

ISSN 0002-3221

**КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН
УЛУТТУК ИЛИМДЕР
АКАДЕМИЯСЫНЫН**

КАБАРЛАРЫ



ИЗВЕСТИЯ

**НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

2010

3

ISSN 0002-3221

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН
УЛУТТУК ИЛИМДЕР АКАДЕМИЯСЫНЫН

КАБАРЛАРЫ

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

2010

БИШКЕК

№ 3

“ИЛИМ”

СОДЕРЖАНИЕ

MAZMUNU

CONTENTS

Редакционно-издательская коллегия:

академик НАН КР *Ш.Ж. Жоробекова* (президент НАН КР) (главный редактор),
 академик НАН КР *В.М. Плоских* (вице-президент НАН КР) (зам. гл. редактора),
 академик НАН КР *Д.К. Кудаяров* (вице-президент НАН КР),
 член-корр. НАН КР *Т.Т. Оморов* (вице-президент НАН КР),
Л.В. Тарасова (директор издательства “Илим”)

Редакционный совет:

академик НАН КР *Ш.Ж. Жоробекова* (президент НАН КР) – председатель,
 академик НАН КР *В.М. Плоских* (вице-президент НАН КР) – зам. председателя,
 академик НАН КР *У.А. Асанов*, академик НАН КР *А.А. Айдаралиев*,
 академик НАН КР *И.Т. Айтматов*, академик НАН КР *Дж.А. Акималиев*,
 академик НАН КР *А.А. Борубаев*, академик НАН КР *А.Ч. Какеев*,
 академик НАН КР *Т.К. Койчубаев*, академик НАН КР *М.Т. Мамасаидов*,
 академик НАН КР *Д.М. Маматканов*, академик НАН КР *Ж.Ш. Шаршеналиев*

Секретариат:

член-корр. НАН КР *И.А. Ашимов* (отв. секретарь),
Л.М. Стрельникова (секретарь)

Журнал основан в 1966 г.

Технический редактор *О.А. Матвеева*
 Компьютерная верстка *А.С. Шелестовой*
 Дизайн обложки – *С.И. Чернобривец*

Подписано в печать 28.09.10. Формат 60×84¹/₈.
 Печать офсетная.
 Объем 19 п.л., 16,27 уч.-изд. л. Тираж 100 экз.

Издательство “Илим”,
 720071, Бишкек, проспект Чуй, 265 а
 e-mail: ilimph@mail.ru

ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ, ГЕОМЕХАНИКИ И СЕЙСМОЛОГИИ

- М. ОМУРАЛИЕВ. Активные сегменты Таласо-Ферганского разлома и механизмы очагов землетрясений 7
 Талас-Фергана жаракасынын активдүү сегменттери жана жертирөөлөрдүн очокторунун механизмдери
 Active segments of the Talaso-Fergana fault and focal mechanism of earthquakes
- В.Н. ПОГРЕБНОЙ, Н.Х. БАГМАНОВА, Е.Л. МИРКИН. Особенности геофизических полей вдоль интерпретационных профилей Восточной части Кыргызского Тянь-Шаня 12
 Кыргыз Тянь-Шань чыгыш аймагынын интерпретацияланган геофизикалык талааларынын профилдеринин өзгөчөлүктөрү
 Peculiarity of the geophysical fields along interpretation profile of Eastern part of Kyrgyz Tien-Shan
- А.Б. ДЖУМАБАЕВА, А.Б. ФОРТУНА. Кайнозойские соленосные отложения Северо-Восточного Тянь-Шаня 17
 Түндүк-Чыгыш Тянь-Шандын кайнозойдогу туз чөкмөлөрү
 Cenozoic Miocene's salt-bearing sections of the northeastern Tien-Shan
- К.Д. ДЖАНУЗАКОВ, А.Г. ФРОЛОВА, Ы. ШУКУРОВА, Т.Н. ЯНКЕВИЧ. Расположение очагов и возможные ускорения колебаний грунта при сильных землетрясениях 21
 Күчтүү жер титирөөлөрдүн очокторунун жайланышы жана жер кыртышынын термелүүсүнүн мүмкүн болуучу ылдамдануусу
 Accelerations of ground fluctuations during strong earthquakes
- Е.А. ИВЛЕВА. Тектоническая схема развития Кассанского района 26
 Касансай районун тектоникалык өсүшүнүн схемасы
 The tectonic scheme of the Kassan area
- В.Н. ПОГРЕБНОЙ, В.В. ГРЕБЕННИКОВА. Отличительные особенности аномального магнитного (ΔT)а и гравитационного (Δg)а полей в отдельных сейсмогенерирующих блоках Восточной части Кыргызского Тянь-Шаня 32
 Кыргыз Тянь-Шандын түндүк жагындагы жер титирөө менен байланыш блоктордун магниттик (ΔT)а жана гравитациялык (Δg)а талааларынын айырмалуу өзгөчөлүктөрү
 Distinctive peculiarity of abnormal magnetic (ΔT)a and gravitational (Δg)a fields in separate seismogenerating blocks of the East part of Kyrgyz Tien-Shan
- К. ТАЖИБАЕВ. Закон изменения времени прохождения поляризованных поперечных волн от напряжений в твердых средах 36
 Каттуу заттардагы поляризацияланган туурасынан кеткен толкундардын таралуу убактысынын чыңалуулардан өзгөрүү закону
 The law of change of time of polarized transverse waves passage from stresses in solid mediums

ВОДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

- Д.М. МАМАТКАНОВ, Б.О. ЭРМЕНБАЕВ. Высокогорные озера бассейна р. Тон и оценка их прорывоопасности 45
 Тон суусунун бассейндеринин бийик тоозочу көлдөрү жана алардын жеп кетүүчүлүгү баалоо
 Highland lakes of the bassin of Ton river and estimation of blow risk

- В.И. ДОВГАНЬ, А.Г. ФРОЛОВА. Влияние камбаратинского взрыва на Токтогульскую плотину48
 Камбаратадагы жардыруунун Токтогул плотинасына тийгизген таасири
 Influence of Kambarata explosion on the Toktogul dam

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

- Ж. ШАРШЕНАЛИЕВ. Алгоритм вычисления переменных состояния при неполной информации о векторе состояния54
 Вектордун абалы жөнүндө толук эмес маалыматтуу өзгөрүлмө абалында алгоритмди эсептөө
 Calculation algorithm of variable condition at incomplete information about vector state.
- А.А. ЧЕКЕЕВ, Т.Д. КАСЫМОВА. О характеристике R-факторизуемых топологических групп57
 \mathbb{R} -факторизациялдуу топологиялык группалардын мүнөздөмөсү
 On \mathbb{R} -factorizable topological groups characterization
- Е.В. ПЕРШИНА. Использование пакета программ Geopsy для решения сейсмологических задач59
 Сейсмологиялык маселелерди чечүү үчүн Geopsy программаларынын пакетин колдонуу
 Use of Geopsy package programs for seismic problems solving

ЭКСПЕРИМЕНТЫ, РАСЧЕТЫ, ПРОГНОЗЫ

- Б.М. РАИМЖАНОВ. Состояние и перспективы производства шерсти65
 Жүн өндүрүүнүн абалы жана келечеги
 Condition and perspective of wool production
- Ф.Г. АЮПОВ. К вопросу о мониторинге популяции непарного шелкопряда в Южном Кыргызстане69
 Түштүк Кыргызстандагы жулсуз жибек куртунун популяциясынын мониторинг маселесине карата
 To the question about gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) population monitoring in walnut fruit forests of the Southern Kyrgyzstan
- Г.Э. ТУРСУНБАЕВА. Влияние исторических и географических факторов на взаимоотношения КНР и государств Центральноазиатского региона71
 Кытай жана Орто Азия мамлекеттеринин мамилесине тарыхый жана географиялык факторлордун таасири
 Influence of historical and geographical factors on relationship of the People's Republic of China and Central Asian Region Countries
- Н.А. КАРТАНБАЕВА. Влияние мирового экономического кризиса на положение семей трудовых мигрантов74
 Кризис мезгилинде эмгек мигранттарынын үй-бүлөлөрүнүн абалына дүйнөдөгү экономикалык кризистин таасири
 The influence of the world economic crisis on condition of families of labour migrants during crisis

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ЭКОБИОМЕДИЦИНЫ

- Б.К. КАЛДЫБАЕВ. Цитогенетические эффекты в популяциях дикорастущих растений природно-техногенных экосистем Прииссыккуля78
 Ысык-Көлдүн табигый-техногендик экосистеминдеги жапайы өсүүчү өсүмдүктөрүн популяциялоодо цитогенетиктик таасири
 Cytogenetic effects in the populations of wild plants grow in natural and technogeny ecosystems of Issyk-Kul region
- Г.Р. ТОЙЧУЕВА. Особенности клинико-гормонального статуса щитовидной железы у детей, употреблявших воду, загрязненную радионуклидами83
 Радионуклиддер менен булганган сууну ичкен балдардын калкан безинин абалынын көрсөткүчтөрүнүн клиникалык жана гормоналдык өзгөчөлүктөрү
 Aspects of clinical and laboratory indices of thyroid gland function of children consuming water contaminated by radioactive nuclides

ВОПРОСЫ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

- А.Э. АЛЫБЕКОВА, Э.А. АЛЫБЕКОВ, Б.А. АБЫЛАЕВА. Изучение биоразнообразия травянистых растительных сообществ лесной зоны Кок-Артской долины85
 Көк-Арт өрөөнүнүн токой аймагындагы чөп өсүмдүктөрүнүн бирикмесинин биотүрдүүлүгүн изилдөө
 Biodiversity studies of the herbosa in the forest zones of the Kokhart valley
- Б.А. АБЫЛАЕВА, А.Э. АЛЫБЕКОВА. Компонентный состав углеводов корня *Ferula kokanica*, произрастающей на склонах Алайского хребта Ошской области88
 Ош областынын Алай тоо кыркаларында өскөн *Ferula kokanica* өсүмдүгүнүн тамырынын углеводдук компоненттик курамы
 Carbohydrate component analysis of *Ferula kokanica*, growing on the slopes of the Alay mountain range of the Osh region

ПЕРСПЕКТИВЫ НАНОТЕХНОЛОГИИ

- Э.Т. МУРЗАБЕКОВА, Ж.К. КЕЛГЕНБАЕВА, Б.М. МУРЗУБРАИМОВ. Самоорганизация наноструктур на межфазной поверхности93
 Фазалар аралык беттерде наноструктуралардын өзүнөн өзү ирээтке келүүсү
 Self-assembly of nanostructures at interfaces
- Э.Т. МУРЗАБЕКОВА, Ж.К. КЕЛГЕНБАЕВА, Б.М. МУРЗУБРАИМОВ. Самоорганизация наноструктур меди и кадмия на межфазной поверхности вода-толуол при их наноструктурировании, с использованием импульсной плазмы99
 Импульстук плазманы пайдалануу менен суу-толуол фазалар аралык беттерде наноструктуралоодо жез менен кадмийдин наноструктураларынын өзүнөн өзү ирээтке келүүсү
 Self-organization of nanostructures copper and cadmium at interfaces water-toluene with use of pulse plasma
- М.Н. РАИМКУЛОВ. Физические процессы на уровне элементарных частиц102
 Элементардык бөлүкчөлөрдүн деңгээлиндеги физикалык процесстер
 Physical processes on the elementary elements level
- М.Н. РАИМКУЛОВ. Новый взгляд на элементарные частицы или принцип создания материи106
 Элементардык бөлүкчөлөргө жаңы көз караш же материяны жаратуу принциптери
 The new view to elementary elements or the principle of creation of substance
- А.Д. КЕРИМБАЕВА, А.А. ЗАРИПОВА. Получение магнитных сорбентов на основе магнетита и гуминовых кислот, анализ сорбционной активности по отношению к ионам тяжелых металлов111
 Магнетит жана гумин кислоталарынын негизинде магниттик сорбенттерди алуу, оор металлдардын иондоруна карата сорбиялык активдүүлүгүн анализдөө
 Reception of magnetic sorbents on a basis of magnetite and humic acids, the analysis of sorption activity in relation to ions of heavy metals
- EMIL OMURZAK, SAADAT SULAIMANKULOVA, TSUTOMU MASHIMO. Preparation of titanium dioxides by the impulse plasma in liquid115
 Суюктуктардагы импульстук плазмада титандын диоксидин алуу
 Получение диоксида титана в импульсной плазме в жидкости
- Э.Дж. КАСЫМОВА, Р.П. КОРОЛЕВА, К.А. КЫДРАЛИЕВА, Ш.Ж. ЖОРОБЕКОВА. Использование темплатного синтеза для получения наносорбентов119
 Темпланттык синтезди наносорбенттерди алуу үчүн пайдалануу
 Use of template synthesis for nanosorbents obtaining
- Э.Дж. КАСЫМОВА. Получение полимерных молекулярных отпечатков122
 Полимердүү молекулярдык тактардын алынышы
 Use of molecular imprinted polymers

Б. БЕКБОЛОТ КЫЗЫ. Продукты пиролиза рисовой шелухи 125	125
Күрүч кабыктарынын пиролизинин продуктылары Products of pyrolysis of a rice peel	
Б. БЕКБОЛОТ КЫЗЫ, Б.М. МУРЗУБРАИМОВ. Проблемы утилизации рисовых отходов и перспективы их применения..... 128	128
Күрүч калдыктарын иштетүү жана аны пайдалануунун келечеги The decision of a problem of recycling of a rice waste and perspectives of their application	
С.Т. КОЖОЕВА. Технология получения монокристаллов в зависимости от размера выращенных кристаллов..... 131	131
Өстүрүлгөн кристаллдардын чоңдугуна көз каранды болгон монокристаллдарды алуу технологиясын иштеп чыгуу The technology of growing single crystals of various sizes	
С.А. ТОКТОГОНОВ, С.Т. КОЖОЕВА, К.А. КАЛДЫБАЕВ. Теоретические основы одноэлектронных элементов нанoeлектроники..... 134	134
Нанoeлектрониканын бир электрондуу элементтеринин теориялык негиздери Theoretical base of single electron elements of nanoelectronics	
С.К. СУЛАЙМАНКУЛОВА, А.С. МАМЕТОВА, М.О. САТИЕВ, ЭМИЛ ОМУРЗАК. Импульсный способ синтеза нанокристаллического кремния..... 136	136
Нанокристаллдык кремнийди синтездөөнүн импульстук жолу Pulse method for the synthesis of nanocrystalline silicon	
А.А. МАТКАСЫМОВА. Неорганические нанотрубки и способы их синтеза 141	141
Органикалык эмес нанотүтүкчөлөр жана аларды синтездөөнүн жолдору Inorganic nanotubes and ways of their synthesis	

РЕЗЕНЦИИ

А.С. ЦОЙ. Первый в русистике словарь эвфемизмов 145	145
Орус тилиндеги биринчи жолу жарыкка чыккан эвфемизмдер The First Dictionary of Euphemisms in Russian Philology	

ЮБИЛЕИ

Т.О. Ормонбеков..... 149	149
К.Ч. Кожоголов..... 151	151
Р.О. Оморов..... 152	152

ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ, ГЕОМЕХАНИКИ И СЕЙСМОЛОГИИ

УДК 550.343 (575.2) (04)

Активные сегменты Таласо-Ферганского разлома
и механизмы очагов землетрясений

М. ОМУРАЛИЕВ – канд. геолог.-минер. наук

Results of segments study of the zone of Talaso-Fergana fault as well as earthquake distribution and their focal mechanisms are given in the article.

В области внутриконтинентального горообразования Тянь-Шаня Таласо-Ферганский разлом северо-западного простирания является важной структурой. Он разделяет Западный и Центральный блоки области горообразования Тянь-Шаня [1]. Изучение напряженно-деформированного состояния зоны Таласо-Ферганского разлома является одной из главных проблем современной геодинамики Тянь-Шаня. Эта проблема обращала на себя внимание многих исследователей [1–5]. Изучены были скорости смещения отдельных отрезков разлома в позднем кайнозое [1–3]. Отмечено, что в пределах зоны Таласо-Ферганского разлома оси напряжения сжатия землетрясений за 1960–1981 гг. не имеют упорядоченной ориентации [4]. Было изучено распределение тензоров скорости деформации горных масс. Однако для этого были использованы значения сейсмического момента, определенные неточно через корреляционные связи с энергетическим классом. В распределении широтного и меридионального компонентов тензора скорости деформации горных масс были выделены области отрицательных значений (укорочений) на северо-восточных частях зоны Атойнокского, Северо-Ферганского и Южно-Ферганского разломов на фоне широких областей малых положительных значений (удлинений). В распределении вертикального компонента тен-

зора скорости (деформации горных масс) были выделены области положительных значений (от $0,5-1,0 \cdot 10^{-8}$ до 10^{-7} год⁻¹), т.е. утолщения горных масс. Относительно большие значения тензора отмечались в пределах Серюндобонского, Баубашатинского и Чаткал-Атойнокского поднятий. Зона Таласо-Ферганского разлома в пределах территории Кыргызстана схематично, без учета реальных сегментов разделена на три отрезка: 1 – северо-западнее Атойнокского разлома, 2 – между Атойнокским и Южно-Ферганским разломами, 3 – юго-восточнее Южно-Ферганского разлома. Для этих отрезков определены разные средние механизмы очагов землетрясений и значения коэффициентов Лоде-Надаи.

На основе определения механизмов очагов 30 землетрясений с $M \geq 3,9$ за период 1960–1984 гг. [5] зона Таласо-Ферганского разлома (на территории Кыргызстана) была разделена грубо на три отрезка (звена): северный, центральный, южный; а сейсмогенный слой – на три слоя. Границы этих слоев находятся ориентировочно на глубинах 10–15 км и 30 км в связи с низкой точностью глубины землетрясений. Границы отрезков разлома проходят примерно севернее долины р.Нарын и восточнее долины р.Жазы (Яссы). Отмечено, что в северной части разлома оси сжатия ориентированы близгоризонтально, оси растяжения – близ-

вертикально. Тип подвижек – взброс, взбросо-сдвиг. В центральной части разлома проявлены подвижки типа сдвиг. На южном отрезке разлома оси сжатия ориентированы близвертикально, оси растяжения – близгоризонтально. Тип подвижек – сброс, сбросо-сдвиг. Оси главных напряжений в разных слоях ориентированы различно.

Особенности строения и развития в новейшем этапе развития Таласо-Ферганского разлома и его ответвлений, Таласо-Ферганского поднятия, а также впадин и обрамляющих их поднятий на крыльях данного разлома позволили нам выделить активные сегменты разлома. При этом отмечено проявление иерархии сегментов (с северо-запада на юго-восток): Каратауский, Таласский, Атойнок-Баубашатинский, Ферганский, Кектунский. В свою очередь, эти сегменты состоят из сегментов следующего уровня иерархии. Так, Каратауский сегмент состоит из собственно Каратауского и Борондойтауского; Таласский сегмент – из Угамомайдантагского, Пскем-Сандалашского, Чаткальского; Атойнок-Баубашатинский – из Атойнокского и Карасуйского сегментов; Ферганский сегмент – из Караункур-Кугартского, Серюндободжамандаванского и Жазы-Каракулжинского. Каждый сегмент имеет свою геометрию и кинематику, отличающиеся между сегментами. Поднятия на их крыльях формировались различными темпами, также имеют различные геометрии.

Механизмы очагов землетрясений распределены в соответствии с сегментацией зоны Таласо-Ферганского разлома. На отдельных сегментах Таласо-Ферганского разлома проявлены сейсмогенные разломы и скальные оползни сильных палеоземлетрясений. Так, они проявлены, например, на Серюндободжамандаванском сегменте, преимущественно в верхних частях долины рек (с юга-востока на северо-запад) Пычан (левый приток р. Алабуга), Карасуу вост. и Чаткал. При этом образованы в основном сейсмические рвы, вследствие подвижек сдвиго-сбросового характера северо-восточных крыльев. Соответственно типы механизмов очагов землетрясений – сдвиго-сброс. Аналогичные сейсморазрывы сильных палеоземлетрясений проявлены на сегментах Карасуйский, Атойнокский и Чаткальский (в долине р. Карасуу вост., на правом склоне долины р. Узунахмат и верхней части долины р. Чаткал). Вследствие проявления оползней палеоземлетрясений были запружены реки и образовались озера такие, как Карасуйское, Кол, Сары-Челекское, Каратоко.

Данные механизмов очагов [4–6] относительно ряда сильных исторических землетрясений ($M \geq 5$) в пределах зоны Таласо-Ферганского землетрясения приведены в таблице.

2 ноября 1946 г. произошло Чаткальское землетрясение ($M=7,6$). Очаг находился на юго-западном крыле Таласо-Ферганского разлома на пересечении Атойнокского, Карасуйского разломов и на сочленении Таласо-Ферганского (Атойнокского), Чаткальского поднятий. Первая nodальная плоскость разрыва в очаге простирается близмеридионально и падает на запад юго-запад под углом 85° . Висячее крыло разрыва смещено вверх и на север. Подвижки по простиранию имеют правосторонний характер. Вторая возможная плоскость разрыва в очаге ориентирована в субширотном направлении и падает на северо-запад под углом 70° . Подвижки по простиранию имеют левосторонний характер. Оси напряжения сжатия в очаге ориентированы в северо-восточном (28°) направлении, угол падения 10° . Оси напряжения растяжения ориентированы на северо-запад (296°), угол падения 18° . Ось промежуточного напряжения ориентирована на юго-восток 150° , угол падения 60° . Тип механизма очага данного землетрясения – взброс по крутой плоскости или сдвиг по пологой.

23 июня 1955 г. на северо-восточной части Пскемского поднятия, в области Пскемского землетрясения ($M=6,5$, 1937 г.) произошло землетрясение с $M=5,0$. Очаг приурочен к зоне Южнопскемского разлома, который является ответвлением Таласо-Ферганского разлома и имеет северо-западное падение. Nодальные вероятные плоскости ориентированы на северо-восток 30° и 35° , имеют угол падения $45-44^\circ$. Оси напряжения сжатия в очаге ориентированы горизонтально в северо-западном (302°) направлении. Оси напряжения растяжения ориентированы на северо-восток (32°), угол падения 85° . Ось промежуточного напряжения ориентирована горизонтально на северо-запад 301° . Тип механизма очага данного землетрясения – надвиг.

18 ноября 1973 г. на юго-восточной части Ферганского хребта, в верховьях долины р. Яссы произошло землетрясение с $M=5,0$. Nодальные вероятные плоскости ориентированы на север $0-4^\circ$, имеют угол падения $46-44^\circ$. Оси напряжения сжатия в очаге ориентированы горизонтально на восток. Оси напряжения растяжения ориентированы на юго-запад (210°), угол падения 87° . Ось промежуточного напряжения ориентирована

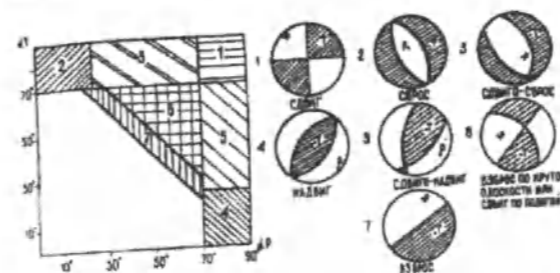


Рис.1 Типы механизмов очагов землетрясений: 1 – сдвиг, 2 – сброс, 3 – сдвиго – сброс, 4 – надвиг, 5 – сдвиго – надвиг, 6 – взброс по крутой плоскости или сдвиг по пологой, 7 – взброс. αT , αP - углы осей растяжения и сжатия относительно горизонтали.

горизонтально на север 2° . Тип механизма очага данного землетрясения – надвиг.

На Коктунском сегменте Таласо-Ферганского разлома 13 февраля 1983 г. произошло Кызылсуйское землетрясение с $M=6,7$ ($K=16,1$). Ось сжатия в очаге ориентирована на юго-восток (165°). Угол ее составлял 24° . Оси напряжения растяжения ориентированы на северо-восток (45°), угол падения 49° . Ось промежуточного напряжения ориентирована горизонтально на юго-запад (269°), угол 23° .

Типы механизмов очагов землетрясений приведены на рис. 1. Кроме этих типов отмечается «взрывообразный» тип очага землетрясения, где, вероятно, развивается разрыв сложный, разнонаправленный без ясной природы [7]. Данный тип очага отмечен именно в пределах зоны Таласо-Ферганского разлома. Землетрясения данного типа проявляются изредка в виде скоплений в малых объемах среды в ограниченном интервала времени.

Рассмотрим распределение типов механизмов очагов землетрясений в пределах зоны Таласо-Ферганского разлома и на ее юго-западном крыле (рис. 2) за 1991–2005 гг. В зоне разлома выделяются сегменты, где проявляется определенный тип механизма очага (либо сдвиго-надвиг, либо надвиг, либо взброс по крутой плоскости или сдвиг по пологой плоскости, иногда взброс). В то время на юго-западном крыле выделяются области также с определенным типом механизма. Так в 1991 г на юго-западном крыле разлома, верхних частях долины рек Чаткал, Карасуу вост. и юго-западной части Атойнокского

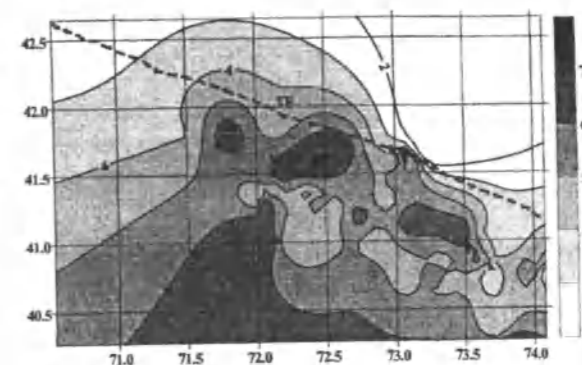


Рис.2 Распределение типов механизмов очагов землетрясений в пределах зоны Таласо-Ферганского разлома (TF) в 1991 г. Составил М. Омуралиев. Пунктирной линией обозначена линия Таласо-Ферганского разлома.

поднятия выделялись три области, где проявился (механизм очага типа) взброс по крутой плоскости или сдвиг по пологой плоскости (рис.2). Эти области были разделены участками, где отмечались сдвиго-надвиг, надвиг.

