения работы, результаты работы, область применения результатов, выводы (**аннотация** не менее 1/3 стр. через 1 компьютерный интервал, 12 пт), таблицы, рисунки, список литературы (12 пт через 1 компьютерный интервал), напечатанных в редакторе Word 2003, шрифтом Times New Roman 14 пт, с пробелом между строк 1,5 компьютерных интервала, поля – верхнее и нижнее 2 см, левое 3 см, правое 1,5 см. Количество рисунков – не более пяти. В начале статьи вверху слева следует указать индекс **УДК**. Далее посередине страницы прописными буквами (курсивом) – инициалы и фамилии авторов, должность, степень, затем посередине строчными буквами – название организации(ий), в которой выполнена работа и город, ниже также посередине заглавными буквами (полужирным шрифтом) – название статьи; Аннотация на языке статьи, **ключевые слова**. В конце статьи даются резюме на двух языках (русском (казахском), английском, перевод названия статьи, также на 3-х языках данные автора). Последняя страница подписывается всеми авторами. Прилагается электронный вариант на CD-диске.

3. Статьи публикуются на русском, казахском, английском языках. К статье необходимо приложить на отдельной странице Ф.И.О. авторов, название статьи, наименование организации, город, аннотации на двух языках (на казахском и английском, или русском и английском, или казахском и русском), а также сведения об авторах (уч.степень и звание, адрес, место работы, тел., факс, e-mail).

4. Ссылки на литературные источники даются цифрами в прямых скобках по мере упоминания. Список литературы оформляется следующим образом:

1 *Адамов А.А.* Процессы протаивания грунта // Доклады НАН РК. 2007. №1. С. 16-19.

2 *Чудновский А.Ф.* Теплообмен в дисперсных средах. М.: Гостехиздат, 1994. 444 с.

В случае переработки статьи по просьбе редакционной коллегии журнала датой поступления считается дата получения редакцией окончательного варианта. Если статья отклонена, редакция сохраняет за собой право не вести дискуссию по мотивам отклонения.

ВНИМАНИЕ!!!

С 1 июля 2011 года вводятся следующие дополнения к Правилам:

После списка литературы приводится список литературы в романском алфавите (References) для SCOPUS и других БАЗ ДАННЫХ полностью отдельным блоком, повторяя список литературы к русскоязычной части, независимо от того, имеются или нет в нем иностранные источники. Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они полностью повторяются в списке, готовящемся в романском алфавите (латиница).

В References не используются разделительные знаки («//» и «—»). Название источника и выходные данные отделяются от авторов типом шрифта, чаще всего курсивом, точкой или запятой.

Структура библиографической ссылки: авторы (транслитерация), название источника (транслитерация), выходные данные, указание на язык статьи в скобках.

Пример ссылки на статью из российского переводного журнала:

Gromov S.P., Fedorova O.A., Ushakov E.N., Stanislavskii O.B., Lednev I.K., Alfimov M.V. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 1991, 317, 1134-1139 (in Russ.).

На сайте <http://www.translit.ru/> можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу, используя различные системы. Программа очень простая, ее легко использовать для

готовых ссылок. К примеру, выбрав вариант системы Библиотеки Конгресса США (LC), мы получаем изображение всех буквенных соответствий. Вставляем в специальное поле весь текст библиографии на русском языке и нажимаем кнопку «в транслит».

Преобразуем транслитерированную ссылку:

- 1) убираем транслитерацию заглавия статьи;
- 2) убираем специальные разделители между полями (“/”, “-”);
- 3) выделяем курсивом название источника;
- 4) выделяем год полужирным шрифтом;
- 5) указываем язык статьи (in Russ.).

Просьба к авторам статей представлять весь материал в одном документе (одном файле) и точно следовать Правилам при оформлении начала статьи: посередине страницы прописными буквами (курсивом) – фамилии и инициалы авторов, затем посередине строчными буквами – название организации (ий), в которой выполнена работа, и город, ниже также посередине заглавными буквами (полужирным шрифтом) – название статьи. Затем следует аннотация, ключевые слова на 3-х языках и далее текст статьи.

Точно в такой же последовательности следует представлять резюме на двух других языках в том же файле только на отдельной странице (Ф.И.О. авторов, название статьи с переводов на 2 других языка, наименование организации, город, резюме). Далее в том же файле на отдельной странице представляются сведения об авторах.

Тел. Редакции 272-13-19

Оплата:

ТОО «Исследовательский центр НАН РК»

Алматинский филиал АО БТА Банк

KZ 44319A010000460573

БИН 060540019019, РНН 600900571703

КБЕ 17, КНП 859, БИК АВКЗКЗКХ

За публикацию в журнале 1. Доклады НАН РК, Вестник НАН РК, Известия НАН РК. Серия _____ 5000 тенге

Сайт НАН РК:<http://akademiyanauk.kz/>