В 1993 г на сегменте Таласо-Ферганского разлома северо-западнее верховья р Караункур распространился механизм очага типа надвиг, реже сдвиго-сброс. В области юго-восточнее от него проявился взброс по крутой плоскости или сдвиг по пологой плоскости и сдвиго-надвиг.

В 1994 г. на сегментах в верхней части р. Карасуу вост. и юго-восточнее от него проявился преимущественно надвиг, а северо-западнее от него – взброс по крутой плоскости или сдвиг по пологой.

В 1995 г. на сегментах разлома в верхней части долины р. Карасуу вост. и в пределах Атойнокского поднятия проявились механизмы очагов типа сдвиго-надвиг, взброс по крутой плоскости или сдвиг по пологой, а северо-западнее и юго-восточнее от него – надвиг.

В 1996 г. на сегментах северо-западнее Атойнокского поднятия, в центральной части долины р. Карасуу вост. и юго-восточнее верхней части долины р. Караункур проявился механизм очага типа сдвиго-сброс, а между ними – механизм очага типа взброс по крутой плоскости или сдвиг по пологой плоскости.

В 1997 г. на сегменте Таласо-Ферганского разлома между верхней части долин рек Караункур и Кугарт наблюдались механизмы очагов типа взброс и взброс по крутой плоскости или сдвиг по

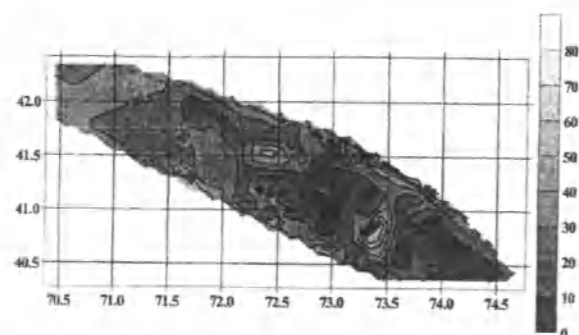


Рис. 3. Распределение значений угла оси сжатия Р за 1993–1995 гг. Составил М. Омуралиев.

пологой. На сегменте юго-восточной части Атойнокского поднятия отмечены механизмы очагов типа взброс по крутой плоскости или сдвиг по пологой. Между этими сегментами проявились механизмы очагов типа надвиг и сдвиг-надвиг. Северо-западнее Атойнокского поднятия и юго-восточнее верховья долины р. Яссы наблюдался механизм очага типа надвиг.

В 1998 г. на сегменте между верхними частями долин рек Карасуу вост. и Жазы (Яссы) проявились в основном взброс по крутой плоскости или сдвиг по пологой плоскости и взброс. Северо-западнее сочленения Чаткальского и Ферганского поднятий наблюдался взброс. Между этими сегментами проявились механизмы очагов типа надвиг.

В 1999 г. в верховьях рек Пчан, Караункур и пределах поднятий Атойнок, Узунахмат выделялись участки, где проявлялись механизмы очагов типа взброс по крутой плоскости или сдвиг по пологой. Между этими участками наблюдались механизмы очагов типа надвиг и сдвиг-надвиг.

В 2000 г. в пределах Ферганского поднятия проявлялись механизмы очагов, в основном, типа сброс и сдвиг-сброс, а в пределах Атойнокского поднятия – взброс по крутой плоскости и взброс.

В 2001 г. выделялись области, где проявлялись механизмы очагов типа сдвиг-надвиг, разделенные участками (в пределах долины р. Нарын и верховья долины р. Караункур) с механизмами очагов типа надвиг, реже сдвиг-сброс.

В 2002 г. в пределах сегмента в верхней части долины р. Карасуу вост. проявлялись механизмы очагов типа надвиг. Юго-восточнее от этого участка наблюдались механизмы очагов типа сдвиг – надвиг и далее – взброс по крутой плоскости или сдвиг по пологой, а северо-западнее

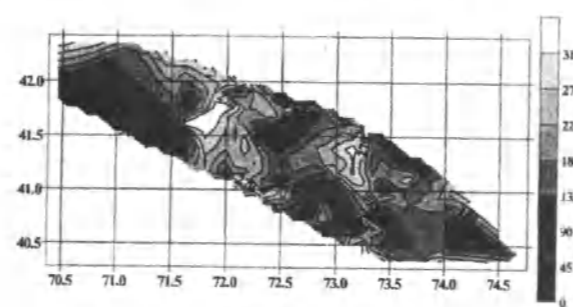


Рис. 4. Распределение значений азимута оси сжатия Р за 1993–1995 гг. Составил М. Омуралиев.

от данного участка в пределах Атойнокского поднятия – сдвиг – сброс и далее проявлялись – сброс.

В 2003 г. в пределах сегмента Таласо-Ферганского разлома между верховьями долин рек Караункур и Кугарт проявлялись механизмы очагов типа сброс, сдвиг-сброс. Северо-западнее и юго-восточнее от данного сегмента наблюдались надвиг и сдвиг-надвиг.

В 2004 г. проявлялись в основном механизмы очагов типа надвиг и реже сдвиг-сброс.

В 2005 г. в верховьях рек Жазы (Яссы), Караункур и на юго-восточной части Атойнокского поднятия выделяются участки, где проявлялись механизмы очагов типа взброс по крутой плоскости или сдвиг по пологой. Эти участки разделены сегментами, где наблюдается механизм очага типа сдвиг-надвиг. На сочленении Чаткальского и Атойнокского поднятий, и на юго-восточной части Ферганского поднятия происходили землетрясения с механизмом очагов типа надвиг.

Вышеизложенное распределение типов механизмов очагов землетрясений показывает, что сегменты разлома и области на юго-западном крыле разлома с разными типами механизмов очагов чередуются и мигрируют, которые выражают динамическую сегментацию Таласо-Ферганского разлома. Области с определенными типами механизмов очагов прослеживаются на расстоянии 30–50 км от линии разлома в юго-западном направлении в крест простиранию разлома. Данные области выражают зоны динамического влияния Таласо-Ферганского разлома на его юго-западном крыле.

На фоне субмеридианального сжатия Тянь-Шаня в зоне Таласо-Ферганского разлома угол и азимут оси сжатия Р (механизма очагов земле-

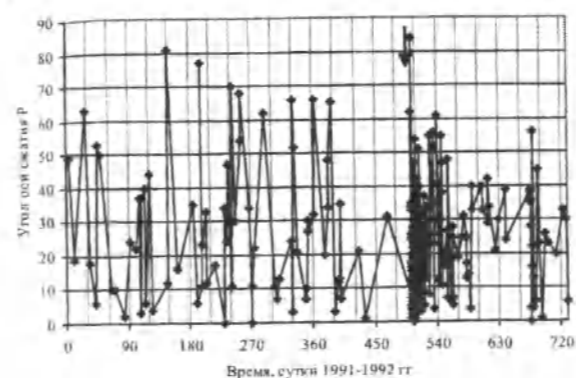


Рис. 5. Изменение угла оси сжатия в очаге землетрясений Таласо-Ферганского разлома за 1991–1992 гг. Составил: М. Омуралиев. Стрелкой показан момент Кочкор-Атинского землетрясения (15 мая 1992, $M = 6,3$, $K = 15,3$).

трясений) распределены различно в соответствии с сегментами разлома (рис. 3). Выделяются сегменты с малыми (до 20°) и сравнительно большими (до $45-60^\circ$) углами оси Р, которые вдоль зоны Таласо-Ферганского разлома чередуются. В данной зоне выделяются сегменты с разными азимутами, либо преимущественно западным – северо-западным и либо южным – юго-западным. На юго-западном крыле разлома наблюдаются области с восточным и северо-восточным азимутами оси сжатия. Эти области, очевидно, проявились на периферии зоны динамического влияния Таласо-Ферганского разлома (рис. 4).

Максимальные значения угла оси сжатия Р в очагах землетрясений до и после 1991 г. были относительно большими. С февраля 1992 г. максимальные значения угла снова стали малыми (до 31°), и 15 мая 1992 г. произошло Кочкор-Атинское землетрясение ($M=6,3$, $K=15,3$). Соответственно, вторая фаза всеобщего кооперативного снижения угла оси сжатия проявилась через около 8 месяцев и сопровождалась относительно сильным землетрясением (рис. 5).

На основании изложенного выше установлено, что зона Таласо-Ферганского разлома в новейшем этапе развития состоит из иерархии активных сегментов с различной геометрией, кинематикой и темпами развития. Сильные палеоземлетрясения проявлены в отдельных сегментах. Сегменты разлома и области на юго-западном крыле разлома с разными типами механизмов очагов чередуются и мигрируют, т.е. проявляется динамическая сегментация зоны Таласо-Ферганского разлома. Области с определенными типами механизмов очагов прослеживаются на расстоянии 30–50 км от линии разлома в юго-западном направлении в крест простиранию разлома и выражают зоны динамического влияния Таласо-Ферганского разлома на его юго-западном крыле.

Сегменты с относительно малыми и сравнительно большими углами оси сжатия в очагах землетрясений также чередуются. Имеются сегменты с западным – северо-западным, южным-юго-восточным и восточным – северо-восточным азимутами оси сжатия. В течение 1991–1992 гг.

Механизмы очагов землетрясений в зоне Таласо-Ферганского разлома

Дата	Время, час, мин	Координаты		Глубина, км	Магнитуда	Оси главных напряжений					
		φ°N	λ°E			сжатия Р		растяжения Т		промежуточного	
						азимут	угол	азимут	угол	азимут	угол
02.11.46	18 28	41.7	72.0		7.6	28	10	296	18	150	60
23.06.55	11 19	42.0	71.1		5	302	0	32	85	301	3
18.11.73	21 38	40.82	74.12	5–10	5	92	1	210	87	2	2

Плоскость I				Плоскость II			
Азимут простирания	Угол падения	подвижка		Азимут простирания	Угол падения	подвижка	
		По простиранию	По падению			По простиранию	По падению
13	14	15	16	17	18	19	20
340	85	+0.94	+0.34	78	70	-1.0	+0.07
30	45	-0.03	1.0	35	44	+0.9	+1.0
0	46	+0.07	-0.97	4	44	-0.07	+1.0

в зоне Таласо-Ферганского разлома проявлены две фазы всеобщего кооперативного снижения оси сжатия, и последняя из них сопровождалась Кочкор-Атинским сильным землетрясением (15 мая 1992, $M = 6,3$, $K = 15,3$). Кооперативный процесс отражает развитие нелинейной синергетической геодинамической системы. Динамическая сегментация зоны Таласо-Ферганского разлома выражает циклы поленапряжений с различными параметрами: периодами, фазами и амплитудами.

Полученные результаты важны для проектирования и эксплуатации ГЭС Нарынского каскада

Литература

1. Omuraliev M., Omuralieva A. Late Cenozoic tectonics of the Tien Shan Kyrgyzstan, Central Asia. Bishkek. 2004. 166 p.
2. Trifonov V.G., Makarov V.I., Skobelev S.F. Talaso-Fergana activ right-lateral fault // Geotectonics, 1992. v. 24, № 5, p. 435–442.

УДК 550.83(551.24) (575.2) (04)

Особенности геофизических полей вдоль интерпретационных профилей Восточной части Кыргызского Тянь-Шаня

В.Н. ПОГРЕБНОЙ – канд. физ.-мат. наук,
Н.Х. БАГМАНОВА – ст. науч. сотр.,
Е.Л. МИРКИН – канд. тех. наук

Results of the complex analysis of geophysical data on three interpretational profiles crossing Eastern part of the Tien-Shan orogen from the Kazakh shield to the Tarim Basin in meridional direction are shown in the article. Data of seismotomographical researches (detailed crust and upper mantle velocities cross-sections) have allowed to explain features gravitational, magnetic and geoelectrical anomalies at the East part Kyrgyz Tien-Shan.

Имеющиеся в нашем распоряжении геофизические материалы, а именно: карты аномального магнитного [1] и гравитационного [2] полей, сейсмотомографические исследования земной коры и мантии [3], геоэлектрические разрезы [4] территории Восточной части Кыр-

3. Burtman V.S., Skobelev S.F., Molnar P. Late Cenozoic slip on the Talaso-Fergana fault, the Tien Shan, Central Asia // GSA Bulletin, v. 108, № 8, p. 1004–1024, 1996.
4. Муралиев А.М. Сейсмичность и сейсмоструктурная деформация юго-западной Киргизии и сопредельных территорий. Фрунзе: Илим, 1989. 107 с.
5. Беленович Т.Я., Сабитова Т.М. Динамика трансформированного Таласо-Ферганского разлома // Современная геодинамика литосферы Тянь-Шаня. М: Наука, 1991. С.101–104.
6. Широкова Е.И. О напряжениях, действующих в очагах землетрясений Средней Азии // Изв. АН СССР. Сер.геофиз. 1961, №6. С. 876–881.
7. Широкова Е.И. Детальное изучение напряжений и разрывов в очагах землетрясений Средней Азии // Изв АН СССР. 1974, №11. С. 22–36.
8. Кальметеева З.А. Классификация очагов слабых землетрясений по характеру излучения // Методы и результаты исследования сейсмоактивных зон Киргизии. Фрунзе: Илим, 1962. С. 122–133.

гызского Тянь-Шаня позволили нам выполнить комплексный геофизический анализ с целью увеличения достоверности интерпретации геофизических данных.

Три интерпретационных Профиля III, IV, V показаны на карте-схеме сейсмогенерирующих

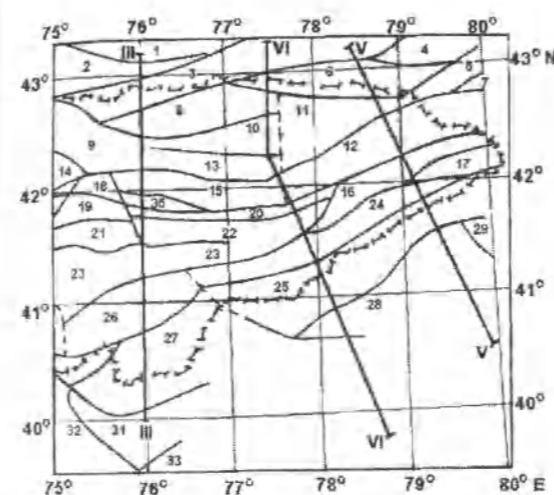


Рис. 1. Схема расположения интерпретационных профилей III, IV, V.

блоков (последние пронумерованы) Восточной части Кыргызского Тянь-Шаня (рис.1).

Геофизический Профиль III (начало $\phi=43.33^\circ$, $\lambda=76.00^\circ$, конец $\phi=40.41^\circ$, $\lambda=76.00^\circ$) представлен на рис.2. Из рис. 2а видно, что аномальное гравитационное поле $(\Delta g)_g$ монотонно, с небольшими отклонениями падает от -140 мГал (начало Профиля) до -330 мГал (на расстоянии ≈ 230 км от начала), а затем постепенно возрастает в конце Профиля до -240 мГал. Для объяснения характера изменчивости $(\Delta g)_g$ вдоль Профиля III воспользуемся особенностями распределения скорости сейсмических волн Pn в скоростном разрезе рассматриваемого Профиля (рис.2г). Так, в начале Профиля III изолиния скорости Pn=6.8 км/с отмечается на глубине 32 км и постепенно погружается до глубины 48 км на расстоянии ≈ 230 км от начала Профиля, а затем вновь в конце Профиля приближается к отметке ≈ 32 км. Ход изолиний скорости Pn=6.8 км/с повторяют изолинии скорости Pn=7.0; 7.2; 7.4 км/с, которые в начале Профиля располагаются на глубине ≈ 35 , ≈ 37 , ≈ 40 км соответственно, а на расстоянии ≈ 230 км уже на глубине ≈ 50 , ≈ 55 , ≈ 60 км соответственно. Эти факты говорят о том, что блоки пород с плотностями, соответствующими скоростям Pn=6.8; 7.0; 7.2 и 7.4 км/с, а именно: 2.9; 3.0; 3.1 и 3.16 г/см³, постепенно погружаются от глубины ≈ 32 км до глубины ≈ 60 км, то есть на ≈ 28 км, а затем постепенно уменьшают свою глубину. Считаем, что изменения глубин указанных слоев обуславливают характер поля $(\Delta g)_g$ вдоль Профиля III.

Магнитное поле $(\Delta T)_g$ вдоль Профиля III сложное (рис.2б). Так, до расстояния ≈ 80 км от начала Профиля наблюдается положительное поле $(\Delta T)_g$, которое создается множеством мелких аномалий положительного знака, образующих в совокупности общее положительное поле $(\Delta T)_g$. Далее, в промежутке от 85 км до 150 км, проявляется положительная магнитная аномалия интенсивностью до $+350$ нТл с двусторонними минимумами -200 нТл и -190 нТл соответственно. Она, по-видимому, обусловлена наклонным пластом с породами основного состава. В промежутке от 150 км до 200 км проявляется целая серия мелких разного знака магнитных аномалий интенсивностью от -100 до $+100$ нТл. Они обусловлены, по-видимому, мелкими намагнитненными телами. Южнее отмечается отрицательная магнитная аномалия с экстремальной минимальной интенсивностью до -300 нТл. Она, вероятно, обусловлена наличием здесь мощного комплекса осадочных немагнитных пород.

Из геоэлектрического разреза (рис. 2в) видно, что в средней и нижней коре (25–50 км) четко выделяется мощный проводящий слой (10–50 Ом·м), залегающий на глубине ≈ 30 км, с резкими вертикальными подъемами его к поверхности с понижением электропроводности от ≈ 30 Ом·м вплоть до ≈ 3 Ом·м вблизи линии Николаева.

Геофизический Профиль IV (начало $\phi=43.33^\circ$, $\lambda=77.50^\circ$, конец $\phi=39.1^\circ$, $\lambda=78.42^\circ$) представлен на рис.3. Из рис.3а видно, что поле $(\Delta g)_g$ монотонно спадает от -150 мГал (начало Профиля) до -340 мГал (190 км от начала) с постепенным в дальнейшем восстановлением поля $(\Delta g)_g$ до значений -168 мГал на 400-ом километре. На этом фоне на расстояниях от 130 км до 190 км регистрируется аномалия, положительная относительно фона, протяженностью ≈ 40 км. Источник указанной выше отрицательной аномалии следует искать уже не в коре, а в мантии, так как до глубины ≈ 60 км скоростной разрез (рис.3г) показывает практически горизонтальное расположение изолиний с Pn=5.2 км/с до Pn=7.4 км/с. В более нижних слоях скорости Pn меняются с глубиной. Так, если Pn=7.6 км/с в начале Профиля IV приходилось на глубину ≈ 75 км, то на 140 км от начала Профиля изолиния с Pn=7.6 км/с находится уже на глубине 95 км. Если изолиния с Pn=7.8 км/с в начале Профиля отмечается на глубине ≈ 70 км, то на ≈ 160 км она уже на глубине ≈ 115 км. Особенно резко изменяется вдоль Профиля IV изолиния с Pn= 8 км/с: в начале Профиля она находится

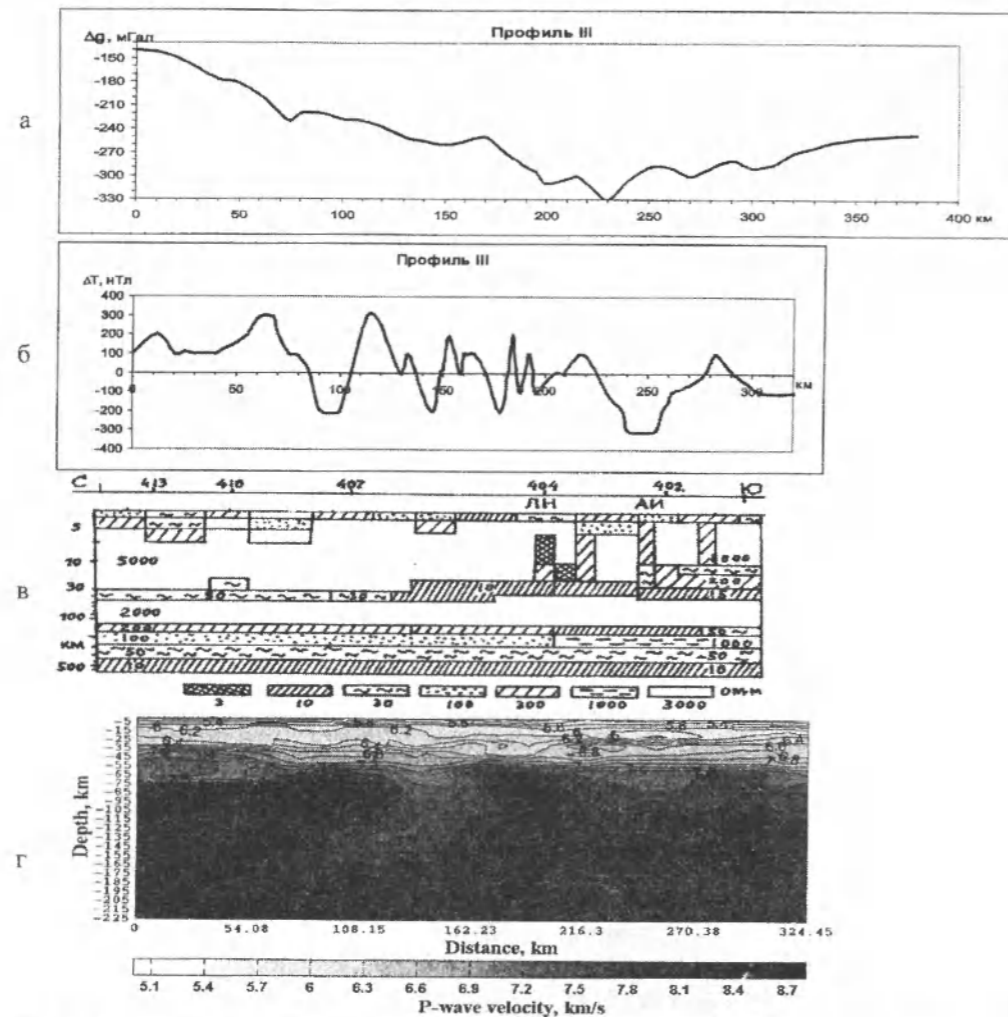


Рис.2. Скоростной разрез кора-мантия г по профилю III и совмещенные с ним графики: а – аномального (редукция Буге) гравитационного (Δg), б – магнитного (ΔT) полей, в – модель геоэлектрического (ρ_x) разреза.

на глубине ≈ 100 км, а на 170 км – на глубине ≈ 158 км. Параллельно ей изменяется по глубине и изолиния с $R_p=8.2$ км/с. Начиная с расстояния 200 км от начала и до 400 км, наблюдается приближение к поверхности указанных выше изолиний с $R_p=7.6-8.2$ км/с. Таким образом, характер кривой (Δg) вдоль Профиля IV можно объяснить погружением пород с повышенной плотностью от начала Профиля до 170 км (разность глубин $\approx 20-40$ км), а в дальнейшем – их приближением к поверхности на примерно такую же величину. Отмеченная положительная аномалия поля (Δg) между 130 и 190 км легко объясняется наличием на глубине ≈ 55 км плотного по сравнению с

окружающими породами тела, внедрившегося в нижнюю кору из верхней мантии.

Аномальное магнитное поле вдоль Профиля IV довольно сложное, знакопеременное (рис. 3б). Оно резко меняется от положительных к отрицательным значениям (промежутки 0–220 км) и обусловлено наличием на территориях сейсмогенерирующих блоков, пересекаемых профилем, целой цепочки отдельных магнитовозмущающих объектов, представляющих собой тела типа штоков, наклонных пластов с магнитосодержащими породами, создающих аномалии от +300 нТл до –300 нТл. Далее, вплоть до конца Профиля, поле (ΔT) отрицательное, интенсивностью

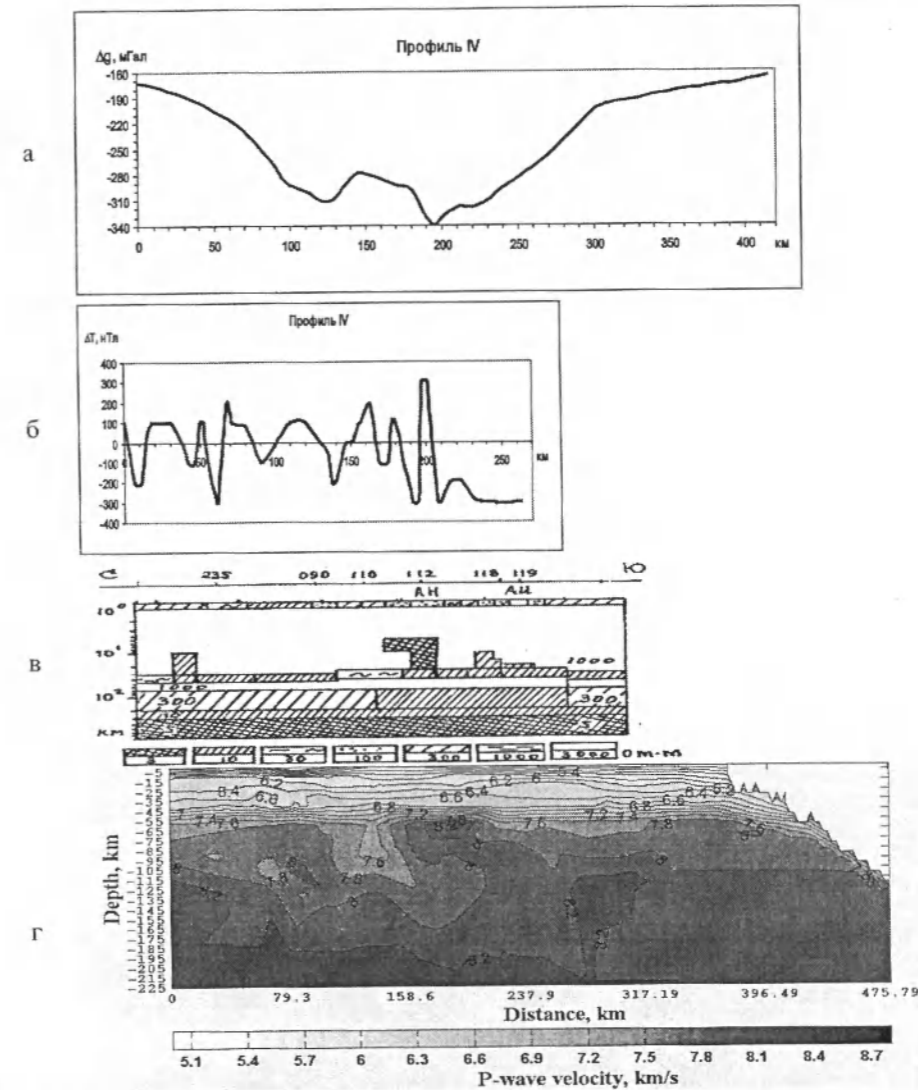


Рис.3. Скоростной разрез кора-мантия г по профилю IV и совмещенные с ним графики: а – аномального (редукция Буге) гравитационного (Δg), б – магнитного (ΔT) полей, в – модель геоэлектрического (ρ_x) разреза.

до –300 нТл, обусловленное наличием мощного комплекса осадочных немагнитных пород.

На геоэлектрическом разрезе по Профилю IV (рис.3в) в средней и нижней коре (25–50 км) отчетливо выделяется вдоль всего Профиля мощный проводящий слой (с ρ_x порядка 10 Ом·м.) со значительными субвертикальными ответвлениями от основного проводящего слоя с $\rho_x=3-10$ Ом·м. Проводящие слои приурочены к глубинным разломам, а именно: линии Николаева и Атбашиньельчекскому, в окрестностях которых по осла-

бленным и раздробленным породам поднимаются электропроводящие флюиды.

Геофизический Профиль V (начало $\phi=43.25^\circ$, $\lambda=78.17^\circ$, конец $\phi=40.50^\circ$, $\lambda=79.90^\circ$) представлен на рис.4. Из рис.4а видно, что аномальное поле (Δg) довольно резко падает от –150 мГал (начало Профиля) до –300 мГал (150 км от начала) со средним градиентом –0.97 мГал/км, а со 150 км и до 330 км растет от –300 до –180 мГал со средним градиентом +0.67 мГал/км. На отрицательном фоне четко выделяется в промежутке от 75 км до

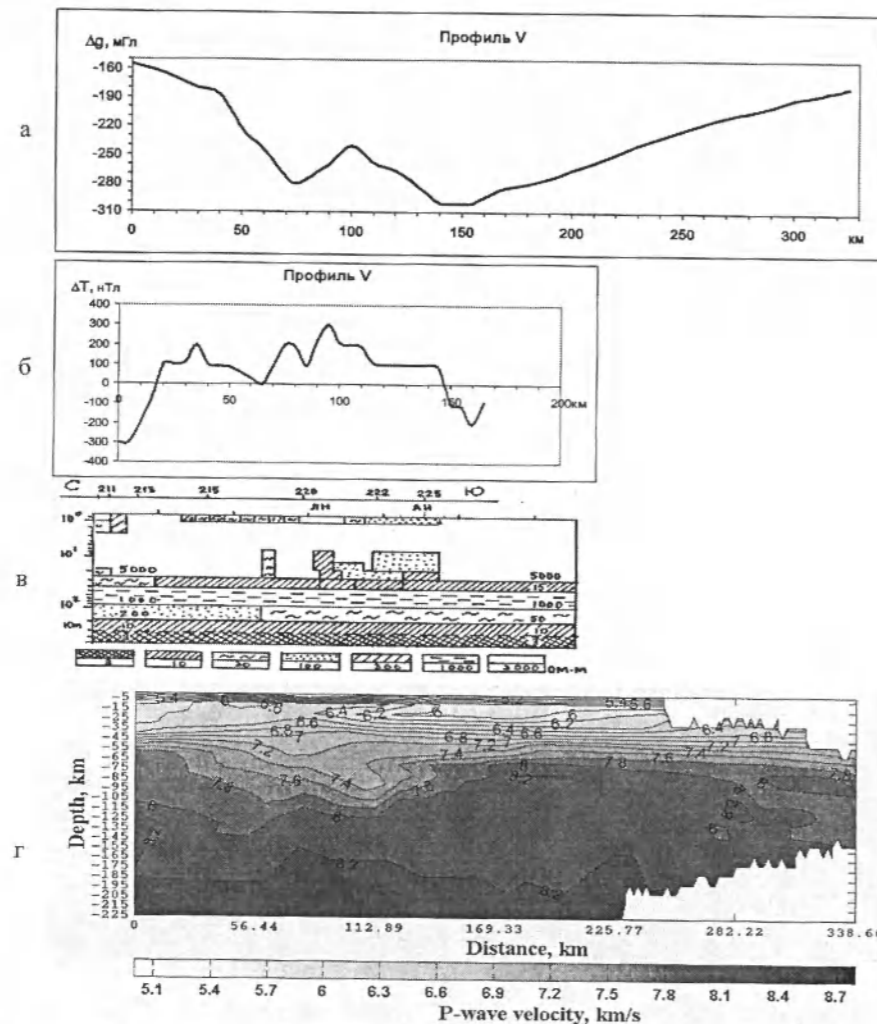


Рис.4. Скоростной разрез кора-мантия г по профилю по профилю V и совмещенные с ним графики: а – аномального (редукция Буге) гравитационного (Δg), б – магнитного (ΔT) полей, в – модель геоэлектрического (ρ) разреза.

145 км положительная, относительно фона, аномалия (Δg) интенсивностью до +60 мГал.

Объяснение отрицательной аномалии (Δg) следует искать в особенностях скоростного разреза в нижней части земной коры и верхней мантии, так как величины скоростей сейсмических волн непосредственно зависят от распределения пород по их плотностям. Как видно из рис.4г, скорости R_p в верхних частях земной коры вплоть до глубины 45 км вдоль всего Профиля V параллельны друг другу и равномерно увеличиваются по глубине и, следовательно, не влияют на изменения поля (Δg) по Профилю. Однако, начиная с глубины 50

км и ниже, изолинии R_p с номиналом 7.2 км/с, 7.4 км/с, 7.6 км/с и 7.8 км/с в промежутке от 0 км до 110 км постепенно увеличивают свою глубину, при этом разность глубин для них составила 10, 40, 45 и 55 км соответственно. Аналогичным образом изменялась с глубиной и плотность слагающих этот район пород, что и объясняет падение поля (Δg) в промежутке 0 км до 150 км. Далее, до конца Профиля (расстояние 320 км), изолинии скоростей R_p , а, следовательно, и плотные породы, постепенно приближаются к поверхности, обуславливая восстановление поля (Δg) до уровня в -180 мГал. Положительная аномалия поля (Δg) может быть объ-

яснена подъемом более плотного вещества с глубины 135 км до 115 км для изолинии с $R_p=8$ км/с и с глубины 185 км до глубины 165 км для изолинии с $R_p=8.2$ км/с, то есть, на 20 км вверх.

Аномальное магнитное поле (ΔT) вдоль Профиля V резко варьирующее, знакопеременное (рис.4б). В начале Профиля, в промежутке 0–20 км, отмечается изолированная отрицательная магнитная аномалия интенсивностью -300 нТл. Можно предположить, что она образована суммой отрицательных полей от нижних кромок небольших, но многочисленных намагниченных тел, веером окружающих район аномалии. В промежутке 20–150 км поле (ΔT) положительного знака, интенсивностью +(100–300) нТл. Оно вызвано серией разобленных интрузивных тел, представленных гранодиоритами и габбро-диоритами. Далее по Профилю V отмечается отрицательное поле интенсивностью до -200 нТл, обусловленное мощным комплексом немагнитных осадочных горных пород.

На геоэлектрическом разрезе по Профилю V (рис. 4в) в средней и нижней коре (25–50 км) отчетливо выделяется мощный проводящий слой (35–50 Ом·м), от которого ответвляются (район хребта Терской Алатау) субвертикальные проводящие зоны, поднимающиеся от глубин ≈ 50 км до глубин ≈ 10 км. Отмеченная высокая проводимость обусловлена наличием флюидосодержащих пород в разломных зонах.

Таким образом, комплексный анализ геофизических полей вдоль интерпретационных профилей позволил сделать следующие выводы:

УДК 551. 782.1(235.21) (575.2) (04)

Кайнозойские соленосные отложения Северо-Восточного Тянь-Шаня

А.Б. ДЖУМАБАЕВА – научн. сотрудник,
А.Б. ФОРТУНА – канд. геол.-мин. наук

Cenozoic Miocene's salt-bearing sections of the northeastern Tien-Shan have been examined.

Почти все исследователи, изучавшие геологию Северо-Восточного Тянь-Шаня, в той или

1. Характерные особенности аномального гравитационного поля (Δg) можно объяснить, привлекая для этого скоростные разрезы R_p -волн по данным сейсмотомографии.

2. Особенности аномального магнитного поля объясняются внедрением в верхние слои земной коры интрузивных тел типа штоков, вертикальных и наклонных пластов основного состава.

3. Наличие электропроводящих слоев обусловлено проникновением электропроводящих флюидов по разломным зонам к поверхностным слоям.

Литература

1. Карта-схема аномального магнитного поля СССР (листы К-43 и К-44) (ΔT) масштаба 1:1 000 000 // Материалы управления геологии Киргизской ССР, 1987.
2. Карта-схема аномального гравитационного поля (Δg) в редукции Буге масштаба 1:1 000 000 // Составлена по материалам Госгеолагентства КР.
3. Адамова А.А., Сабитова Т.М., Миркин Е.Л., Багманова Н.Х. Трехмерные скоростные модели литосферы, рассчитанные методами сейсмической томографии // Земная кора и верхняя мантия Тянь-Шаня в связи с геодинамикой и сейсмичностью / Отв. ред. А.Б. Бакиров. Бишкек: Илим, 2006. С. 9–18.
4. Баталев В.Ю., Вольхин А.М., Рыбин А.К., Трапезников Ю.А., Финякин В.В. Строение земной коры Восточной части Киргизского Тянь-Шаня по данным МТЗ и ГМТЗ // Проявление геодинамических процессов в геофизических полях. М.: Наука, 1999. С.96–113.

иной мере описывали кайнозойские отложения и выделяли среди них «соленосную толщу», наблю-

дая её выходы на территориях Чуйской, Кочкорской, Ала-Буга-Нарынской, Кетмень-Тюбинской, Джумгалской, Тогуз-Тороузской депрессиях. Скважинами глубокого бурения соленосные породы вскрыты на юго-востоке Иссык-Кульской впадины – на площадях Большого и Малого Оргочера.

К.И.Аргентов [1] на территории Нарынского бассейна выделил “третичные” осадки как единую соленосную свиту с тремя отделами: нижний – красноцветный, средний – собственно соленосный и верхний – озерный. Позднее Д.В.Наливкин [2], сохранивший название соленосной свиты только за средним отделом, отнес нижний отдел К.И.Аргентова к мелу, средний – палеогену, верхний – миоцену. Т.А.Сикстель [3] разрез кайнозойских отложений Чуйской впадины разделила на соленосную, пестроцветную, красноцветную и желто-серую свиты. Соленосная свита, имеющая, по представлениям Т.А.Сикстель, эоцено-олигоценый возраст, сопоставляется ею со средним отделом К.И.Аргентова. С.С.Шульц [4, 5], подводя итоги своим исследованиям по новейшей тектонике Тянь-Шаня, счел возможным выделить два комплекса осадков, слагающих «третичную систему» орогена. Нижний комплекс (Tr) был назван “киргизским красноцветным”, верхний (N+Q) – «тяньшаньским орогеническим». Соленосные накопления он отнес к верхнему комплексу, определив их возраст как миоценовый.

В 50–70-е годы прошлого столетия, когда расширяются поисково-съемочные работы детальных масштабов и специальные тематические исследования, появляются многочисленные публикации, посвященные вопросам стратификации кайнозойских отложений Северо-Восточного Тянь-Шаня. Соленосная толща в различных районах региона обозначается обособленными наименованиями: так, в Чуйской впадине она обозначена серафимовской свитой, Нарынской – ниже-средненарынской под-свитой, Кочкорской-кочкорской свитой, Кетмень-Тюбинской – кетменьтюбинской свитой, Иссык-Кульской – иссыккульской свитой [6–10]. Возраст подразделений определяется либо миоценовым, либо миоцен-плиоценовым, либо ранне-плиоценовым. Спориво-пыльцевые исследования соленосной толщи и микрофаунистический материал (богатый комплекс остракод эвригалинного типа) из данных отложений уточнили время формирования соленосных пород как ранне-среднемиоценовое [8, 11, 12].

Соленосные отложения Северо-Восточного Тянь-Шаня представляют собой уникальное образование, обладающее весьма своеобразным па-

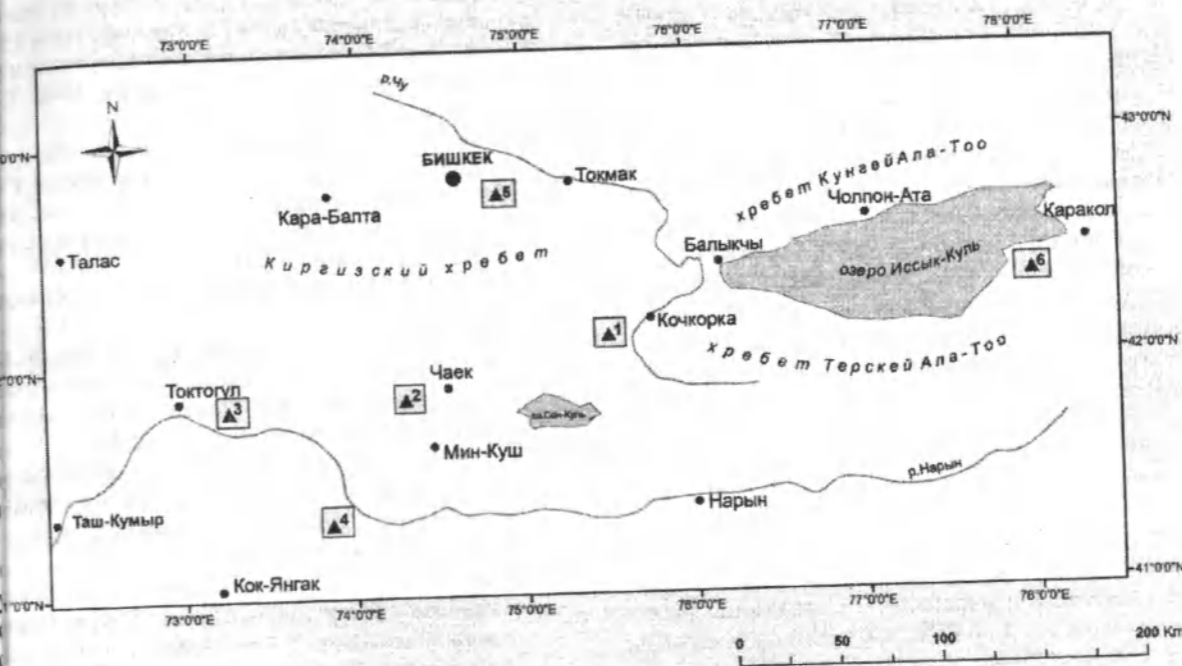
рагенезисом соляных минералов и являющее реликтом внутриконтинентальных, исключительно высокосульфатных, замкнутых водоемов. Формировались они в условиях жаркого, временами аридного климата. В разрезе соленосной толщ присутствуют зеленовато-серые, реже желтоватые, серые, коричневатые-красные, фиолетовые озерные глины, алевролиты, комковатые мергели с редкими прослоями песчаников и гравелитов аллювиального происхождения, объединенные либо в пластовые, либо куполообразные с диапировой природой залежи. Мощность колеблется 200–500 м до 1000–2200 м. Породы толщи сильно минерализованы солями (прослои, линзы, гнезда), списочный состав которых составляют гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), ангидрит (CaSO_4), галит или каменная соль (NaCl), глауберит ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$), мирабилит ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$), тенардит (Na_2SO_4), астраханит ($\text{Na}_2\text{Mg}[\text{SO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) [13].

По преобладающему составу соляных минералов различаются галит-глауберитовые, преимущественно галитовые, гипсо-глауберитовые, спорадически засоленные гипсоносные и рассеянно-засоленные гипсоносные типы отложений [14].

На территории Северо-Восточного Тянь-Шаня выявлено около 20 соленосных месторождений, из которых наиболее крупными и перспективными являются Кочкорское, Кичик-Куль (Арал), Кетмень-Тюбинское, Тунак-Туз, Ала-Буга-Нарынское, Джельды-Суу [15–19].

Месторождение Кочкорское расположено на южной половине одноименной впадины в бассейне р. Чон-Туз (см. рисунок). Соленосная толща сложена мергелистыми глинами зеленовато-серой окраски различных оттенков; в зоне поверхностного выветривания породы приобретают желтоватый оттенок. К этой же зоне приурочено и распространение мирабилита. В невыветрелых породах основным солевым минералом является глауберит, присутствующий в переменном количестве (от 10–15 до 80–90%). Местами встречаются залежи (с запасами до 160 тыс. т), состоящие почти целиком из глауберита, тенардита или каменной соли. Последняя залегающая в виде штокообразных пластов и пластообразных мощностью до 300 м. В долине р. Чон-Туз находится единственная в мире высокогорная (на высоте от 1,5 м до 7–10 м (в среднем – 2,5–3,0 м). Выше 2100 м над ур. м.) соляная пещера. Уникальный микроклимат и высокогорная спелеотерапия позволили организовать в ней лечение больных бронхиальной астмой и хроническим бронхитом.

Месторождение Кичик-Куль (Арал) находится в долине р. Кокомерен на территории



Местонахождения соляных месторождений:
1 – Кочкорское, 2 – Арал, 3 – Кетмень-Тюбе, 4 – Тунак-Туз,
5 – Джельды-Суу, 6 – Оргочер

Джумгалской впадины (см. рисунок). Оно представлено мощной гипсо-мирабилитовой корой выветривания. Среднее содержание сульфата натрия до 25%; примерно такое же количество сульфата натрия. Разведкой были вскрыты пласты чистого глауберита мощностью до 10 м с содержанием последнего до 90%. Кроме того, выявлена линза мощностью до 80 м. Запасы чистого сульфата натрия составляют около 16 млн. т. Для глауберитовых пород характерно низкое содержание NaCl (до 0,23%) и Mg (0,3–1,4%) [16].

Месторождение Кетмень-Тюбе расположено в одноименной впадине на правом берегу р. Нарын (см. рисунок). Здесь имеется свыше 30 сложенно-пластовых и пластообразных мощностью до 300 м. В долине р. Чон-Туз находится единственная в мире высокогорная (на высоте от 1,5 м до 7–10 м (в среднем – 2,5–3,0 м). Выходы соленосных отложений – песчаные глины и пласты солей, простираются в широтном направлении на 8 км при ширине до 3 км. Соляные породы месторождений имеют следующий состав: каменная соль – 70–94%, тенардит – от 1% до 2–3, гипс – 3–5, сульфат магния (астраханит)

– 0,1–0,3, нерастворимый остаток до 2,7%. Спектральным анализом в нижних прослойках установлено наличие солей лития, стронция, бора и др. Запасы солевого сырья исчисляются несколькими десятками миллионов тонн [15–18].

Район Кетмень-Тюбинской впадины обладает выгодными климатическими условиями для организации там бассейнового способа получения галита и тенардита, а также обезвоживания мирабилита естественным путем.

Месторождение Тунак-Туз находится в Тогуз-Тороузской впадине в 8 км от пос. Казарман. Соленосная толща обнажается на левом берегу р. Нарын на протяжении до 0,5 км. Здесь прослеживаются выходы семи пластов с содержанием галита до 99%; мощность пластов 4–5 м. Глауберитовая минерализация представлена очень слабо [15].

Месторождение Ала-Буга – Нарынский представлено чередующимися пластами гипсоносных глин, галит-глауберита, с включениями гипса, ангидрита и глинисто-карбонатными примесями; мощность около 500 м. Прослеживается оно вдоль юго-восточного склона хребта Ак-

Шийрак непрерывной полосой протяженностью свыше 40 км. Преобладающий минерал – глауберит, мощность отдельных пластов которого достигает 12 м [19].

Месторождение Джельды-Суу расположено в Чуйской впадине в 18 км к юго-востоку от города Кант в пределах Серафимовской площади (антиклинали). Соленосная толща (серафимовская свита) обнажается в долинах рек Джельды-Суу, Сарыагач, Норуз и вскрыта скважинами глубокого бурения. Она представлена зеленовато-серыми, реже желтовато-серыми и темно-бурыми глинами, в отдельных местах алевролитами с подчиненными прослоями фиолетово-серых и красновато-коричневатых глин с единичными прослоями песчаника. Мощность в обнажениях до 200 м, по скважинам от 992 до 2120 м. Значительные мощности серафимовской свиты объясняются проявлением здесь соляно-глинистого диапиризма [5, 6]. Глина сильно засоленная, в ней присутствуют линзы, пропластки и гнезда галита, глауберита и мирабилита. Содержание галита колеблется от 58 до 88%, глауберита в отдельных случаях – до 72%.

Среди ресурсов полезных ископаемых Кыргызстана галит-сульфатные накопления представляют определенный интерес для развития промышленно-экономического потенциала страны. Значительные запасы солей, богатое содержание в них хлорита натрия, сульфата натрия и кальция и благоприятные условия разработки и переработки делают освоение соляных месторождений экономически рентабельными и позволяют создать на их базе химическую отрасль. Большое значение могут иметь тенардит и мирабилит, применяемые в стекольном, содовом и красочном производстве, медицине. Каменная соль (галит) может использоваться для получения соляной кислоты, хлора, едкого натрия, перекиси натрия, в пищевой промышленности. Велико практическое значение гипса – строительная промышленность (при производстве вяжущих веществ, штукатурного и формовочного материала, красок, цемента), для получения серной кислоты, в медицине.

Литература

1. *Аргентов К.И.* Предварительный отчет о геологических исследованиях в Пржевальском уезде Семиреченской области // Горный жур. Кн. 1, т. 1, 1911.; Кн. 11–12. Т. 4, 1913; Кн. 6, 1914.
2. *Наливкин Д.В.* Очерк геологии Туркестана. Ташкент-Москва: Туркпечать, 1926. 184 с.

3. *Сикстель Т.А.* Растительные остатки из третичных отложений Киргизии. Ташкент, 1939. 15 с.
4. *Шульц С.С.* Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня. М.: Географгиз, 1948. Т. 3, 201 с.
5. *Шульц С.С.* Третичные отложения Северной Киргизии // Геология СССР. Киргизская ССР. М.: Госнауктехиздат, 1954. Т. XXV. С. 490–524.
6. Геология кайнозоя Чуйской впадины и её горного обрамления. Л.: Наука, 1976. 127 с.
7. Стратифицированные и интрузивные образования Киргизии. Фрунзе: Илим, 1982. 371 с.
8. *Турбин Л.И., Александрова Н.В., Конохов А.Т.* Палеоген и неоген Северо-Восточный Киргизии // Геология СССР. Киргизская ССР. М.: Недра, 1972, т. XXV. Кн. 1. С. 256–268.
9. *Турдукулов А.Т.* Фациальный анализ палеоген-неогеновых отложений Северной Киргизии // Северный Тянь-Шань в кайнозое. Фрунзе: Илим, 1979. С. 35–47.
10. *Фортуна А.Б.* Стратиграфия мезозойско-кайнозойских отложений малых впадин Северного Тянь-Шаня // Тянь-Шань в эпоху новейшего горообразования. Бишкек: Илим, 1994. С. 4–18.
11. *Григина О.М., Фортуна А.Б.* Палеогеография Северного Тянь-Шаня в кайнозое. Фрунзе: Илим, 1981. 194 с.
12. *Петросьянц М.А.* Возраст и условия накопления солоносных отложений Восточно-Чуйской впадины // Изв. АН СССР, сер. геологическая, № 6, 1966. С. 103–110.
13. *Бергман А.Г., Щербина В.Н.* Тяньшаньская третичная солоносная галитсульфатная провинция // ДАН СССР, т. 72, № 6, 1950. С. 198–200.
14. *Щербина В.Н.* Минералого-петрографические и генетические особенности третичных континентальных солоносных и гипсоносных отложений межгорных впадин Тянь-Шаня. Фрунзе: Илим, 1956. 18 с.
15. *Батырчаев И.Е.* Физико-химическое изучение соляных источников месторождения Кетмень-Тюбе и возможность их практического использования // Тр. молод. научн. работников АН Кирг. ССР. Фрунзе: Илим, 1958. С. 29–41.
16. *Батырчаев И.Е., Зиновьев А.А., Дружинин И.Г.* Некоторые физико-химические особенности соляных пород месторождения Арал и пути их переработки // Мат-лы конф., посвящ. 100-летию акад. Н.С. Курнакова. Фрунзе: Илим, 1963. С. 10–31.
17. *Димитрук Б.Е.* Результаты поисково-разведочных работ, проведенных в 1959–1960 гг.

- на Кетмень-Тюбинском месторождении каменной соли // Мат-лы науч. совещ., посвященного 100-летию акад. Н.С. Курнакова. Фрунзе: Илим, 1960. С. 14–15.
18. *Дружинин И.Г., Батырчаев И.Е.* Соляные отложения Кетмень-Тюбе и перспективы их исполь-

зования // Прикладная химия, 1961. Т. 34. № 11. С. 2370–2378.

19. *Дружинин И.Г., Кыдынов М.К., Ломтева С.А.* Физико-химическая характеристика соляного месторождения Ала-Буга-Нарын // Прикладная химия, 1963. Т. 36. № 11. С. 2408–2413.

УДК 550.34 (575.2) (04)

Расположение очагов и возможные ускорения колебаний грунта при сильных землетрясениях

К.Д. ДЖАНУЗАКОВ – канд. техн. наук,
А.Г. ФРОЛОВА – канд. физ.-мат. наук,
Ы. ШУКУРОВА – ст. науч. сотрудник,
Т.Н. ЯНКЕВИЧ – ст. науч. сотрудник

In the article maps-schemes of an arrangement of the strong earthquakes sources of Kyrgyzstan taking into account their values and spreading and possible accelerations of ground fluctuations during these earthquakes are considered.

При всей несомненности связи очагов землетрясений с тектоническими движениями конкретные критерии, указывающие на пространственное положение очагов сильных землетрясений, все еще остаются предметом поисков и исследований. Известно, что сейсмический очаг – это не точка, а объем, размеры которого и обуславливают величину землетрясений. В связи с этим очевидно, что карты сейсмичности, построенные в «натуральную» величину с изображением ориентации и размеров очагов землетрясений, достаточно адекватно отражают сеймотектоническую природу очагов, позволяют выявить их внутреннюю структуру и пространственное положение и во многих других отношениях несут гораздо больше физической информации по сравнению с «точечными» картами очагов землетрясений.

Определению размеров очагов сильных землетрясений посвящен ряд публикаций [1, 2, 3 и др.]. Для оценки размеров очагов землетрясений территории Кыргызстана и прилегающих к ней районов использовались полученные нами соотношения:

$$\lg L = M \lg(0.23M - 0.08) + 0.35$$

$$\lg W = 0.2M - 0.15 \text{ для } M \geq 5.5, \quad (1)$$

где L и W – оси эллипса, M – магнитуда землетрясения.

Условное соотношение большой и малой осей, принятых за основу эллипса, имеет вид:

$$\lg L/W = M \lg(0.1M + 0.46). \quad (2)$$

По соотношению (2) с ростом магнитуды эллипс вытягивается в длину, отражая в какой-то мере конфигурацию реальных сейсмических очагов.

Следует отметить, что нанесение на карту очагов более крупных землетрясений в виде эллипсов осложняется тем, что в каталогах обычно отсутствуют сведения об ориентации сейсмических очагов. Координаты геометрических центров излучения реальных очагов землетрясений, как правило, не совпадают с координатами их инструментальных гипоцентров. Инструментальные координаты гипоцентра указывают лишь на местоположение начала вспарывания сейсмического очага, а не на центр объема излучения им основной сейсмической энергии.

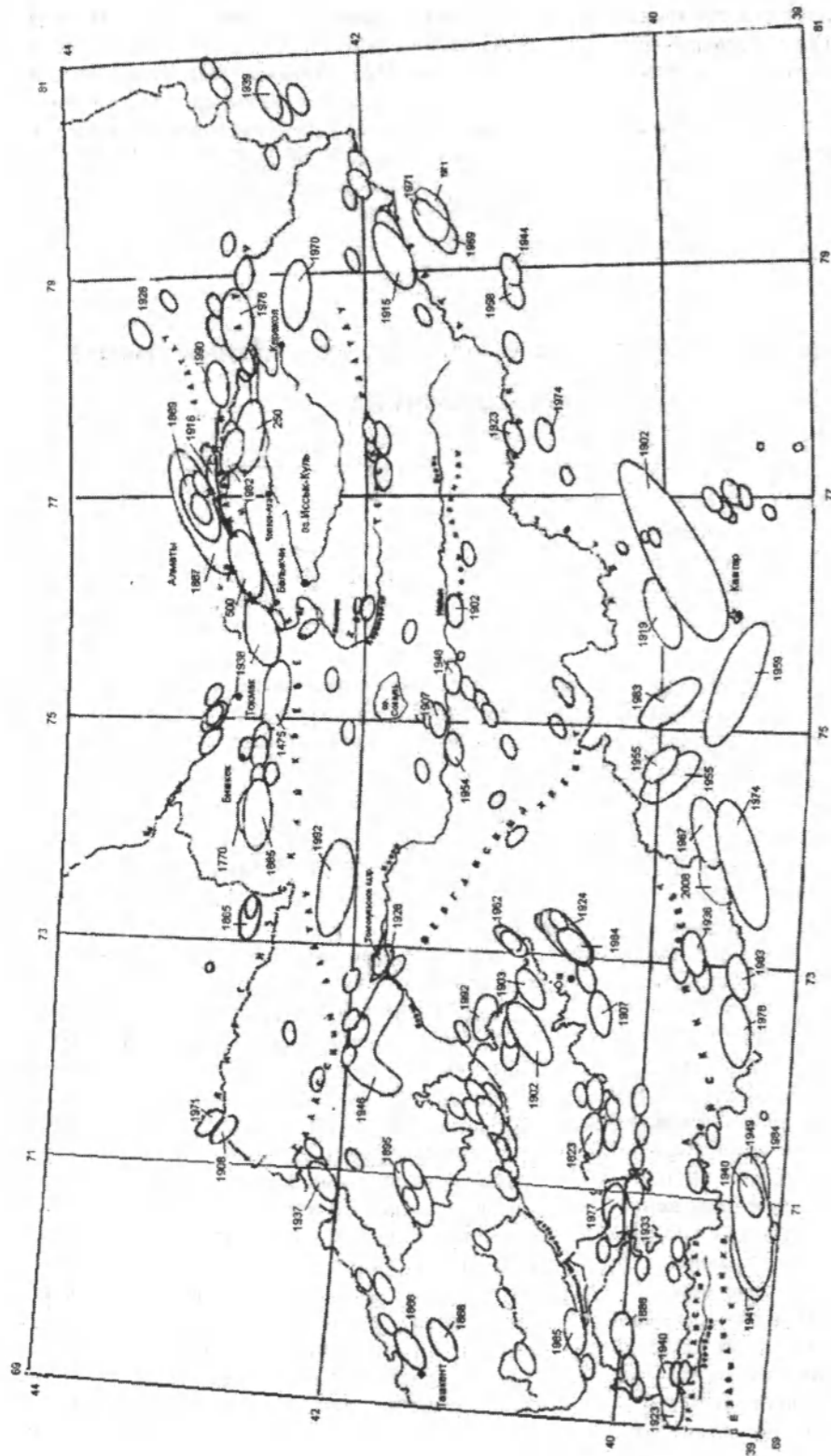


Рис. 1. Карта очагов сильных землетрясений Кыргызстана и прилегающих территорий с исторических времен по 2008 год.

Для территории республики построена карта очагов сильных землетрясений по изложенной выше легенде (рис.1). На ней очаги землетрясений различной магнитуды изображены в «натуральную» величину с определенной ориентацией и совмещены со схемой сеймоактивных зон и геологических блоков. Для построения ее использован каталог сильных землетрясений с древнейших времен.

Карта в принятой легенде выгодно отличается от традиционных точечных тем, что она отражает роль и место объемных очагов землетрясений разной величины в различных сеймоактивных блоках. Анализ карты, прежде всего, приводит к двум подтверждающим идеи Уломова заключениям о положении наиболее сильных землетрясений ($M \geq 6$): во-первых, сильные землетрясения связаны с наиболее крупными блоками, во-вторых, они приурочены к долгоживущим активным разломам. Так, например, сильнейшие катастрофы Чуйской впадины, ее горного обрамления и Принссыкулья – Беловодское 1885 г., Кеминно-Чуйское 1938, Кеминское 1911 г. и Верненское 1887 г. подчиняются этим закономерностям. Что же касается меньших энергетических классов, то они приурочены к меньшим по размеру сеймоактивным блокам и разломам.

Очаги землетрясений с магнитудой $M \leq 6.5$, когда их размеры близки к точечному эпицентру, действительно, как утверждает Уломов [2], почти во всех случаях располагаются на многочисленных участках пересечения разломов и резких их изгибах. Что касается крупных землетрясений с магнитудой $M \geq 7$ с большой протяженностью – 100 км или более (таких, как Беловодское 1885, Верненское 1887, Кеминское 1911, Суусамырское 1992 и т.д.), то их невозможно привязать к узлам пересечения разломов и даже к их резким изгибам. Очаги этих крупных землетрясений территориально связаны непосредственно с соответствующими им по величине сеймоактивными блоками, способными генерировать в каждом из своих четырех дислокационных бортов землетрясения соответствующей максимальной магнитуды.

На основе расположения очагов землетрясений с учетом их размеров и простирания получена карта-схема распределения пиковых ускорений грунта. Такая карта дает представление о том, какие максимальные ускорения могли ощущаться на территории Кыргызстана при произошедших сильных землетрясениях. Использование при построении карты размеров и особенностей рас-

положения очагов в пространстве (в нашем случае имеются в виду их проекции на поверхность) позволило в какой-то мере учесть особенности затухания сейсмических волн в зависимости от простирания геологических структур. Экспериментально установлено, что сейсмические волны затухают сильнее при пересечении основных геологических структур, чем при распространении вдоль последних. Этот очевидный факт подтверждают эллипсоидные и более сложные формы изосейст сильных землетрясений. Расчет ускорений проводился на основе закона затухания ускорений колебаний грунта, полученного для территории Южного Китая со сходными с нашими сеймотектоническими условиями [4].

Это закон имеет вид:

$$\lg A = 0.437 + 0.454 M_s - 0.739 \lg R - 0.00279 R, \quad (3)$$

где A – ускорение в cm/s^2 , R – кратчайшее расстояние до гипоцентра, M_s – магнитуда землетрясения.

Для анализа соответствия закона затухания нашим данным был использован параметр A_p/A_n , представляющий собой отношение расчетной амплитуды (согласно этому закону) и наблюдаемой амплитуды. Для каждого землетрясения был определен параметр A_p/A_n (рис. 2).

Четкой зависимости отношений A_p/A_n от магнитуды не наблюдается: облако точек почти равномерно рассеивается вокруг единицы во всем диапазоне магнитуд. Анализ зависимости A_p/A_n от R показывает, что на расстояниях $R > 450$ км большая часть точек лежит ниже единицы. Это говорит о том, что закон затухания [4] в наших условиях применим для расстояний меньше 450 км.

По значениям $\lg(A_p/A_n)$ было построено интегральное распределение (рис. 3).

Медиана распределения близка к нулю, среднеквадратичное отклонение ± 0.4 . Вид распределения близок к логнормальному. Одна из причин разброса значений обусловлена влиянием грунтовых условий, которые мы не учитывали.

Методика построения карты распределения пиковых ускорений грунта заключалась в следующем. Карта расположения очагов сильных землетрясений, построенная в миллионном масштабе, разбивалась на ячейки с шагом 12 минут по широте и 12 минут по долготы. Для каждого узла ячейки оценивали величину ускорения, которое может быть вызвано каждым из землетрясений на основе закона затухания (3). Из всех значений ускорений для данной точки выбирали максимальное. Все вычисления велись в среде Mathcad.

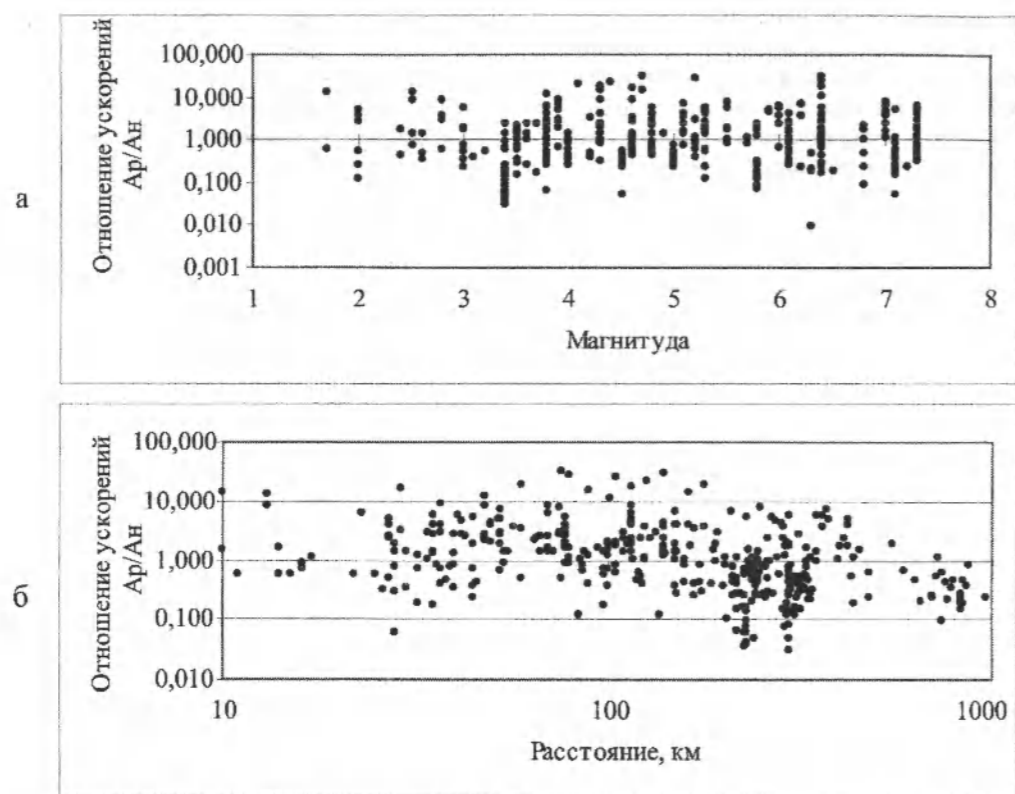


Рис. 2. График зависимости параметра A_p/A_n : а – от магнитуды, б – от гипоцентрального расстояния.

Карта в изолиниях ускорений колебаний грунта (в cm/s^2) представлена на рис. 4. Анализ ее показал, что максимальный уровень воздействий был обусловлен тремя сильнейшими землетрясениями прошлого: Чиликским 1889 г ($M=8.3$), Кеминским

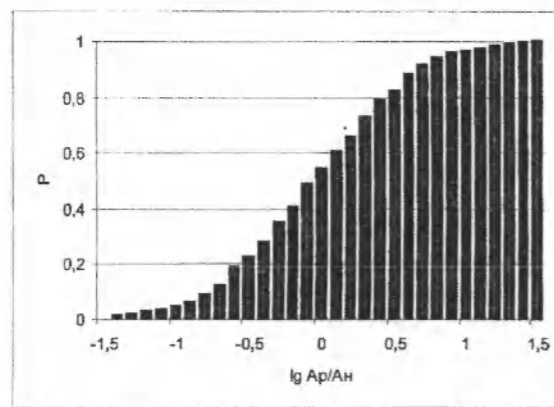


Рис. 3. Интегральное распределение значений $lg(A_p/A_n)$ согласно соотношению Ре85.

1911 г. ($M=8.2$) – на севере и Кашгарским ($M=8.2$) – на юге. Первые изолинии от очагов этих землетрясений могли иметь ускорения порядка 1.5 g. Второй уровень ускорений с первыми изолиниями 0.8 g наблюдался при Сары-Челекском 1946 ($M=7.5$) и 0.6 g при Хаитском 1949 ($M=7.4$), Маркансуйском 1974 г ($M=7.3$) и Суусамырском 1992 г. ($M=7.3$) землетрясениях.

По нашим данным, максимальные сотрясения с ускорениями порядка 1 g в г. Алматы наблюдались не от Верненского землетрясения 1887 г. с $M=7.3$, а от Кеминского и Чиликского. В Бишкеке максимальная интенсивность ускорений порядка 0.3 g могла наблюдаться от Беловодского землетрясения 1885 г. ($M=6.9$). В Ташкенте максимальные ускорения в 0.3 g могли быть от исторических землетрясений с $M=6.5-6.7$, в городах Ош и Нарын – порядка 0.2 g.

Следует отметить, что на карте приведены ориентировочные значения ускорений без учета локальных условий и для среднего по величине воздействия механизма очага – сдвига. В зависи-

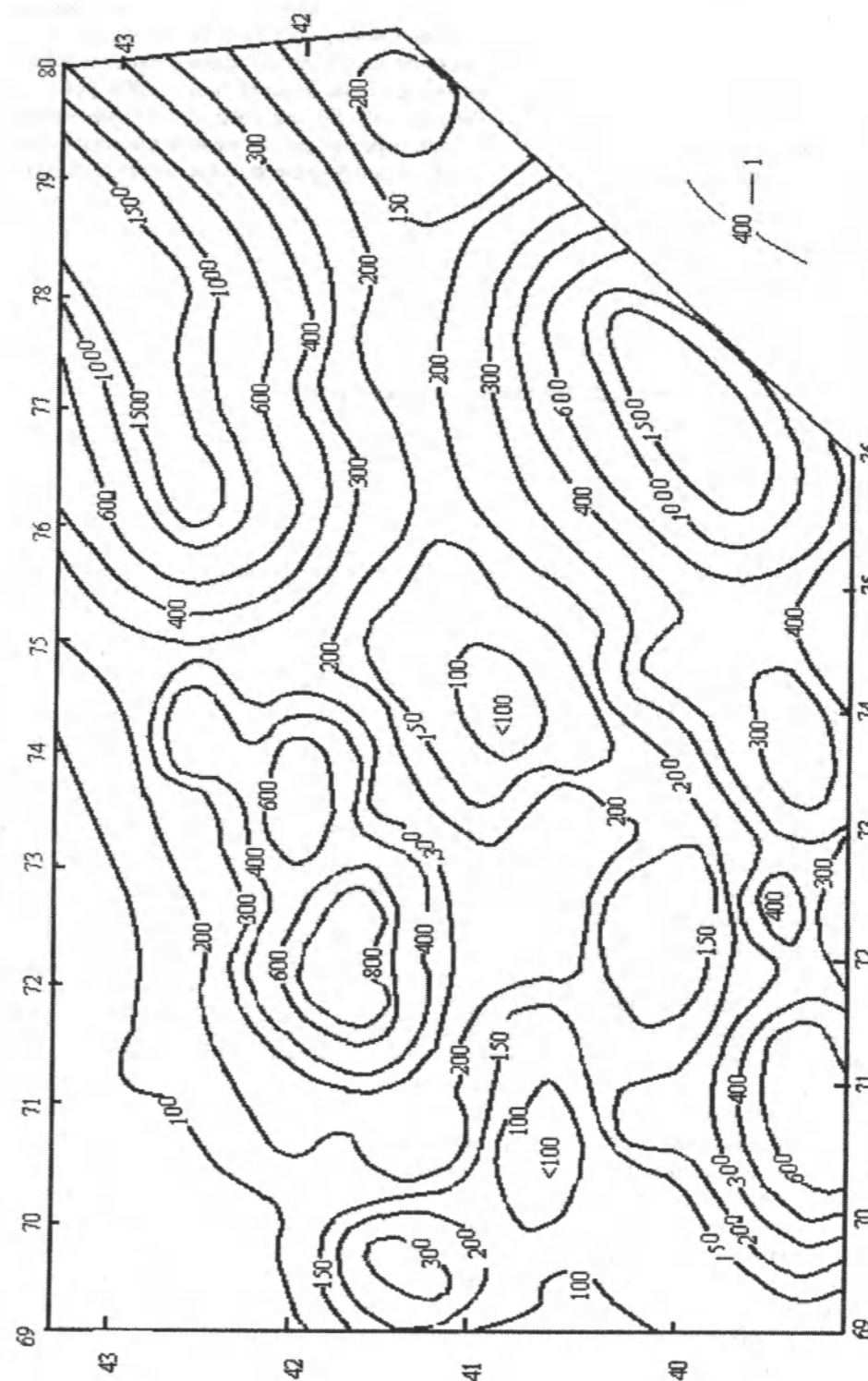


Рис. 4. Карта-схема возможных ускорений колебаний грунта при сильных землетрясениях ($M > 5$) прошлого
— изолинии ускорений грунта в cm/s^2 .

мости от механизмов очагов и местных условий приведенные на карте величины ускорений могли превышать или иметь меньшие значения.

Литература

1. *Шебалин Н.В.* Оценка размеров и положения очага Ташкентского землетрясения по макросейсмическим и инструментальным данным. Ташкент: Фан, 1971. С. 68–79.

2. *Уламов В.М.* Моделирование зон возникновения очагов землетрясений на основе решеточной регуляции // *Физика Земли*. 1998. №9. С. 20–38.
3. *Сыдыков А.С.* Сейсмический режим территории Казахстана. Алматы: Ылым, 2004, 268 с.
4. *Peng K.Z., Wu F.T. and Song L.*, 1985, Attenuation characteristics of peak horizontal accelerations in Northeast and Southwest China, *EESD* 13, P. 337–350.

УДК 551.24 (235.216.1) (575.2) (04)

Тектоническая схема развития Кассанского района

Е.А. ИВЛЕВА – научн. сотрудник

Geodynamic environments during forming of geological complexes in the Kassan area from Archean to Mesozoic periods have been determined by detailed geologic and petrologic studies of past years. The geologic complexes are belonged to various geodynamic types.

Кассанский рудный район, расположенный на южном склоне Чаткальского хребта вдоль р.Кассан, характеризуется развитием большого количества месторождений и рудопроявлений сурьмы, золота, олова, меди, полиметаллов и сложной историей геодинамического развития. В районе выделяются породы в широком возрастном диапазоне от архея(?) до четвертичного периода. Наиболее древней и крупной структурой в районе является одноименный докембрийский Кассанский метаморфический комплекс. Он имеет основное значение для понимания геологического развития не только Кассанского района, но и всего Среднего Тянь-Шаня в докембрии [1,3].

В основании разреза Кассанского метаморфического комплекса залегает шалдырская свита. Из имеющихся определений абсолютного возраста [2] и по положению в разрезе вытекает, что породы шалдырской свиты, возможно, первоначально формировались в условиях становления архейской (?) коры и, таким образом представляют собой фрагмент фундамента древнего континента. В настоящее время архейская кора изучена и описана во многих массивах мира, которые стабилизировались в конце архея [10], подразделяясь на два типа: гранит-зеленокаменный и высокоме-

таморфизованный [13]. Последний, как правило, представлен кварц-полевошпатовыми гнейсами, и лишь в небольших количествах в них встречаются осадочные и вулканогенные породы, которые впоследствии были метаморфизованы в условиях от амфиболитовой до гранулитовой фации. Такие образования широко распространены в восточной части Балтийского щита, в Алданском и Анабарском щите Сибирской платформы [7]. Шалдырская свита имеет более сложную историю развития, так как не стабилизировалась к концу архея, а продолжала испытывать интенсивные деформационные и метаморфические преобразования вплоть до конца рифея. Сложная сланцами, гнейсами, амфиболитами, образование которых происходило в условиях формирования древней континентальной коры (AR?), свита испытала сильную тектоническую деформацию, выразившуюся в образовании будинаж-структур, разлинзовании и перемешивании метабазитовых и метапелитовых пород. Впоследствии метаморфические преобразования амфиболитовой фации привели к образованию в ней гнейсов, гранатовых амфиболитов и эклогитоподобных пород, являющихся самыми высокометаморфизованными породами Кассанского комплекса.

Затем в протерозое (?) шалдырская свита с крупным стратиграфическим несогласием была перекрыта отложениями континентального шельфа терексайской свиты, сложенной мраморами с прослоями углеродистых кварцитов. Первичная природа пород терексайской свиты установлена довольно определенно. Кварциты, имеющие пластовую форму тел, содержат окатанный обломочный циркон и углеродистое вещество. Это указывает на то, что кварциты образовались за счет метаморфизма кварцевых песчаников, отлагавшихся в спокойной тектонической обстановке. Преобладающий состав свиты представлен кальцитовыми мраморами, содержащими не более 3–5% доломитовой примеси [11]. Отложение их, вероятно, происходило на относительно небольших глубинах в условиях шельфа. Свита содержит силлоподобные тела базитов, имеющие секущее взаимоотношение с вмещающими породами. Возможно, во время их внедрения земная кора находилась в состоянии тангенциального растяжения.

Шалдырская и терексайская свиты образуют палеоавтохтон (параавтохтон), на который шарьирован офиолитовый комплекс, представленный семизсайской свитой (PR). Хотя в настоящее время семизсайская свита большей частью сложена горизонтами амфиболитовых, габбро-амфиболитовых тел и слюдяных сланцев, переслаивающимися с мигматизированными породами, и только в виде реликтов в ней присутствуют относительно небольшие тела ультрабазитов, первоначальный состав семизсайской свиты по набору пород соответствовал офиолитовой ассоциации: ультрабазиты, габброиды и сланцевые породы. В местах наилучшей сохранности (правый борт долины реки Чалкыдысай) в габброидах наблюдается первичная полосчатость, кумулятивная текстура. Встречаются места (правый борт р.Кассансай, гребень к западу от ручья Кара-Топурак), где перидотиты ритмично переслаиваются с пироксенитами и габброидами. Характер распределения редкоземельных элементов и малых элементов [3] в семизсайской свите, свидетельствует о том, что она является частью офиолитового комплекса, слагавшего древнюю океаническую литосферу.

На глубоко эродированной поверхности нижнего аллохтона в Чаткальском хребте залегает терригенная толща (иштанбердинская свита), которая представляет собой неоавтохтон. Продукты разрушения пород семизсайской и частично терексайской свит можно встретить в базальных конгломератах иштанбердинской свиты. Отложе-

ние осадков иштанбердинской свиты происходило в эпиконтинентальных прогибах, и первоначально Иштанбердинская свита была сложена ритмично-слоистыми флишоидными песчано-глинистыми отложениями.

Позже в условиях коллизии континентов все образования Кассанского комплекса подверглись влиянию зонального метаморфизма андалузит-силлиманитового и кианит-силлиманитового типа, который наиболее отчетливо проявился в осадочных толщах иштанбердинской свиты с образованием ставролитовых, кианитовых, андалузитовых, гранатовых и биотитовых сланцев. В меньшей степени зональный метаморфизм затронул породы семизсайской свиты, породы которой в это время в низкотемпературных зонах испытали ретроградные изменения с образованием зеленых сланцев. В виде реликтов в них сохранились отдельные блоки гранитных пород, мигматитов и амфиболитов. Метаморфизм, вероятно, протекал в условиях эпиконтинентального орогенеза, в районах близких к зонам столкновения континентов (примерно в обстановке аналогичной современному Тянь-Шаню). Хотя нет точных данных о времени проявления этого этапа метаморфизма, но возможно, что дата 540 млн. лет, полученная калий-аргоновым методом по диафоритам семизсайской свиты, как-то отвечает возрасту метаморфизма иштанбердинской свиты.

Геодинамическая история формирования Кассанского района в фанерозое была не менее сложной и в ней можно выделить несколько основных этапов.

Наиболее древними палеозойскими породами, сохранившимися в районе до нашего времени, являются терригенные толщи среднего ордовика, относимые к отложениям пассивной континентальной окраины [5] палео-Азиатского океана. Ордовикские толщи несогласно перекрываются породами нижнего девона, а с подстилающими толщами всюду имеют тектонический контакт. По литологическому составу породы достаточно однородны и представлены переслаивающимися пачками гравелитов, конгломератов, песчаников, алевролитов, с редко встречающимися прослоями маломощных известняков. Вверху разреза преобладают мелкообломочные породы. В песчаниках и алевролитах были обнаружены многочисленные остатки гастропод, брахиопод, трилобитов, наутилоидей, пелеципод, криноидей, характерные для ордовика. Причем, аналогичная фауна встречается в ордовикских породах развитых на западном окончании хребта Джетым-Тоо. Это сви-



Геодинамическая карта Кассанского района

Легенда к геодинамической карте Кассанского района

Внутриплитные обстановки и пассивные континентальные окраины	Дивергентные границы плит	Конвергентные границы плит	
		Зоны субдукции	Коллизионные зоны
Архейский этап			
Пассивные континентальные окраины [---] Метаморфизованные породы континентального(?) основания (AR?)			
Протерозой-рифейский этап			
Пассивные континентальные окраины [---] Шельфовые осадки. Мрамор. (PR) Внутриплитная обстановка [---] Метаморфизованные осадки континентальной рифтовой зоны (R?)	Океанические рифтовые зоны [---] Метаморфизованные офиолитовый комплекс и океанические осадки (PR)	* * Диориты и гнейсодиориты (R ₁) [---] Граниты и гранодиориты Бешторского комплекса (R ₂)	
Палеозой-мезозойский этап			
Пассивная континентальная окраина [---] Флишодные толщи континентального склона (O ₁) [---] Терригенно-красноцветные (континентальные) отложения (D _{2,3}) [---] Мелководные терригенно-карбонатные шельфовые отложения (D _{2,3}) [---] Карбонатные и кремнисто-карбонатные шельфовые отложения (D ₁ -C ₁)		Островодужные системы [---] Известково-щелочные вулканиты (S ₁) [---] Флишодные отложения в задуговом бассейне (S) [---] Диориты и гранодиориты Алабунского (Зексайского) интрузивного комплекса (S ₂) - энсалическая островная дуга [---] Моассы (S ₂)	
		Активные континентальные окраины андийского типа [---] Терригенно-вулканогенные отложения и (D _{1,2}) [---] Саңдалаш-Чаткальский среднекарбонный диорит-гранодиоритовый интрузивный комплекс (C ₂) [---] Кумбельский и кызылторский верхнекарбонный гранит-адамелит-гранодиоритовый интрузивный комплексы (C ₂)	
Внутриплитная обстановка [---] Постколлизийные щелочные (кварцевые сиениты) интрузии Арашанского комплекса I стадии (P ₂ -T ₁) [---] Постколлизийные аляскитоидные гранитоидные интрузии Арашанского комплекса II стадии (P ₂ -T ₁) [---] Вулканогенные отложения и субвулканы (T ₁)		Активные континентальные окраины калифорнийского типа [---] Вулканиты (P ₁) [---] Гранодиориты Чалмансайского интрузивного комплекса (P _{1,2}) [---] Морские и континентальные терригенные (моассовые) отложения (P ₁)	[---] Вулканогенные отложения (P ₂) [---] Континентальные терригенные (моассовые) отложения (P ₂)
Кайнозойский этап			
			[---] Континентальная моасса (KZ)

детельствует о том, что был единый морской бассейн, а пассивная континентальная окраина протягивалась от Сарыджазского района до Чаткала.

После долгого тектонического покоя, в нижнем силуре наступила эпоха тектонической активизации. В это время, начиная с верхнего ордовика [12], палео-Азиатский океан замыкался, перерождаясь в систему островных дуг, с возникновением новых океанических бассейнов [8]. Одна из таких островодужных систем силурийского возраста была расположена в Кассанском районе. Породы этого возрастного периода представлены флишеидной толщей терригенных пород с маломощными прослоями известняков и покровами лав. Нижний контакт толщи всюду тектонический, а вверху она с угловым и азимутальным несогласием перекрывается отложениями верхнего силура и нижнего девона. Почти во всех выходах толща представляет собой частое переслаивание полимиктовых крупнозернистых песчаников, алевролитов, карбонатно-глинистых и филлитовидных сланцев. Редко наблюдаются прослои гравелитов и конгломератов. В осадочных породах найдены граптолиты, указывающие на лландоверийский возраст. Вулканические породы представлены покровами и туфами андезитовых порфиров, диабазами, спилитами известково-щелочной серии. Эти породы формировали раннесилурийскую энсиалическую дугу в Туркестанском палеоокеане, причем формирование флишеидных отложений нижнего силура происходило в задуговом бассейне. В островодужной обстановке сформировался также Зексайский диорит-тоналитовый массив, внедрившийся в породы семизсайской свиты докембрийского основания, о чем свидетельствует контактовый метаморфизм. По всей видимости, к тому времени породы семизсайской свиты слагали основание континентального склона Туркестанского палеоокеана.

Верхнесилурийские породы резко обособляются с азимутальным и угловым несогласием от нижнесилурийских пород. В подошве верхнего силура лежит пачка крупногалечных до валунно-галечных базальных конгломератов. Выше залегают гравелиты и среднегалечные конгломераты, чередующиеся с прослоями мелкозернистых полимиктовых песчаников с маломощными линзами известняков, содержащих фауну кораллов и криноидей. Формирование такого молассового комплекса характерно для зон коллизии.

Силурийские отложения в районе с крупным угловым несогласием перекрываются грубообломочными красноцветными отложениями с

вулканитами нижнего девона и эйфельского яруса среднего девона, представленными андезитами, дацитами, реже риолитами. Эти данные свидетельствуют о резком изменении геодинамического режима. Новый геодинамический этап характеризовался широким развитием процессов тектонического сжатия в условиях активного края континента. В это же время происходило надвигание блоков силурийских отложений на иштамбердинскую свиту. По-видимому, с этими процессами и связан зеленосланцевый метаморфизм силурийских толщ, а также диафорез зонально-метаморфизованных пород иштамбердинской свиты.

Вулканогенно-осадочные отложения нижнего-среднего девона формировались в обстановке активной континентальной окраины андийского типа. Вулканогенные породы представлены преимущественно андезитовыми, реже дацитовыми порфирами и их туфами и туфолавами известково-щелочного ряда. Эти породы сохранились преимущественно в опущенных по разломам небольших блоках северного крыла и в осевой части Главной Кассанской структуры.

Девонские породы живецко-фаменского яруса (D_{2-3}) являются характерными отложениями пассивной континентальной окраины. На этом этапе в шельфовой зоне формировались мелководные осадочные отложения, среди которых преобладали известняки, доломиты, мергели с редкими прослоями алевролитов и песчаников. Породы турнейского яруса (C_1), представленные отложениями доломитов и известняков, характеризуют продолжение спокойной тектонической обстановки, типичной для шельфовой зоны пассивной континентальной окраины.

Следующий этап, характеризующийся активизацией тектонической деятельности в районе, наблюдается с позднего карбона, для которого характерно наличие андезитовых, трахиандезитовых порфиритов, андезит-дацитовых порфиров, фельзит-порфиров их туфов, туфолав и игнимбригов. В это время район входил в состав активного края континента, и этот процесс продолжался вплоть до средней перми, когда произошло полное закрытие Туркестанского палеоокеана. Для этого этапа характерно внедрение многочисленных крупных интрузивных тел гранитов и гранодиоритов Сандаш-Чаткальского интрузивного комплекса (C_2), а в более позднее время (C_3) Кумбельского и Кызылторского гранит-адамелит-гранодиоритового интрузивного комплекса. Эти интрузии порождали мощный тепловой поток,

чье тепловое влияние отразилось и на породы докембрийского комплекса. В семизсайской свите имеется ряд дат абсолютного возраста (288–340 млн. лет), полученных по мусковиту и биотиту, которые соответствуют карбону, а большинство их отвечает среднему карбону.

В ранней перми стали происходить глубокие расколы земной коры, что привело к внедрению многочисленных даек диорит и гранодиорит-порфир Чалмансайского комплекса, а также к формированию грабенообразных структур, заполнявшихся обломочными и вулканогенными породами [4]. Так сформировались Большой и Малый Кассанский грабены. Вулканогенные породы представлены в основном трахи-андезитами и андезитами, их туфами и туфолавами, реже встречаются риолиты, фельзиты, кварцевые порфиры. Геодинамическая обстановка этого этапа характеризуется как активная континентальная (трансформная) окраина калифорнийского типа.

Со средней перми начались мощные коллизионные процессы столкновения Таримского и Кыргызско-Казахского микроконтинентов, двигавшихся навстречу друг другу [8, 9]. К этому времени приурочено образование вулканогенных пород синколлизийного рифтогенеза: лавы андезитов и трахиандезитов, их туфы, агломераты, туфолавы, лавы и туфы дацит-риолитового и трахитового состава. Осадочные породы представлены молассами, состоящими из переслаивания гравелитов, конгломератов и песчаников с примесью вулканогенного материала.

На завершающем этапе палеозойской геодинамической истории Кассанского района произошло внедрение Арашанского интрузивного комплекса гранитов и граносиенитов (P_2-T_1). По геодинамической интерпретации этот комплекс интрузий представляет собой постколлизийные внутриплитные массивы гранитов А-типа дискордантного характера. Граниты Туякского массива характеризуются резко повышенной кислотностью и щелочностью, появлением среди аксессуарных минералов танталита, колумбита, редкоземельных и урановых минералов. Вулканогенные отложения в нижнем триасе представлены фельзитами, риолитами и кварцевыми порфирами. Это была последняя магматическая деятельность, отмеченная в данном районе. Затем последовал длительный этап (около 200 млн. лет) спокойного тектонического развития, длившегося до начала олигоцена [12].

Таким образом, Кассанский район имеет многоэтапную геодинамическую историю, которая показана на рисунке.

Литература

1. Бакиров А.Б., Сакиев К.С., Ивлева Е.А., Укуде-ев Т.У. Типизация метаморфических комплексов Тянь-Шаня по геодинамическим условиям формирования и связанные с ними полезные ископаемые // Эволюция геологических процессов Тянь-Шаня. Ташкент: Университет, 1996. С.50–51.
2. Бакиров А.Б., Киселев В.В., Ивлева Е.А., Лукашова Е.М. О возрасте Кассанского метаморфического комплекса // Известия АН Республики Кыргызстан. 1996. № 1. С. 31–37.
3. Бакиров А.Б., Тагири М., Сакиев К.С., Ивлева Е.А. Нижний докембрий Тянь-Шаня и геодинамические условия его формирования // Геотектоника. 2003. №5. С. 27–40.
4. Гесь М.Д., Селиверстов К.В. Геодинамика, магматическая и металлогеническая зональность окраины палеотетиса (Чаткальский регион Тянь-Шаня) // Геология рудных месторождений, 1995. Т. 37. №2. С. 132–141.
5. Войтович И.И., Гесь М.Д., Мезгин И.А., Селиверстов И.И., Пак Н.Т. Положение золоторудного оруденения в схеме металлогении Чаткальского золото-полиметалльного рудного района // Геология золоторудных месторождений Кыргызстана. Бишкек: Илим, 2006.
6. Добрецов Н.Л. Глобальные петрологические процессы. М.: Недра, 1981. 236 с.
7. Добрецов Н.Л. Проблемы соотношения тектоники и метаморфизма // Петрология. 1995. Т. 3. № 1, С. 4–23.
8. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Моралев В.М. Глобальная тектоника, магматизм и металлогения. М.: Недра, 1976.
9. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натанов Л.М. Фанерозойские палинспастические реконструкции территории СССР // Геотектоника. 1987. №6. С. 3–19.
10. Миясиро А., Аки К., Шенгер А. Орогенез. М.: Мир, 1985. 286 с.
11. Шванов В.Н., Медведева Л.К., Клишев В.Л., Талашманов Ю.А., Соловьев Б.С. Основные черты геологии Кассанского метаморфического комплекса Чаткальского хребта // Сов. геология. 1988. № 4. С. 85–96.
12. Хаши В.Е. Тектоника континентов и океанов. – М.: Научный мир, 2001. 606с.
13. Windley B.F. Evolution continents. NY.: Wiley, Sons Ink, 1998. 526 p.

УДК 550.83 (551.24) (575.2) (02)

Отличительные особенности аномального магнитного (ΔT) и гравитационного (Δg) полей в отдельных сейсмогенерирующих блоках Восточной части Кыргызского Тянь-Шаня

В.Н. ПОГРЕБНОЙ – канд. физ.- мат. наук,
В.В. ГРЕБЕННИКОВА – научн. сотрудник

In article distribution of an abnormal magnetic field (ΔT) and gravitational (Δg) and East part of Kyrgyz Tien-Shan (750–800) is considered. It is shown that there are distinctive peculiarities of this field in separate active seismogenerating blocks. Comparison with seismicity was made. Criteria for contouring of the propable strong earthquakes most hazardous seismic zones on geophysical data are defined. The relief of surface Moxo for investigated area is specified.

Рассмотрено распределение аномального магнитного (ΔT) и гравитационного (Δg) полей с учетом их отличительных особенностей в отдельных активных сейсмогенерирующих блоках Восточной части Кыргызского Тянь-Шаня (75°–80°E), которые могут быть использованы для более достоверного выделения зон возможных очагов сильных землетрясений (ВОЗ).

С этой целью для района исследования ($\varphi=39^{\circ}-43^{\circ}N$, $\lambda=75^{\circ}-80^{\circ}E$) были составлены карта-схема аномального магнитного поля (ΔT) и на основе схематической карты аномального магнитного поля СССР (листы К-43 и К-44) (ΔT) а масштаба 1:1 000 000 [1] (рис. 1) и карта-схема аномального гравитационного поля (Δg) в редукции Буге по данным наземной [2] и космической съемок [3] (рис. 2). Отметим, что на карты-схемы вынесены активные сейсмогенерирующие блоки с соответствующими номерами и обрамляющие их глубинные разломы согласно работе [4], а их нумерация и наименования представлены в таблице. Кроме того, на карты-схемы вынесены эпицентры землетрясений с $M \geq 5$, произошедшие на данной территории с древнейших времен.

Как видно из карты-схемы аномального магнитного поля (см. рис. 1), аномальное магнитное

поле сложное – по своему характеру. В целом оно слабое, с интенсивностью от -100 нТл до $+100$ нТл, на фоне которого четко выделяются также незначительные по величине локальные магнитные аномалии обоих знаков от -300 нТл до $+1000$ нТл.

Активные сейсмогенерирующие блоки на территории Восточной части Кыргызского Тянь-Шаня (75°–80°в.д.)

На карте-схеме (ΔT) а особо отличается Иссyk-Кульская впадина. Выделенные здесь сейсмогенерирующие блоки, а именно: Восточный Иссyk-Куль (№11), Западный Иссyk-Куль (№10), Кызылчоку (№13), а также южные части блоков Западный Кунгейтоо (№8), Восточный Кунгейтоо (№6) характеризуются слабо варьирующим магнитным полем обоих знаков интенсивностью от -100 нТл до $+100$ нТл, с редко встречающимися локальными, положительными магнитными аномалиями интенсивностью до $+200$ нТл.

Обрамляющие Иссyk-Кульскую впадину сейсмогенерирующие блоки, а именно: с запада – Восточный Кыргызтоо (№9); с севера – Или (№1), Киндиктас (№2), Заилитоо (№3), Западный Кетмень (№4), северные части Западного Кунгейтоо (№8), Восточного Кунгейтоо (№6); с юга – Западный Терскей (№15), Восточный Терскей (№12),

Активные сейсмогенерирующие блоки на территории Восточной части Кыргызского Тянь-Шаня (75°–80°в.д.)

№ блока	Блок	№ блока	Блок	№ блока	Блока
1	Или	13	Кызылчоку	25	Вост. Кокшаал
2	Киндиктас	14	Жумгалтоо	26	Атбаши
3	Заилитоо	15	Зап. Терскей	27	Зап. Кокшаал
4	Зап. Кетмень	16	Акшийрак-Сарыджаз	28	Каратегетау
5	Юж. Кетмень	17	Иныльчек	29	Гумбез
6	Вост. Кунгейтоо	18	Каракагты	30	Курукуджум
7	Текеc	19	Сонкель	31	Кашгар
8	Зап. Кунгейтоо	20	Джетимбель	32	Кектун
9	Вост. Кыргызтоо	21	Молдоттоо	33	Тограккум
10	Зап. Иссyk-Куль	22	Нура-Жетимтоо	34	Янгисарай
11	Вост. Иссyk-Куль	23	Нарынтоо	35	Карагоман
12	Вост. Терскей	24	Жангарт		

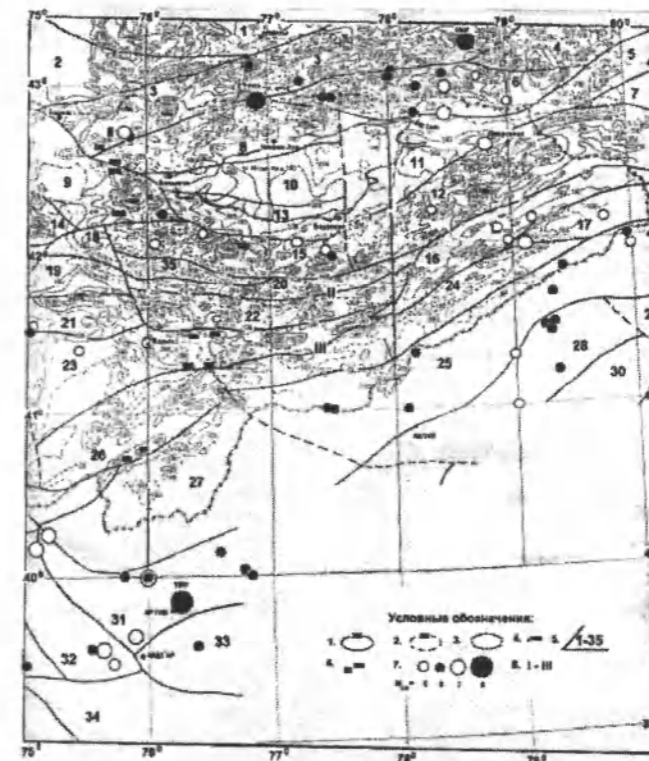


Рис. 1. Карта-схема аномального магнитного поля (ΔT) масштаба 1:1 000 000 Восточной части Кыргызского Тянь-Шаня (по данным Госгеолагентства КР [1]).
Условные обозначения: 1 – положительные изодинамы поля (ΔT) в нТл (проведены через 100 нТл); 2 – отрицательные изодинамы поля (ΔT) в нТл; 3 – нулевые изодинамы поля (ΔT); 4 – точки экстремумов (ΔT) в нТл; 5 – номера сейсмогенерирующих блоков (нумерация и названия блоков в таблице); 6 – расположение кайнозойских вулканитов (покровы); 7 – эпицентры землетрясений, произошедших с древнейших времен по 2009 год $M_{LH} = 5$ (4.6–5.5), 6 (5.6–6.5), 7 (6.6–7.5), 8 (7.6–8.5); 8 – линии глубинных разломов (I – Предтерскейский, II – линия Николаева, III – Атбаши-Иныльчекский).

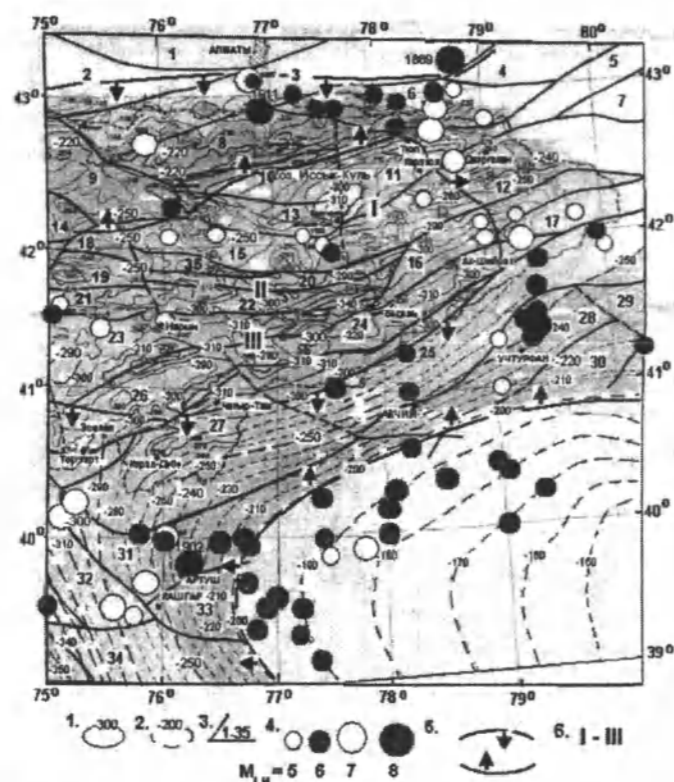


Рис. 2. Карта-схема аномального (Δg) гравитационного поля в редукции Буге масштаба 1:1 000 000 Восточной части Кыргызского Тянь-Шаня по данным наземной [2] и космической [3] съемок.

Карагоман (№35); с востока – Южный Кетмень (№5), резко отличаются от неё характером аномального магнитного поля. На площадях указанных выше блоков проявляются целые цепочки вытянутых вдоль основных структур магнитных аномалий обоих знаков, преимущественно положительных, интенсивностью +200–400 нТл.

Прилегающие с юга к блокам Западный Терской (№13) и Восточный Терской (№12) блоки Жумгалтоо (№14), Каракатты (№18), Джетимбель (№20), Нура-Жетимтор (№22), восточная часть блока Нарынтоо (№23) и Акшийрак-Сарыджаз (№16) характеризуются уже не цепочками, а отдельными изолированными друг от друга магнитными аномалиями обоих знаков от +300 нТл до –200 нТл. Южнее, в блоках Атбаши (№26), Жангарт (№24), Иньлык (№17) и Западный Кокшаал (№27) аномальное магнитное поле спокойное, в основном отрицательное, слабой интенсивности от –25 нТл до –100 нТл. Отметим, что в отдельных сейсмогенерирующих блоках: Заилитоо (№3), Восточный Кыргызтоо (№9), Восточный Терской (№12), за-

фиксированы магнитные аномалии с экстремальными значениями до +1000 нТл. Они имеют изометрическую форму и малые размеры до ~10 км в диаметре. По всей вероятности, они обусловлены телами типа вертикальных цилиндров, ограниченных на глубине. Другая по форме интенсивная (до +1000 нТл) магнитная аномалия приходится на линию Николаева, разделяющую блоки Сонкель (№19) и Молдоттоо (№21). Аномалия вытянута в широтном направлении на 50 км, четко трассируя глубинный разлом. Другие региональные разломы, например, Атбаши-Иньлыкский, Центрально-Терскойский, также четко трассируются цепочками магнитных аномалий обоих знаков, изодинамы которых вытянуты вдоль линии разломов.

Считаем, что перечисленные выше локальные положительные аномалии вызваны разобщенными интрузивными телами разных размеров и конфигураций (штоки, трещинные интрузии), представленные гранодиоритами, габбро-диоритами, контактово-метаморфизованными и гидротермальными магнетитсодержащими образования-

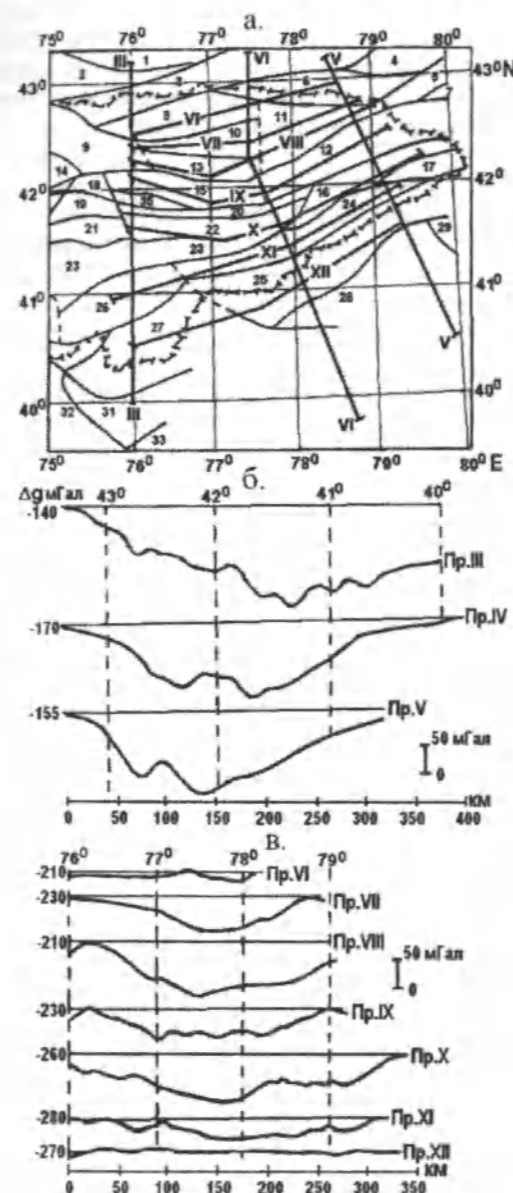


Рис. 3. Схема расположения интерпретационных профилей (а) и соответствующие им графики (Δg) вдоль субмеридиональных (б) и субширотных (в) профилей соответственно.

ми. Отрицательные аномалии вызваны либо наличием мощного комплекса осадочных немагнитных пород, либо влиянием нижней кромки намагниченных тел.

Анализ карты-схемы аномального гравитационного поля (Δg) показал, что в целом вся изу-

чаемая территория находится в глубоком гравитационном минимуме (рис. 2). Если северная часть (примыкает к Казахскому щиту) характеризуется изоаномалами с номиналом –140, –150 мГал, то в юго-восточном направлении гравитационное поле монотонно уменьшается, достигая минимальных значений до –340 мГал в Центральной части Тянь-Шаньского орогена (широта ~41°40′). Далее на юг гравитационное поле постепенно возрастает до –150 мГал на Таримской плите (широта ~39°30′). На этом общем фоне выявлен ряд локальных аномалий гравитационного поля, которые по форме либо изометрические, либо узкие, протяженные вдоль глубинных разломов. Первые, по-видимому, обусловлены наличием тел, состоящих из пород повышенной плотности, вторые – внедрением в нижнюю кору вдоль ослабленных и раздробленных зон глубинных разломов нагретого и разуплотненного вещества верхней мантии.

Кроме того, детальный анализ аномального гравитационного поля позволил уточнить рельеф поверхности Мохо на изучаемой территории.

Условные обозначения: 1 – изоаномалы (Δg) в мГал (проведены через 10 мГал) по данным наземной съемки; 2 – изоаномалы (Δg) в мГал (проведены через 10 мГал) по данным космической съемки; 3 – номера сейсмогенерирующих блоков (нумерация и названия блоков в таблице); 4 – эпицентры землетрясений, произошедших с древнейших времен по 2009 год $M_{LH} = 5$ (4.6–5.5), 6 (5.6–6.5), 7 (6.6–7.5), 8 (7.6–8.5); 5 – область наиболее опасных зон ВОЗ ($M_{LH} \geq 7$) по геофизическим данным; 6 – линии глубинных разломов (I – Предтерскойский, II – Линия Николаева, I II – Атбаши-Иньлыкский).

На рис. 3 приведены карта расположения интерпретационных профилей (а), а также графики (Δg) вдоль субмеридиональных (б) и субширотных (в) профилей соответственно. Из сопоставления графиков (Δg) видно, что аномальное гравитационное поле значительно изменяется не только в меридиональном, но и в широтном направлениях.

Из широтных Профилей VII–XI, которые начинаются на Профиле III (76° E) и заканчиваются на Профиле V (79° 20′ E), видно, что значения (Δg) по Профиле IV (77° 30′ E) всегда больше (следует заметить, что значения (Δg) везде на изучаемой территории имеют отрицательный знак) значений (Δg) по Профиле III (76° E) и Профиле V (79° 20′ E) в пределах от –20 мГал, до –70 мГал. В краевых же Профилях VI и XII значения (Δg)

а на всем их протяжении приблизительно одинаковые. Из этого следует, что глубина поверхности Мохо, которая контролируется характером изменчивости гравитационного поля, постепенно углубляется в центральных частях Тянь-Шаньского орогена не только в меридиональном, как предполагалось ранее [5], но и в субширотном направлении, образуя на площади, примерно ограниченной координатами $\varphi=41^{\circ}20'-41^{\circ}40'N$, $\lambda=76^{\circ}00'-79^{\circ}20'E$, тектонический прогиб типа обширной мульды, центр которой (на глубине ~ 68 км) приходится на долготу $77^{\circ}30'E$ и широту $41^{\circ}30'N$.

Сопоставление проявлений сейсмичности и выявленных по геофизическим полям особенностей геолого-тектонического строения изучаемого района позволило выделить критерии, которые можно использовать для выявления и оконтуривания зон ВОЗ (возможных очагов землетрясений) в Восточной части Кыргызского Тянь-Шаня.

Показано, что очаги сильных землетрясений приурочены, как правило, к высокоградиентным зонам геофизических полей (магнитного и гравитационного), характеризующих области резкого изменения либо физических свойств (первый критерий), либо структурного положения (второй

критерий) слагающих их пород. Указанные критерии были учтены при выявлении и оконтуривании наиболее опасных зон ВОЗ Восточной части Кыргызского Тянь-Шаня. Контуры этих зон показаны на карте-схеме (см. рис. 2).

Литература

1. Карта-схема аномального магнитного поля СССР (листы К-43 и К-44) (ΔT_a) масштаба 1:1 000 000 // *Материалы управления геологии Кыргызской ССР*, 1987 г.
2. Карта-схема аномального гравитационного поля (Δg) в редуции Буре масштаба 1:1 000 000 // Составлена по материалам Госгеолагентства КР.
3. NASA, Global detailed gravimetric geoid based upon 2 combination of the G.S.F.C. GEM 10 Earth model and 1x1 surface gravity data // *Greenbelt (Md), NASA-Goddard Space Flight Center*, 1977, №20771.
4. *Абдрахматов К.Е., Омуралиев М.О.* Карта-схема сейсмогенерирующих активных блоков на территории Кыргызстана и трансграничных районов соседних стран. Бишкек, 2007.
5. *Белявский А.А.* Земная кора в пределах территории СССР. – М.: Недра, 1974. 280 с.

УДК.: 622.831.32; 624.131.543 (575.2) (04)

Закон изменения времени прохождения поляризованных поперечных волн от напряжений в твердых средах

К. ТАЖИБАЕВ – докт. техн. наук, профессор

The law of change of time of polarized transverse waves passage from stresses in solid mediums is determined experimentally. The determined law is theoretically substantiated and experimentally confirmed by results of investigations of stresses in solid materials with different material constitution and structure.

В работе ряда авторов было показано [1], что разность скоростей ультразвуковых сдвиговых колебаний, поляризованных в двух главных плоскостях, линейно изменяется вплоть до предела текучести материала. В связи с этим можно счи-

тать, что такие измерения могут быть положены в основу метода определения напряжений.

При измерении одноосных напряжений установлено [2], что с увеличением растягивающих напряжений скорость волны, поляризованной

вдоль напряжений, уменьшается, а скорость волны, поляризованной поперек напряжений, увеличивается. При действии сжимающих напряжений эти зависимости имеют обратный характер. С увеличением сжатия увеличивается скорость волны, поляризованной вдоль напряжений, и уменьшается скорость волны, поляризованной поперек напряжений. Такой характер изменения скоростей поляризованных сдвиговых волн позволяет по разности этих скоростей судить о величине и знаке одноосных напряжений.

Закономерности распространения малых возмущений в средах с начальными напряжениями (деформациями) определяют основные соотношения для величин и знаков главных напряжений при одноосном и двuosном напряженных состояниях. Отсутствие единой методики определения констант упругости приводит к большому разбросу получаемых значений этих констант, которые входят в расчетные формулы определения остаточных напряжений, снижая точность результатов.

А.Н. Гузь, Ф.Г. Махорт, О.И. Гуша [2] отмечают, что ультразвуковой метод определения напряжений в твердых телах является методом широкого назначения. Они считают, что этим методом можно определять также начальные напряжения без разрушения, что недостижимо другими методами. По их мнению, ультразвуковой метод позволяет определить напряжения в твердых телах, если известны упругие постоянные второго и третьего порядков, а также если измерены скорости распространения волн в незагруженном и нагруженном состояниях тела.

О.И. Гуша [3] рассмотрел состояние и перспективы ультразвукового метода определения остаточных напряжений. Акустические соотношения для упругих волн в линейном приближении при трехосном начальном напряженном состоянии представлены следующими формулами:

$$\rho_0 c_{11}^0 = (\lambda + 2\mu) + \frac{1}{3k_0 \mu} [2(\lambda + \mu)\sigma_{11}^0 - \lambda(\sigma_{11}^0 + \sigma_{22}^0)] - (2b + c + \lambda + 2\mu) + 2(a + b) \frac{\sigma_{11}^0}{3k_0} + \sigma_{11}^0$$

$$\rho_0 c_{12}^0 = \mu + \left[\frac{2(\lambda + \mu)\sigma_{11}^0}{3k_0} - \frac{\lambda}{3k_0} (\sigma_{11}^0 + \sigma_{22}^0) \right] + \frac{c}{4\mu} \left[\frac{\lambda + 2\mu}{3k_0} (\sigma_{11}^0 + \sigma_{22}^0) - \frac{2\lambda}{3k_0} \sigma_{11}^0 \right] + b \frac{\sigma_{11}^0}{3k_0} + \sigma_{11}^0$$

$$\rho_0 c_{13}^0 = \mu + \left[\frac{2(\lambda + \mu)\sigma_{11}^0}{3k_0} - \frac{\lambda}{3k_0} (\sigma_{11}^0 + \sigma_{22}^0) \right] + \frac{c}{4\mu} \left[\frac{\lambda + 2\mu}{3k_0} (\sigma_{11}^0 - \sigma_{22}^0) - \frac{2\lambda}{3k_0} \sigma_{11}^0 \right] + b \frac{\sigma_{11}^0}{3k_0} + \sigma_{11}^0$$

где σ_{11}^0 , σ_{22}^0 , σ_{33}^0 – напряжения, действующие в соответствующих направлениях; λ и μ – постоянные Ляме; a , b , c – упругие постоянные третьего порядка; k_0 – модуль объемного сжатия.

Приведенные соотношения позволяют решить задачу в обратной постановке – по измеренным значениям скоростей распространения упру-

гих волн в твердом теле определить действующие в нем напряжения.

Пусть тело нагружено в двух взаимно-перпендикулярных направлениях ox_2 и ox_3 , а волна распространяется перпендикулярно плоскости действия главных напряжений в направлении ox_1 . Из приведенных выше соотношений следует, что для определения напряжений σ_{22}^0 , σ_{33}^0 при известных характеристиках материала – плотности и значениях упругих постоянных второго и третьего порядков – достаточно знать только скорости распространения сдвиговых ультразвуковых волн c_{12}^0 и c_{13}^0 :

$$\sigma_{22}^0 = \frac{c_{12}^0 - c_{10}}{c_{10}} \cdot \frac{A+B}{2} - \frac{c_{13}^0 - c_{10}}{c_{10}} \cdot \frac{A-B}{2}$$

$$\sigma_{33}^0 = \frac{c_{13}^0 - c_{10}}{c_{10}} \cdot \frac{A+B}{2} - \frac{c_{12}^0 - c_{10}}{c_{10}} \cdot \frac{A-B}{2}$$

где c_{10} – значение скорости сдвиговых волн в ненапряженном теле (в теле без остаточных напряжений);

A и B – коэффициенты пропорциональности в каждом варианте постановки линеаризованных задач выражаются по-разному, в случае второго варианта теории малых начальных деформаций могут быть выражены через упругие постоянные:

$$A = \frac{8\mu^2}{c}, \quad B = \frac{6k\mu}{2b - 2A - (\lambda - 2\mu) \frac{c}{4\mu}}$$

Ультразвуковой метод, как неразрушающий, обладает большими преимуществами при измерении напряжений. В условиях же определения остаточных напряжений получить значения начальной скорости волны, соответствующей незагруженному объекту (образцу без остаточных напряжений), прямым измерением не всегда возможно. Кроме того, на практике приходится измерять не скорость, а величину, пропорциональную скорости, например, время, которое определяется не только действующими напряжениями, но и длиной пути (толщины листа). Это начальное время (назовем его начальной скоростью в условных единицах) также может быть определено теоретически из приведенных выше акустических соотношений:

$$c_{10} = \frac{c_{12}^0 + c_{13}^0 - \chi c_{11}^0}{2 - \chi}$$

$$\text{где } \chi = \frac{(\lambda + 2\mu)[2b - 2\lambda - (\lambda - 2\mu) \frac{c}{4\mu}]}{2\mu(a + \nu) - \lambda(\lambda + 2\mu + 2\nu + c)}$$

Параметр χ определяет отношение скоростей сдвиговой и продольной волн в теле, свободном от напряжений.

Коэффициенты пропорциональности А и В и параметр χ определяются экспериментально при сжатии по диаметру двумя сосредоточенными силами сплошного диска из данного материала по соответствующим формулам. Измеренные в центре диска значения скоростей при ненагруженном и нагруженном дисках обеспечивают указанные коэффициенты.

По данному методу λ и μ – постоянные Ляме, коэффициент Пуассона, а также a , b , c – упругие постоянные третьего порядка определяются по значениям скоростей прохождения продольных и поперечных ультразвуковых волн в ненапряженном образце, т.е. в образце, не имеющем остаточных напряжений.

Для установления отсутствия остаточных напряжений необходимо применить другой метод, поскольку по указанному выше методу определить остаточные и действующие напряжения трудно.

К недостаткам способов определения остаточных напряжений путем образования новых поверхностей (методы разгрузки) относятся их невысокая точность из-за внесения изменений в величину существующих остаточных напряжений в зависимости от размеров и расположения вновь образованных поверхностей (надрезов, отверстий), ограниченность их применения из-за частичного разрушения конструкций и низкая информативность из-за измерений остаточных напряжений в локальных участках.

Недостатками указанных выше ультразвуковых методов и способов определения остаточных напряжений являются также их высокая трудоемкость и низкая точность, из-за выполнения работ по установлению большого количества трудно определяемых характеристик, предварительного проведения дополнительных исследований механических свойств на напряженных и на ненапряженных образцах материала.

Нами показано [4, 5], что по разности времени прохождения ортогональных поперечных поляризованных волн на плоских моделях можно определять направление (знак) и величину остаточных напряжений, что изменение указанной разности зависит от направления и величины остаточных напряжений в плоскости.

Для исследования закона изменения поляризованных поперечных волн от напряжений, в том числе остаточных, рассмотрим случай продольной и поперечной деформации образца горной

породы при одноосном сжатии и принимаем следующие постулаты [4]:

Распространение через твердые материалы, в том числе горные породы ультразвуковых волн (малых возмущений) необходимо рассматривать как мгновенные упругие знакопеременные микродеформации в микроструктурных элементах среды согласно структурной модели квазиизотропной горной породы [6];

Соотношения упругой продольной и поперечной деформации микроструктурных элементов при одноосном сжатии, в пределах упругости, подобны соотношениям времени распространения продольных и поперечных ультразвуковых волн.

Время прохождения поляризованной поперечной волны через напряженные участки существенно отличается от времени прохождения через ненапряженные участки при прочих равных условиях.

Известно, что для условия одноосного сжатия

$$\sigma = \varepsilon_{np} E = \frac{\Delta \ell}{\ell_0} E, \quad (1)$$

где ℓ_0 – первоначальный продольный размер; ℓ_1 – продольный размер после нагружения; $\Delta \ell = \ell_1 - \ell_0$ – абсолютная продольная деформация; σ – нормальное напряжение; E – модуль упругости; ε_{np} – относительная продольная деформация. Исходя из значения коэффициента Пуассона

$$\mu = \frac{\varepsilon_{non}}{\varepsilon_{np}} \text{ и из уравнения 1 можно записать}$$

$$\sigma = \frac{\varepsilon_{non}}{\mu} E, \quad (2)$$

где ε_{non} – относительная поперечная деформация. Экспериментально установлено, что $\frac{\varepsilon_{non}}{\varepsilon_{np}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{V_s}{V_p}$ или $\frac{\varepsilon_{non}}{\varepsilon_{np}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{T_p}{T_s}$, откуда

$$\varepsilon_{non} = \frac{1}{2} \varepsilon_{np} \frac{T_p}{T_s}, \quad (3)$$

где T_s, T_p – время прохождения поперечной и продольной волны через определенную базу соответственно.

Экспериментальными исследованиями, проведенными нами в плоских моделях (плоское напряженное состояние), установлено, что изме-

нение величины нормального остаточного напряжения по заданному направлению (ВС) пропорционально изменению величины

$$T_{\Delta S} = T_{BC} - T_{ВП}$$

где $T_{\Delta S}$ – разность времени прохождения поперечных поляризованных волн с параллельным и скрещенным (ортогональным) вектором поляризации;

$T_{BC}, T_{ВП}$ – время прохождения поляризованной поперечной волны со скрещенным и параллельным вектором поляризации соответственно через заданную базу твердого тела.

Точность определения напряжений может быть значительно повышена, если для расчета использовать не значения констант упругости, определяемые раздельно, а коэффициенты, представляющие собой сочетание этих констант и определяемые из эксперимента [2]. Исходя из этого и по аналогии уравнения 1, в соответствии с экспериментальными данными и постулатом 2 в первом приближении запишем:

$$\sigma = \frac{T_{\Delta S}}{T_{ВП}} K, \quad (4)$$

где K – волновой модуль напряжения материала (название модуля наше), имеющий размерность напряжения.

Подставляя значение ε_{non} из уравнения 3 в уравнение 2, получим

$$\sigma = \frac{\varepsilon_{np}}{2T_s \mu} T_p \cdot E. \quad (5)$$

Из уравнений 4 и 5 получим

$$\frac{T_{\Delta S}}{T_{ВП}} K = \frac{\varepsilon_{np}}{2T_s \mu} T_p \cdot E. \quad (6)$$

Подставляя значение $\varepsilon_{np} = \frac{\sigma}{E}$ в уравнение 6, получим

$$\frac{T_{\Delta S}}{T_{ВП}} K = \frac{\sigma}{2T_s \mu} T_p \text{ откуда}$$

$$\sigma = \frac{2T_{\Delta S} T_s}{T_{ВП} T_p} \mu K \text{ или}$$

$$\sigma = \frac{2(T_{BC} - T_{ВП}) T_s}{T_{ВП} T_p} \mu K \quad (7)$$

Значение K определяется из опытов прозвучивания при нагружениях образцов, так как данный модуль зависит от структуры и свойств материала. При прозвучивании с использованием поляризованных поперечных волн

$$T_s = \frac{T_{ВП} + T_{BC}}{2}. \quad (8)$$

Формула (7) применима для определения действующих и остаточных напряжений при плоском напряженном состоянии в однородных плоских телах. В реальных объемах твердых сред часто встречается двухосное и трехосное напряженное состояние. В таких двух или трехмерных случаях для определения действующих и остаточных напряжений в первую очередь необходимо определить время прохождения поперечной поляризованной волны (через заданную, изучаемую базу) для плоскостей или объема где нет остаточных напряжений (ненагруженное состояние), т.е. $-T_{SO}$, а затем с этим временем сравнивать время прохождения поперечной поляризованной волны через заданную базу в напряженных зонах, то есть разность времени прохождения поперечных поляризованных волн через изучаемую базу необходимо определять по формулам:

$$T_{\Delta SX} = T_{SX} - T_{SOX}; T_{\Delta SY} = T_{SY} - T_{SOY};$$

$$T_{\Delta SZ} = T_{SZ} - T_{SOZ},$$

где $T_{\Delta SX}, T_{\Delta SY}, T_{\Delta SZ}$ – разность времени прохождения поперечных поляризованных волн для направления **вектора поляризации** X, Y, Z соответственно; T_{SX}, T_{SY}, T_{SZ} – время прохождения поперечной поляризованной волны с векторами поляризации, направленными по X, Y, Z соответственно; $T_{SOX}, T_{SOY}, T_{SOZ}$ – время прохождения поперечной поляризованной волны с векторами поляризации, направленными по X, Y, Z при отсутствии напряжения (не нагруженное состояние).

Тогда исходя из формулы (7):

$$\sigma_x = \frac{2T_{\Delta SX} T_s}{T_{SX} T_p} \mu K; \sigma_y = \frac{2T_{\Delta SY} T_s}{T_{SY} T_p} \mu K;$$

$$\sigma_z = \frac{2T_{\Delta SZ} T_s}{T_{SZ} T_p} \mu K, \text{ или}$$

$$\sigma_x = \frac{2(T_{SX} - T_{SOX}) T_s}{T_{SX} T_p} \mu K;$$

$$\sigma_y = \frac{2(T_{SY} - T_{SOY}) T_s}{T_{SY} T_p} \mu K;$$

$$\sigma_z = \frac{2(T_{SZ} - T_{SOZ}) T_s}{T_{SZ} T_p} \mu K \quad (9)$$

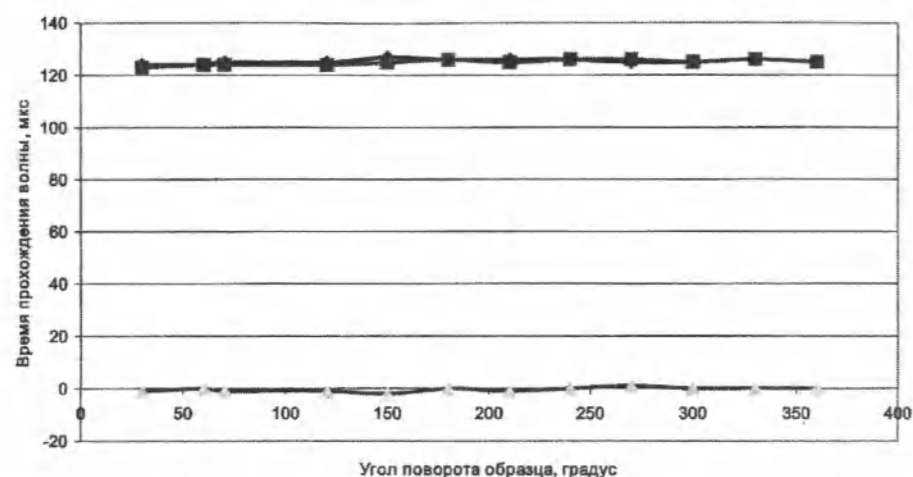


Рис. 1. Зависимости прохождения поляризованных поперечных волн (1-ВП; 2-BC) и их разности (3-Tсп) от угла поворота образца (ЭД-6 №5 без остаточных напряжений)

Следует отметить, что для определения нормального остаточного напряжения по направлению Z необходимо прозвучивать по направлению X или Y.

Одним из признаков отсутствия остаточных напряжений в однородных технических материалах и квазиоднородных горных породах являются равенства времени прохождения волн во взаимноперпендикулярных направлениях в разных участках, то есть $T_{BC} = T_{VP}$ и

$$T_{\Delta S} = 0 \text{ (см. рис. 1 и 2).}$$

В плоскостях, где имеются остаточные напряжения, указанная выше разность существенно изменяется в зависимости от напряжения (рис. 3-5).

При однородных по ортогональным направлениям напряжений, что весьма маловероятно, так же, как и при отсутствии остаточных напряжений, $T_{BC} = T_{VP}$ поэтому в таких случаях для нахождения действительного значения T_{SO} необходимо отыскать несколько разные и равные по ортогональным направлениям значения ($T_{BC} = T_{VP}$), например 3=3; 5=5; 2=2; 7=7; и среднее их значение $4,25 = (T_{BC} = T_{VP})_{CP}$ необходимо принимать как T_{SO} . При отсутствии нескольких равных значений ($T_{BC} = T_{VP}$) необходимо определить среднее значение T_{SX} или T_{SY} для заданных направлений и базы прозвучивания и данное среднее значение необходимо принимать как значение T_{SO} для данного направления. При отсутствии остаточных напряжений для определения действующих напряжений T_{SO} определяется экспериментально для ненагруженного состояния образца.

Прозвучивая по направлениям Z, Y, X, с помощью поляризованных поперечных волн можно определить по ортогональным к указанным направлениям нормальные напряжения $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ и главные нормальные напряжения по соответствующим плоскостям. После определения главных нормальных напряжений по трем взаимноортогональным направлениям можно определить касательные напряжения на взаимноортогональных поверхностях. Для определения касательных напряжений определяются главные нормальные напряжения для каждой взаимноортогональной поверхности путем поворота излучателя и приемника поляризованных поперечных волн акустоплярископа, и, измеряя время прохождения поляризованной поперечной волны через базу, определяемой характерным объемом изучаемой среды, то есть, измеряя T_{BC}, T_{VP} через каждый 1° или 10° от нуля до 360° для параллельного и скрещенного состояния преобразователей.

Например, после определения главных нормальных напряжений по результатам определения напряжений для различных направлений путем измерения ультразвуковых параметров через каждый 1° или 10° от нуля до 360° для параллельного и скрещенного состояния преобразователей, касательное напряжение определяется по формуле:

$$\tau_{xy} = (\sigma_1 - \sigma_2)/2 \cdot \sin 2\alpha, \quad (10)$$

где τ_{xy} – касательное напряжение на плоскости XY; σ_1, σ_2 – главные (максимальные и минимальные) нормальные напряжения; α – угол между направлением σ_1 и положительным направлением оси X,

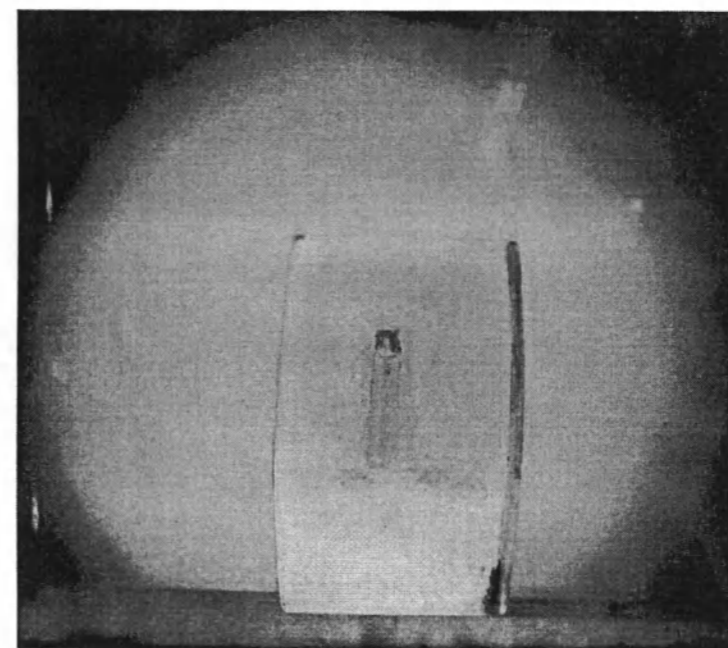


Рис. 2. Образец №5 (призма, ЭД-6) без остаточных напряжений после пластической деформации (бочкообразование).

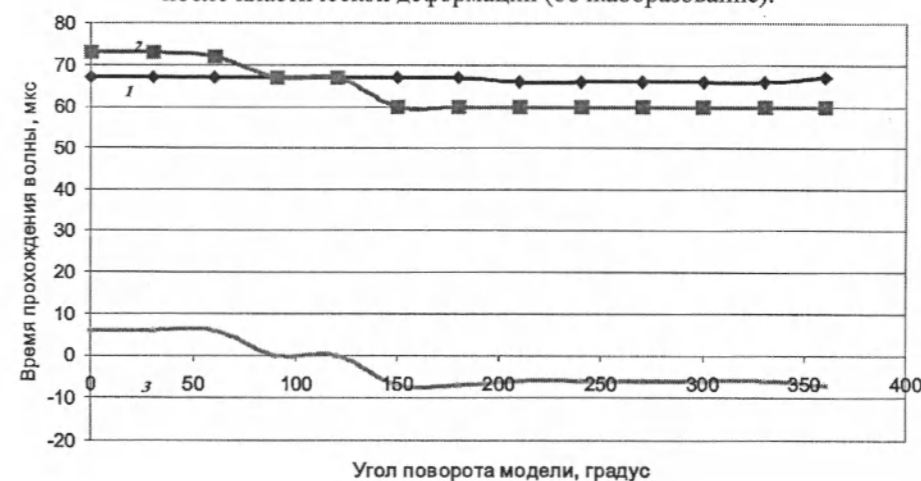


Рис.3. Зависимости времени прохождения поляризованных поперечных волн (1-ВП; 2-BC) и их разности(3-Tсп) от угла поворота модели(призма, ЭД-6, обр.9 с несимм. остаточн. напряж., высота 100мм, сторона АВ)

отсчитываемый против часовой стрелки. Положение главных нормальных напряжений определяется по круговой диаграмме после прозвучивания через каждый 1° или 10° от нуля до 360° для параллельного и скрещенного состояния преобразователей [8].

Таким образом, прозвучивая в трех взаимноортогональных направлениях, определяя время

прохождения продольной и поперечных поляризованных волн, можно определить все девять компонентов напряжений, то есть тензор напряжений для характерного объема среды. Последний определяется с учетом размеров составляющих структурных элементов и представительности объема. Следует отметить, что величины всех, определяе-



Рис. 4. Образец №9 с несимметричным – плоскополяризованным остаточным напряжением (параллельная к плоскости поляризации сторона – АВ).



Рис. 5. Образец №9 с несимметричным – плоскополяризованным остаточным напряжением (перпендикулярная к плоскости поляризации сторона – ВС).

мых данным методом и на основе установленного закона (9) напряжений представляют собой средние значения напряжения для средней линии заданной базы прозвучивания.

Для определения напряжений вначале определяют плотность материала. Время прохождения продольной и поперечной ультразвуковой волны определяют через заданную базу материала – T_p , T_r . По T_p и T_s определяют скорости прохождения продольной и поперечной ультразвуковой волны через заданную базу. По данным скоростей прохождения продольных и поперечных ультразвуковых волн определяют динамический модуль упругости E и коэффициент Пуассона μ по известным формулам [8, 9].

Напряжения, в том числе и остаточные можно определить по предложенной формуле (7) и (9).

Экспериментальными исследованиями напряжений при ступенчатом нагружении призматических образцов разных материалов одноосным сжатием и при измерении времени про-

хождения поперечных поляризованных волн в процессе нагружения установлено, что для ряда твердых материалов с разными вещественными составами и структурой волновой модуль напряжения K имеет следующие значения: для отвержденной эпоксидной смолы ЭД-6 $K=3,86 \cdot 10^3$ МПа; для стали 3 $K=15,9 \cdot 10^3$ МПа; для мрамора (Токтогул) $K=0,52 \cdot 10^3$ МПа; для гнейса (Иссык-Куль) $K=0,68 \cdot 10^3$ МПа.

Знак напряжений, в том числе остаточных (растягивающий – положительный, сжимающий – отрицательный, как это принято в классической механике) определяется в соответствии со знаком величины $T_{\Delta\sigma}$.

Сравнение результатов определения остаточных напряжений, полученных на основе установленной закономерности, и с применением общепризнанного метода фотоупругости показали достаточно хорошее соответствие данных, причем и для случаев изменения знака этих напряжений (см. таблицу).

Среднее нормальное напряжение по ультразвуковому методу, МПа	-11,2	14,1	13,3	-3,3	-2,5
Главное нормальное напряжение по методу фотоупругости, МПа	-10,0	13,0	10,0	-2,5	-2,3
Отклонения, %	10,7	7,8	24,8	24,0	8,0

Данные последней колонки относятся к образцу 1-06(II).

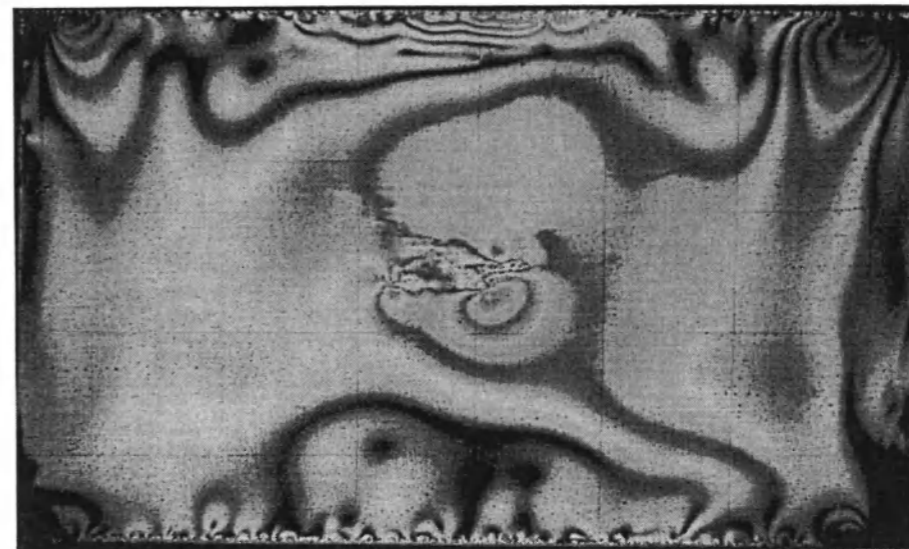


Рис. 6. Пластика с наведенными остаточными напряжениями в поляризованном свете (ЭД-6, мод. 2-08, после термической обработки).

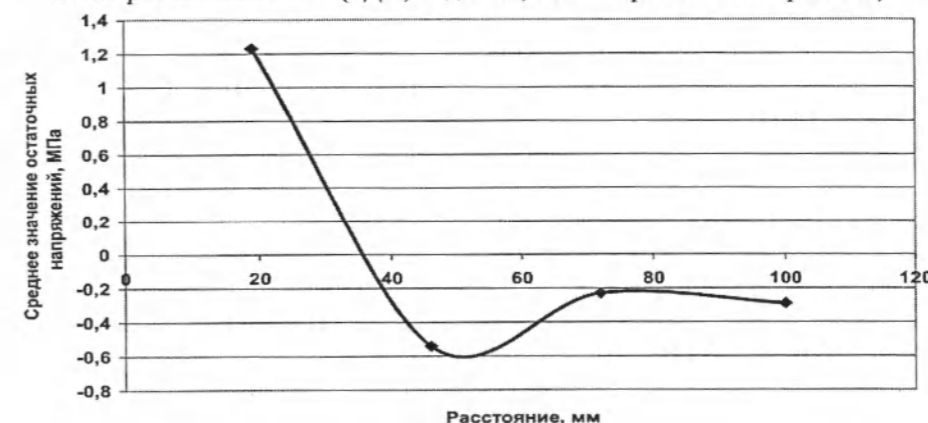


Рис. 7. Распределение остаточных напряжений поперек ширины модели (ЭД-6, м.2-08, без выработки, фотоупругость).

Данные сравнения величин остаточных напряжений, установленных различными методами в плоской модели 2-1 (ЭД-6) с наведенными остаточными напряжениями вдоль и поперек ширины и по модельному образцу 1-06 (II).

Применение предлагаемого метода, основанного на установленном законе обеспечит уменьшение трудоемкости определения и получения представительных средних значений действующих и остаточных напряжений для разных направлений и объемов твердого материала (рис. 6–9).

Повышение точности и информативности определения напряжений достигается за счет исключения местных изменений напряжений, вносимых при резке, бурении, облучении (рентген и др.) или других операциях, выполняемых известными способами, то есть за счет воздействия на представительный объем твердого материала, не нарушая его целостность в предлагаемом методе, основанном на установленном законе изменения разности времени прохождения поляризованных поперечных волн от напряжений.

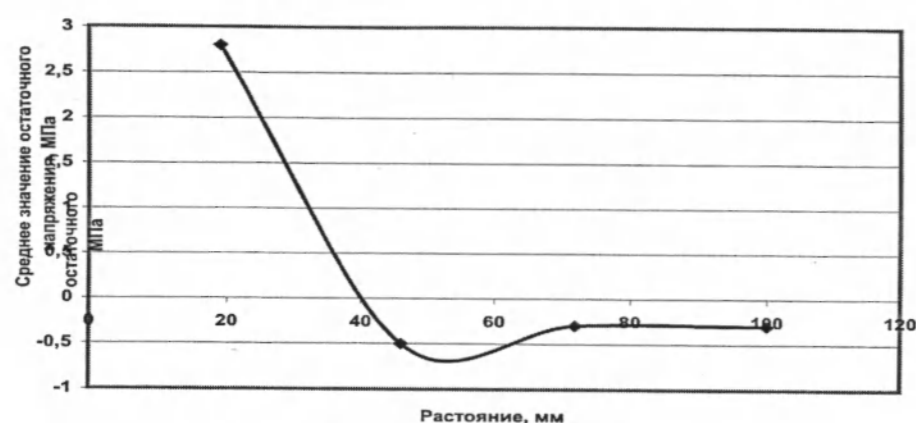


Рис. 8. Распределение остаточного напряжения поперек ширины модели (ЭД-6, м. 2-08, без выработки, ультразвук).

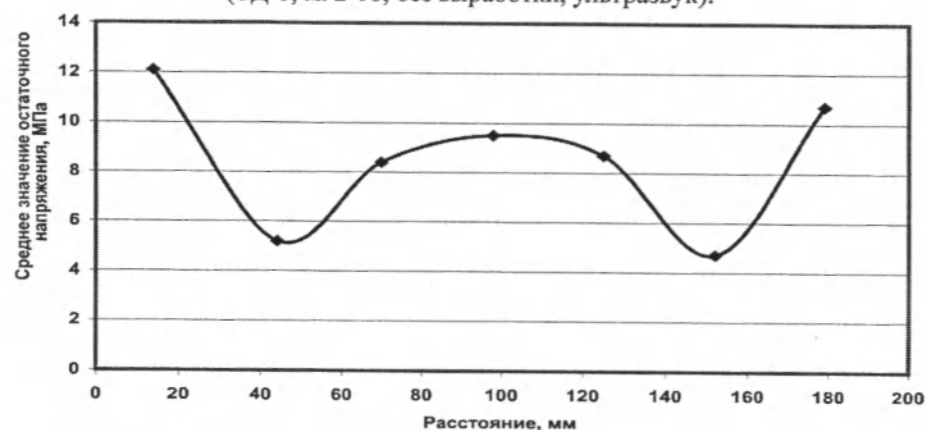


Рис. 9. Распределение остаточного напряжения вдоль ширины модели (ЭД-6, м. 2-08, без выработки, ультразвук).

Литература

1. Гузь А.Н., Махорт Ф.Г., Гуца О.И., Лебедев В.К. Основы ультразвукового неразрушающего метода определения напряжений в твердых телах. Киев: Наукова думка, 1974. 108 с.
2. Гузь А.Н., Махорт Ф.Г., Гуца О.И. Введение в акустоупругость. Киев: Наукова думка, 1977. 152 с.
3. Гуца О.И. Ультразвуковой метод определения остаточных напряжений. Состояния и перспективы // Экспер. методы исследований деформаций и напряжений. Киев, 1983. С. 77–81.
4. Тажибаяев К.Т. Метод определения остаточных напряжений и их тензора в твердых материалах // Вестник КРСУ. 2008. Т. 8. № 10. С. 66–70.
5. Тажибаяев К.Т., Акматалиева М.С., Тажибаяев Д.К. Результаты исследования остаточных напряже-

ний в твердых материалах поляризованными ультразвуковыми волнами // Вестник КРСУ. 2008. Т. 8. № 10. С. 71–80.

6. Тажибаяев К.Т. Деформация и разрушение горных пород. Фрунзе: Илим, 1986. 106 с.
7. Ильницкая Е.И. и др. Свойства горных пород и методы их определения. М.: Недра, 1969. 452 с.
8. Горбачевич Ф. Ф. Акустополаризационные измерения характеристик анизотропии горных пород. Апатиты: Кольский научный центр РАН, 1985. 30с.
9. Тажибаяев К.Т., Акматалиева М.С., Тажибаяев Д.К. Способ определения остаточных напряжений в твердых материалах / Патент № 1245 КР от 26 февраля 2010 г.

ВОДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

УДК 551.332.56 (575.2) (04)

Высокогорные озера бассейна р. Тон и оценка их прорывоопасности

Д.М. МАМАТКАНОВ – академик НАН КР,
Б.О. ЭРМЕНБАЕВ – науч. сотрудник

Constant monitoring of mountain lakes development for assessment of possible blow risk is necessary to prevent human casualties and decrease material and economic damage caused by mountain lakes blow in the territory of the Kyrgyz Republic

По административному делению бассейн р. Тон относится к Тонскому району Иссык-Кульской области Кыргызской Республики. В верховьях притоков р. Тон находится 12 высокогорных озер, возникших у нижних языков одноименных ледников: Туюктор-1, Туюктор-2, Туюктор-3, Туюктор-4, Суюктор-1, Джеруй-1, Джеруй-2, Джеруй-3, Кольтор, Корумду, Тон, Зындан (см. рис. 1, таблицу).

Тонские озера привлекли к себе внимание в 1978 г. после прорыва внутриледниковой емкости в долине р. Ангысай, правого притока р. Тон. В 1979 г. было проведено детальное наземное обследование Тонских озер [1].

Кроме ледника Ангысай, были обследованы озера Курумды (Каратор) и Тон в верховьях главной долины р. Тон. Основное внимание специалистов было сосредоточено на оз. Курумды, как наиболее прорывоопасном. В конце 70-х – начале 80-х годов это озеро имело максимальные размеры. Площадь составляла около 70 тыс.м², объем достигал около 600 тыс.м³. В последующие годы размеры озера сокращались из-за хорошо разработанного канала стока с большой пропускной способностью. При обследовании озера в 2000 г.

его площадь составляла всего 19 тыс. м², а объем – 103 тыс.м³ [2]. Оз. Курумды имеет хорошо разработанный подземный сток, поэтому его объем не увеличивается. Однако подземные каналы стока активно развиваются (об этом говорят многочисленные участки проседания вдоль этих каналов), что обуславливает возможность их закупорки в будущем.

В 80-е годы Тонские озера были обязательным объектом аэровизуальных (с вертолета) исследований. Оз. Курумды оставалось прорывоопасным. К концу 80-х годов к нему добавились активно развивающиеся озера Туюктор-1 и Туюктор-2 в верховьях одноименной долины. Для их изучения в 1989 г. гидрогеологи Кыргызской комплексной гидрогеологической экспедиции провели детальные инженерно-геологические исследования [3]. Было установлено, что озеро Туюктор-1 не имеет предпосылок к прорыву и скоро перейдет в спокойно-устойчивый режим своего развития. Так и произошло с этим озером в последующие годы. Оз. Туюктор-2 активно развивалось за счет отступающего ледника, спадающего в озеро уступом. Озеро имело поверхностный сток, вдоль русла стока не прослеживались

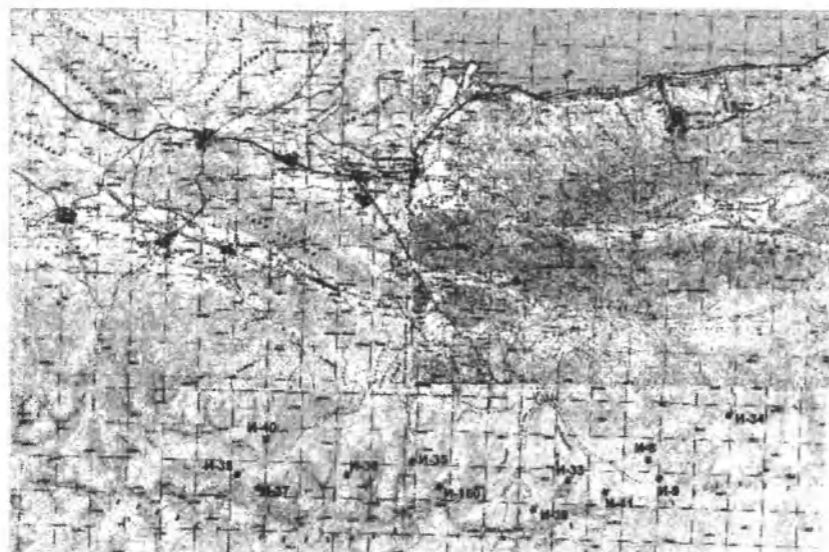


Рис. 1. Горные озера в верховьях бассейна р. Тон.

Характеристика горных озер бассейна р. Тон

№ на рис.	Озеро	Абсол. отметка, м	Тип озера	Макс. глубина м	Год обл.	Степень прорывоопасности	Площадь, тыс. м ²	Объем, тыс. м ³
И-40	Суюктор-1	3804	м-л	5,1	1989	2	2,2	4,1
				8,9	1998	2	9,5	37
					1999	2		40
И-37	Джеруй-2	3990	м-л	—	1999	3	—	40
И-38	Джеруй-3	3960	м-л	—	1990	3	—	30
ИЗ6	Джеруй-1	4000	м-л	—	1999	3	—	
И-35	Кольтор	3900	м-л	—	1999	3	—	50
И-39	Тон верхн.	3750	м-л	—	1999	3	—	
И-33	Туюктор-3	3605	м-л	16,5	1999 2000	1	11	107
И-41	Туюктор-4	3720	м-л	—	1999	3	—	
И-8	Туюктор-1	3800	м-л	4,5	1989	3	11,3	15,3
И-9	Туюктор-2	3869	м-р	8,4	1991	2		210
				8,1	1998	2	42	216
				8,4	1999	2	43	210
					2000	2		210
И-34	Курумды	3620	м-л	7,1	1999	2	70	600
					2000		19	103
И-160	Зындан	3855	м-л	4	2008	2		

Примечание: м-л – морено-ледниковое; м-р – морено-ригельное

участки проседания, что говорило об устойчивости и надежности стока.

В 90-е годы озера Туюктор-2 и Курумды находились под постоянным аэровизуальным наблюдением [3], в результате которого выяснилось, что они остаются прорывоопасными, однако развиваются медленно, особенно Туюктор-2. К кон-

цу 90-х годов в группе Тонских озер появилось озеро Туюктор-3, развивающееся очень активно. Для объяснения причин замедленности в развитии Тонских озер и изучения озера Туюктор-3 было проведено обследование этих озер в 1999 г. [2]. В результате обследования выяснилось, что озеро Туюктор-2 является морено-ригельным, его сток



Рис. 2. Прорыв оз. Зындан 26.07.08 (фото С.А. Ерохина).

хорошо разработан, плотина остается довольно устойчивой, поэтому было произведена переоценка его прорывоопасности в сторону уменьшения категории (до 2-ой). Оз. Туюктор-3 на аэрофотоснимках 1979 г. проявляется еще маленьким озерцем, объемом менее 1 тыс. м³, а при обследовании в 1999 г. его объем достиг 107 тыс. м³, т.е. увеличение составило более чем 100 раз. Сток из озера подземный. Вдоль ложбины стока наблюдались термокарстовые воронки и многочисленные участки проседания, свидетельствующие о возможной закупорке каналов стока, переполнении озера и его последующего прорыва. Поэтому прорывоопасность озера была оценена самой высокой 1-ой категорией.

В 2002 г. было выполнено повторное наземное обследование Тонских озер. В последующие годы их развитие отслеживалось по аэровизуальным наблюдениям с вертолета и космоснимкам, а в 2008 г. нами при финансовой поддержке Чешской конторы ГЕОМИН было проведено наземное обследование оз. Зындан.

Оз. Зындан расположено примерно в 15 км южнее поселка Боконбаево в средней части бассейна в верховьях притока р. Тон. Уровень озера в начале июля 2008 г. находился на высоте 3855 м. Озеро сформировалось в обширной внутриморенной депрессии моренно-ледникового комплекса довольно крупного долинного ледника Зындан.

После интенсивных осадков 24.07.2008 г. произошел прорыв оз. Зындан. В результате прорыва в долине р. Зындан образовался мощный селевой водокаменный поток, расход которого достигал 60–70 м³/с. Селевой поток прошел по долине р. Тон, привел к большим разрушениям и человеческим жертвам. Особенно большие разрушения произошли вдоль оросительного канала

Тон из-за того, что большая часть потока прошла по руслу канала. Борта канала были размыты, что привело к затоплению прилегающих территорий.

При прохождении прорывного потока по долине р. Тон в зону его поражения попали:

- автомобиль с людьми, трое из которых погибли (рис. 2);
- контора кооператива НАРСУ;
- автодорога Боконбаевское-Темир-Канат от с. Туура-Суу до участка Кара-Тумшук;
- участок автодороги от с. Туура-Суу до Кара-Тумшук, где разрушено два моста;
- водораспределитель на оросительном канале «Тон», железобетонный лоток и земляное русло канала от водораспределителя до села Туура-Суу на участке протяженностью около 1,5 км;
- приусадебные участки и огороды в южной части села Туура-Суу на площади около 10 тыс. м².
- направляющая дамба на водозаборе лоткового канала для кооператива «Ай-Кол»;
- участок дороги к Тонскому рыбозаводу и водовод питьевого водоснабжения завода.

Таким образом, высокогорные озера в верховьях бассейна р. Тон являются самыми прорывоопасными в горном обрамлении Иссык-Кульской впадины. Об этом свидетельствует описанный внезапный и катастрофический прорыв 24.06.2008 г. оз. Зындан. Поэтому изучению тонских озер должно быть уделено особое внимание.

В настоящее время оз. Туюктор-3 относится к 1-й категории прорывоопасности. Оно активно в своем развитии, его объем заметно увеличивается, оно не имеет хорошо разработанного устойчивого стока.

Еще два озера относятся ко 2-ой категории прорывоопасности – это озера Туюктор-2 и Курумды. Первое из них имеет устойчивый сток, однако в условиях увеличения объема озера (предпосылки к этому имеются – большой питающий озеро ледник) сток может оказаться недостаточным, что приведет к переполнению озера и его прорыву. Второе озеро при устойчивом питании со стороны крупного присклонового ледника не имеет устойчивого стока, подвержено резким колебаниям уровня и, хотя его объем сокращается, оно остается прорывоопасным.

Пока в устойчивом спокойном режиме развивается оз. Туюктор-1, то есть его можно отнести к 3-й категории. Однако выше него, у края ледника появилось новое озеро. Оно еще небольшое, но ак-

тивно развивается и тем самым создает предпосылки для увеличения прорывоопасности в будущем.

Для организации дальнейших режимных исследований рекомендованы озера Туюктор-3, Туюктор-2, Курумды, поскольку они находятся в активной стадии наполнения в связи с усиливающимся таянием одноименных ледников.

Таяние ледников и накопление горных озер приводят к прорыву озер. Прорывы горных озер и образующиеся при этом селевые потоки разрушают населенные пункты, автодороги, линии электропередач, трубопроводы, сельскохозяйственные угодья и пастбища.

Чтобы предупредить прорывы озер и снизить причиненные ущербы, необходимо проводить постоянный мониторинг развития горных озер с целью оценки риска возможного прорыва.

УДК 550.34 (575.2) (04)

Влияние камбаратинского взрыва на Токтогульскую плотину

В.И. ДОВГАНЬ – канд. физ.-мат. наук,
А.Г. ФРОЛОВА – канд. физ.-мат. наук

Constant monitoring of mountain lakes development for assessment of possible blow risk is necessary to prevent human casualties and decrease material and economic damage caused by mountain lakes blow in the territory of the Kyrgyz Republic.

22 декабря 2009 г. в 11 часов 54 минуты в Киргизии произведен крупномасштабный взрыв, целью которого было создание плотины на Камбаратинской ГЭС-2. Расстояние от места взрыва до Токтогульской плотины составляло порядка 60 км и это вызывало определенную тревогу за ее безопасность с одной стороны, с другой судя по объему взрывчатого вещества (около трех тысяч тонн), воздействие этого взрыва на плотину не должно было превышать воздействия землетрясения 11-го энергетического класса. Взрыв был записан цифровой системой сейсмических наблюдений, функционирующей на плотине с июня 2005 года. Эта система состоит из 10 точек наблюдений: девять расположены в теле плотины

Литература

1. Шатравин В.И., Ставиский Я.С. Методические основы выявления селеформирующих факторов при детальном обследовании высокогорных озер. Селевые потоки. Сб. 8. М.: Гидрометеиздат, 1984. С. 83–92.
2. Ерохин С.А. Инженерно-геологическое изучение плотин (моренно-ледниковых комплексов) высокогорных селеопасных озер, селевых очагов и селеопасных горных долин Киргизии. Отчет по работам 1992–2000 г.г. Фонды Госгеоагентства КР. Бишкек, 2000. 154 с.
3. Ерохин С.А. Отчет по изучению и обеспечению безопасности от прорыва высокогорных озер на территории Кыргызской Республики за 1999 г. Фонды Госгеоагентства КР. Бишкек, 1999. 120 с.

и ее бортах (рис.1), десятая опорная – в километре от плотины в скале (рис.2). В каждой точке наблюдений установлены три сейсмометра СМ-ЗП по направлениям Север-Юг, Восток-Запад и вертикальному.

На спектрограмме по записи в 10 точке взрыв проявился на частотах до 10 Гц, на более высоких частотах выделяются только шумы плотины (рис. 3). Максимальные амплитуды скорости колебаний в 10-ой точке в 114 раз, а по записям во второй точке – в 207 раз меньше амплитуд при шестибалльном местном землетрясении 30 июля (рис.4).

Интенсивность колебаний в 8-ой точке больше, чем в 10-ой. Амплитуды смещений на вер-

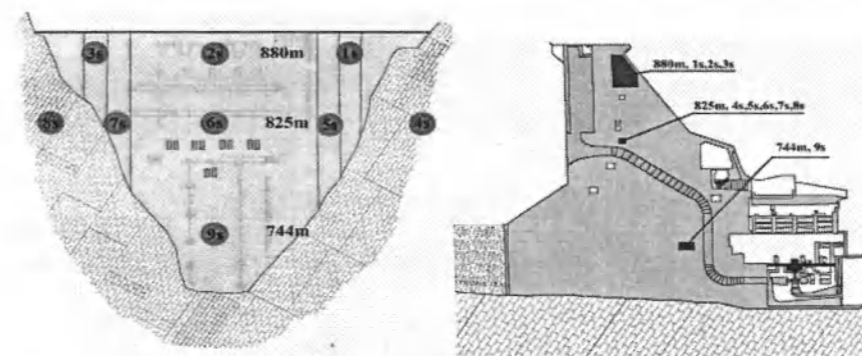


Рис. 1 Расположение точек наблюдения на плотине Токтогульской ГЭС (вид с верхнего бьефа).

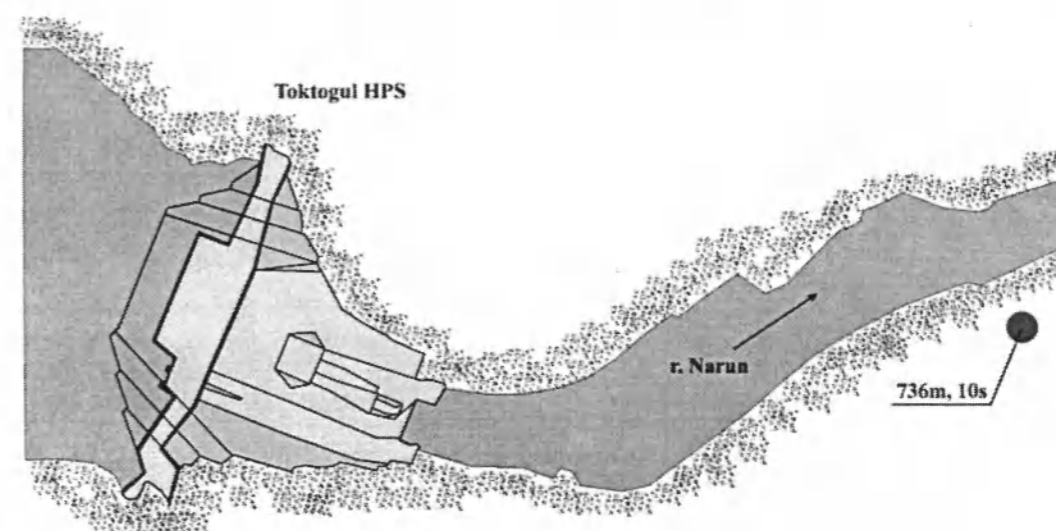


Рис.2. Схема расположения плотины Токтогульской ГЭС и опорной точки наблюдения.

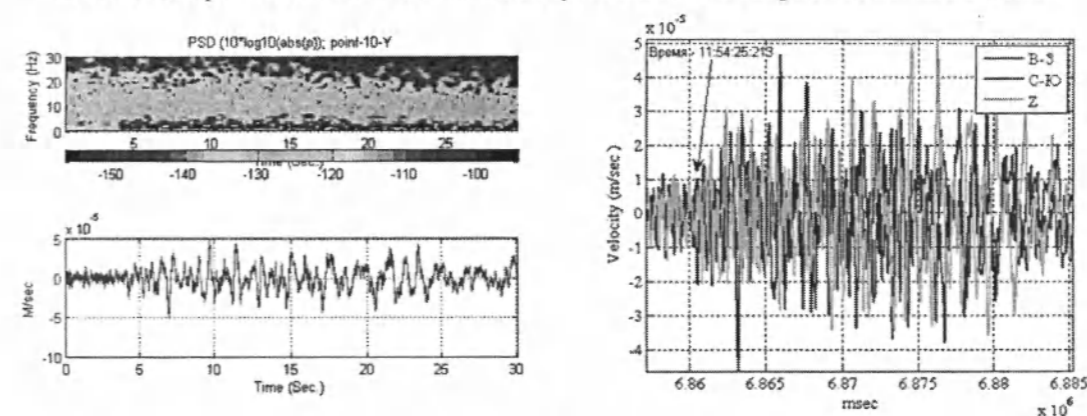


Рис. 3. Спектрограмма (слева) и записи взрыва в десятой точке по трем составляющим (справа).

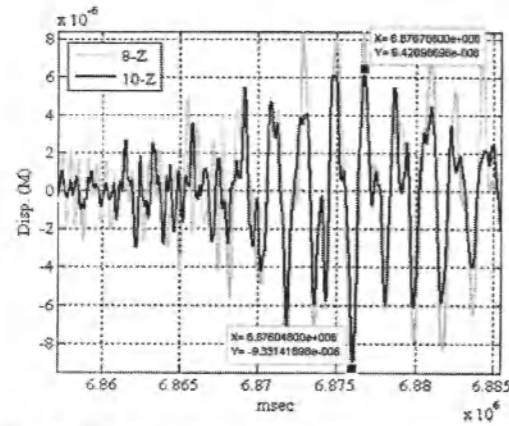


Рис.4. Записи смещений при взрыве в 8-ой и 10-ой точках на составляющей Z.

тикальной составляющей в 10-ой точке более интенсивны, чем на горизонтальных. Расстояние от места взрыва до плотины – 60 км, амплитуда максимального смещения в 10-ой точке (по вертикальной составляющей) – 7.88 микрона, в 8-ой

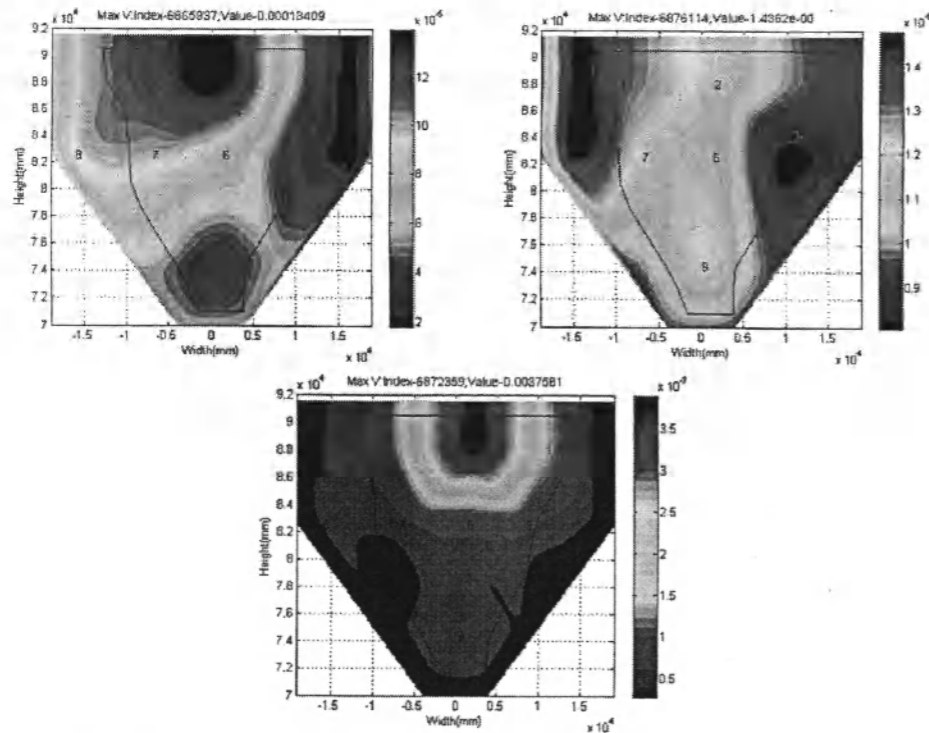


Рис.5. Распределение амплитуд (полный вектор) скоростей (вверху – слева), смещений (вверху – справа) и ускорений (слева) в момент абсолютного максимума колебаний плотины.

точке (по составляющей N-S) – 9.44 микрона, энергетический класс K=10.9.

По распределению амплитуд скоростей, смещений и ускорений (полный вектор) в момент абсолютного максимума колебаний плотины. Заметно направление подхода волнового фронта – со стороны 8-ой точки (рис. 5).

Максимальные скорости колебаний при взрыве составили 134 микрон/с – в районе второй точки, смещения – 14 микрон – вблизи 8-ой точки и ускорения 376 микрон/с² – во второй точке.

Интенсивность колебаний при взрыве была меньше одного балла (рис. 8, табл.1).

Магнитуда Мд в точках регистрации изменяется в пределах от 2.6 до 2.96 (рис. 7, табл. 2).

Разница в графиках распределения интенсивности колебаний плотины, представленных на рис. 6 и 7, объясняется тем, что балл отражает максимальную амплитуду, а магнитуда Мд, кроме амплитуды, учитывает спектральный состав колебаний.

Ниже показан спектральный состав колебаний при взрыве (рис.8).

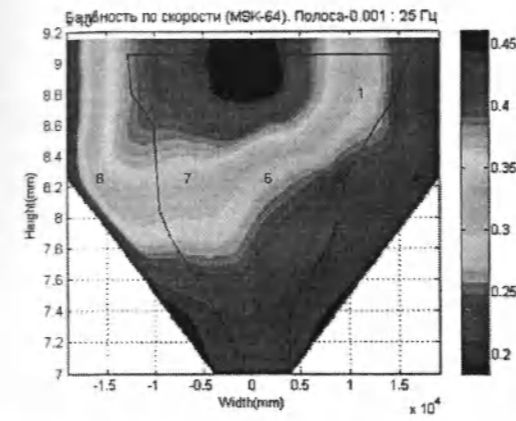


Рис. 6. Распределение интенсивности колебаний по телу плотины и значения балла в каждой точке.

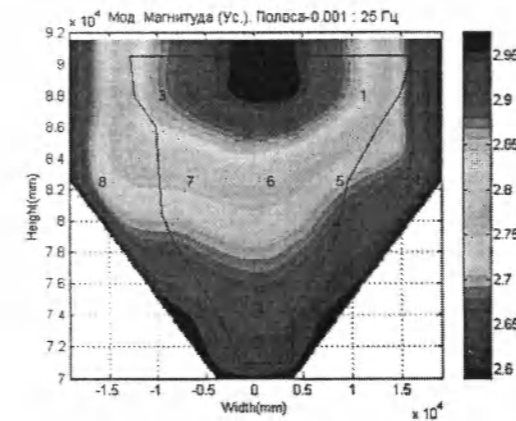


Рис.7. Магнитуда в точках регистрации.

Спектры взрыва более низкочастотны по сравнению со спектрами близких землетрясений и «укладываются» в диапазон до 13–16 Гц. По форме спектры взрыва ближе к спектрам удаленных землетрясений, которые «растеряли» по пути следования высокие частоты.

Колебания плотины при взрыве практически не повлияли на шовные соединения. О величине и направлении раскрытия швов при взрыве можно судить по рис. 9–12. Максимальные значения сведены в табл. 3.

Максимальные значения этих движений составили 94.6 микрон/с по составляющей записи С-Ю – вдоль течения между верхними блоками плотины (отметка 905) с максимумом между правым и центральным, где расположены первая и вторая точки наблюдений. Максимальные от-

Таблица 1

Точка	Балл
1	0.29
2	0.45
3	0.41
	0.21
	0.23
	0.28
	0.34
	0.33
9	0.21
10	0.19

Таблица 2

Точка	Магнитуда Мд
1	2.83
2	2.96
3	2.87
4	2.63
5	2.71
6	2.78
7	2.76
8	2.72
9	2.65
10	2.60

носительные смещения составили 5.67 микрон и ускорения 383 микрон/с² между левым и центральным блоками, где расположены вторая и третья точки наблюдений.

Взрыв на Камбарате-2 не оказал какого-либо серьезного воздействия на плотину Токтогульской ГЭС. Интенсивность колебаний плотины при взрыве была ниже одного балла, т.е. на уровне собственных вибраций сооружения. Взрыв не почувствовали даже в городе Каракуле. Максимальные скорости колебаний составили 134 микрон/с и ускорения 376 микрон/с² – в районе второй точки в центре плотины. Максимальные смещения (14 микрон) наблюдались в левом борту плотины – в восьмой точке, ближайшей к месту взрыва. Колебания в опорной десятой точке оказались самыми низкими.

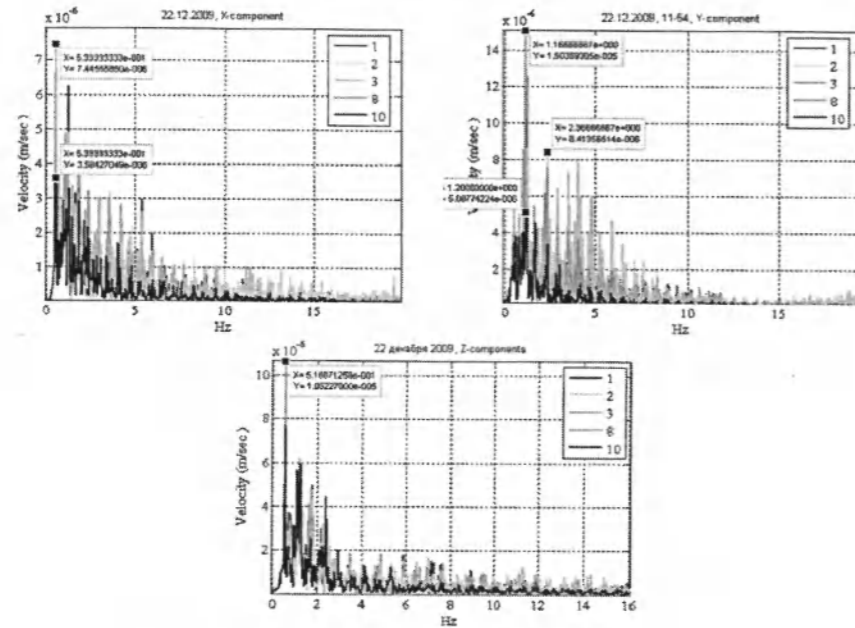


Рис.8. Спектры колебаний при взрыве по записям в пяти точках наблюдений по трем составляющим.

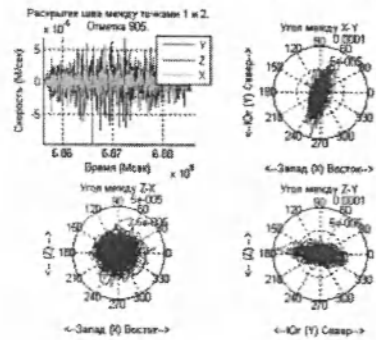


Рис. 9. Раскрытие шва между точками 1 и 2 и проекции движения шва на три плоскости.

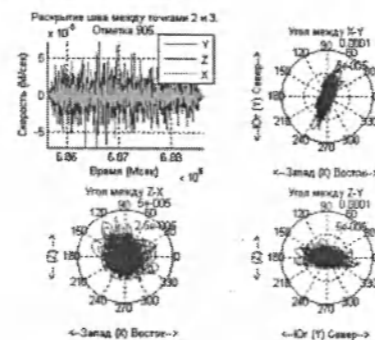


Рис. 10. Раскрытие шва между точками 2 и 3 и проекции движения шва на три плоскости.

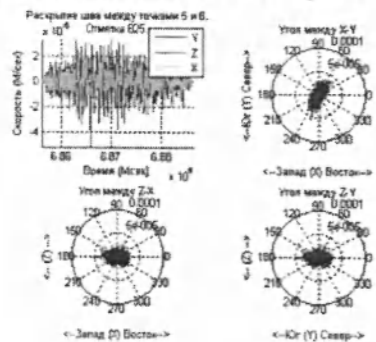


Рис.11. Раскрытие шва между точками 5 и 6 и проекции движения шва на три плоскости.

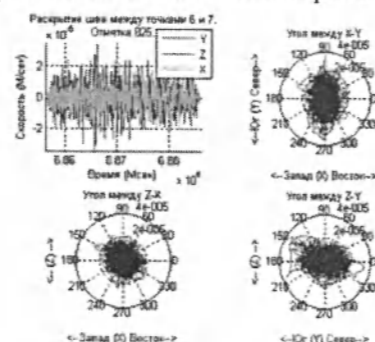


Рис.12. Раскрытие шва между точками 6 и 7 и проекции движения шва на три плоскости.

Таблица 3

Скорость движения, м/с	Относительное движение по шву	
	Ммах	Ммин
точка 1 относительно точки 2 по X	3.24E-05	-4.02E-05
точка 1 относительно точки 2 по Y	6.73E-05	-9.46E-05
точка 1 относительно точки 2 по Z	3.64E-05	-3.72E-05
точка 2 относительно точки 3 по X	3.53E-05	-3.45E-05
точка 2 относительно точки 3 по Y	7.31E-05	-7.13E-05
точка 2 относительно точки 3 по Z	2.52E-05	-4.28E-05
точка 5 относительно точки 6 по X	2.38E-05	-3.28E-05
точка 5 относительно точки 6 по Y	3.23E-05	-5.21E-05
точка 5 относительно точки 6 по Z	2.28E-05	-2.58E-05
точка 6 относительно точки 7 по X	2.36E-05	-2.13E-05
точка 6 относительно точки 7 по Y	3.43E-05	-3.43E-05
точка 6 относительно точки 7 по Z	2.29E-05	-2.16E-05

Спектральный состав записи взрыва соответствовал записи удаленного землетрясения, в которой преобладают низкочастотные колебания: максимумы наблюдались на частотах 0,5, 1,

2.36 Гц. Максимальные относительные движения по швам были малы и соизмеримы с воздействием местного слабого землетрясения 16 октября 2009 г с энергетическим классом К=8.3.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 681.5.01:658.5 (575.2) (04)

Алгоритм вычисления переменных состояния при неполной информации о векторе состояния

Ж. ШАРШЕНАЛИЕВ – академик НАН КР

Calculation algorithm of variable condition at incomplete information about vector state was studied in the article.

При исследовании динамических систем, как правило, используются обратные связи по выходным переменным y . Например, для линейной системы управления с обратной связью по выходным переменным и одним входом

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + bu, \\ y &= Cx, \end{aligned} \quad (1)$$

особая роль принадлежит матрице C . Здесь $A - n \times n$, $b - n \times 1$, $C - r \times n$ заданные постоянные матрицы, x и y соответственно n и r – векторы, u – скалярное управление.

Если число входных переменных y_r , которые допускают измерение (идентификацию, наблюдение), равно числу переменных состояния n , то y_r будут состоять из решений системы алгебраических уравнений

$$y_i = c_{i1}x_1 + c_{i2}x_2 + \dots + c_{in}x_n, \quad i = \overline{1, n},$$

при условии, что определитель квадратной матрицы C отличен от нуля, $\det C \neq 0$.

В случае, когда переменные состояния системы наблюдаемы и измеряемы и используются в качестве выходных сигналов, матрица C обращается в единичную матрицу E , тогда $y = x$.

Для обеспечения заданного распределения корней характеристического полинома необходимо организовать обратные связи по переменным состояния x . Отсюда следует актуальность конструирования обратных связей, обеспечивающих желаемое размещение собственных чисел (мод) матрицы замкнутой системы на комплексной

плоскости. При этом необходимым условием является требование обеспечения устойчивости и желаемых показателей переходного процесса.

На практике реализация обратных связей по переменным состояния весьма затруднительна из-за невозможности их измерения.

Когда это возможно, регулятор, реализующий обратную связь по переменным состояния, вырабатывает воздействие v на входы системы по закону [1]

$$v = F(x, u),$$

где x – переменная состояния, u – внешнее воздействие, не зависящее от x .

В случае линейных безинерционных обратных связей

$$v = Kx + u, \quad (2)$$

где $x \in R^n$, $u \in R^1$, $K - l \times n$ матрица-строка коэффициентов обратных связей K_y , или матрица преобразования регулятора.

Уравнение замкнутой системы (1) с учетом (2) принимает вид

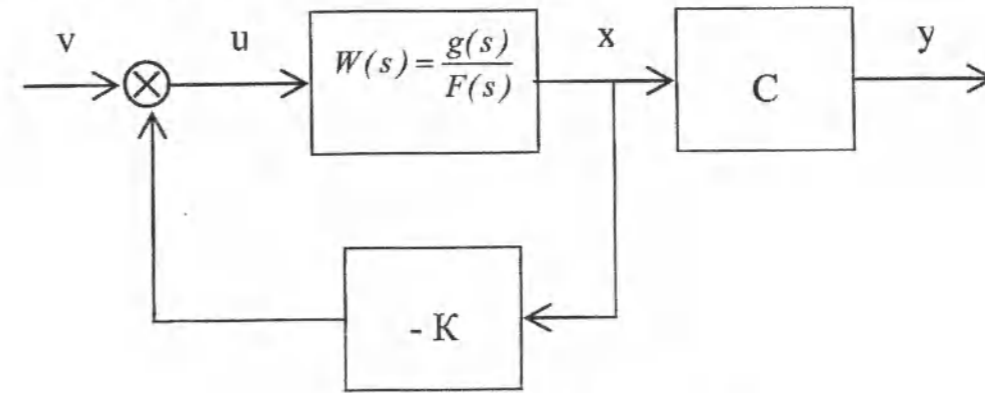
$$\dot{x}(t) = (A - bK)x(t) + bv. \quad (3)$$

Матричные передаточные функции разомкнутой и замкнутой систем, соответствующих (1), равны

$$W(s) = C(pE - A)^{-1}b, \quad (4)$$

$$\Phi(s) = C(pE - A + b)^{-1}b, \quad (5)$$

$\det(\lambda_n E_n - A) = 0$ – характеристическое уравнение матрицы A .



Структурная схема системы с одним входом.

Рассмотрим управление объектом с одним входом, например, летательным аппаратом с одним управляющим органом [2] (см. рисунок).

В этом случае в уравнении (1) управление u будет скалярной величиной ($u = \{R^1\}$), $m = 1$. Матрица $B - n \times 1$ превращается в матрицу-столбец. Прямоугольная матрица K переходит в матрицу-строку, состоящую из n элементов.

Как было указано выше, не всегда представляется возможность измерить все компоненты вектора-состояния $x(t)$. На практике нам доступно измерение лишь некоторых из них или их линейных комбинаций, которое образует вектор информации

$$y = Hx(t). \quad (6)$$

Ранг матрицы информации H , имеющей только линейно независимые компоненты вектора информации, равен

$$\text{rank } H = l \leq n.$$

Системы управления, в которых размерность вектора информации меньше порядка системы, то есть $l < n$, относятся к системам с неполной информацией. Естественно, в таких системах неполнота информации ограничивает возможности управления.

Ставится следующая задача. Найти алгоритм вычисления x , затем структурную схему устройства, реализующую найденный алгоритм.

Преобразуем (4) следующим образом:

$$(sE - A)^{-1} = \frac{\tilde{A}(s)}{\det(sE - A)}, \quad \tilde{A}(s) - n \times n \text{ присоединенная матрица [3], элементами которой являются полиномы по переменной } s, \text{ степени которых не больше } n-1.$$

Теперь (4) запишется в виде:

$$W(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{B(s)}{\det(sE - A)} = \frac{B(s)}{F(s)} = \frac{B(s)}{s^n + d_n s^{n-1} + \dots + d_1}, \quad (7)$$

где $B(s) = C\tilde{A}(s)b - r \times 1$ – вектор, элементами которого являются многочлены степени не больше $n-1$.

Уравнение регулятора примем в виде [2]

$$u = v - Ky,$$

где v – известная величина, командный сигнал, $K - l \times r$ – матрица-строка.

Характеристический полином замкнутой системы имеет вид:

$$H(s) = \det(sE - A + bKC) = s^n + a_n s^{n-1} + \dots + a_1.$$

Структурная схема замкнутой системы, образующейся в результате присоединения к объекту регулятора, показана на рисунке. Характеристическое уравнение этой системы получается приравнением к нулю суммы произведений передаточных функций звеньев контура, взятого со знаком минус, и единицы [1, 2]. В данном случае

$$\frac{B(s)K}{F(s)} + 1 = 0.$$

Для удобства вычислений это равенство перепишем в виде:

$$\frac{KB(s)}{F(s)} + 1 = 0,$$

поскольку последовательно соединенные звенья можно менять местами без изменения общей передаточной функции цепи [4].

В дальнейшем, рассуждая аналогично [2], получим соотношение

$$KB(s) = H(s) - F(s). \quad (8)$$

В этом соотношении неизвестной является только матрица-строка K , а в качестве $H(s)$ будем брать многочлен степени n с желаемым расположением корней замкнутой системы.

Соотношение (8) позволяет находить структуру и параметры управления $u = Kx$, обеспечи-

вающего желаемое расположение корней замкнутой системы.

Это выполняется по следующему алгоритму. Многочлен $H(s)$ выбираем из стандартных форм характеристического полинома, затем вычисляем характеристический полином $F(s)$ объекта управления путем приравнивания коэффициентов при одинаковых степенях s . Такой алгоритм позволяет иметь систему алгебраических уравнений относительно элементов K_i .

В частности, пусть $H(s) = Q_n(s)$, где $Q_n(s) = (s - v_1)(s - v_2) \dots (s - v_n) = s^n + Q_1(v)s^{n-1} + \dots + Q_{n-1}(v)s + Q_n(v)$. (9)

Здесь $v = (v_1, v_2, \dots, v_n)$, а $Q_j(v)$ ($j = 1, 2, \dots, n$) – известные функции от v , которые по формулам Виета известным образом выражаются через корни v_1, v_2, \dots, v_n многочлена $Q_n(s)$.

Представим r -мерный ($r < n$) вектор K в виде $K = (k_1, k_2, \dots, k_r)$, а вектор-столбец $B(s) - r \times 1$

$$B(s) = \begin{pmatrix} b_1(s) \\ b_2(s) \\ \dots \\ b_r(s) \end{pmatrix}$$

в виде $B(s) = \begin{pmatrix} b_1(s) \\ b_2(s) \\ \dots \\ b_r(s) \end{pmatrix}$. Теперь, подставляя значения многочленов $F(s)$, $Q(s)$ соответственно из (7), (9) в (8), а также представив каждый многочлен $b_k(s)$ степени $(n-1)$ в виде

$b_k(s) = b_{1k}s^{n-1} + b_{2k}s^{n-2} + \dots + b_{rk}$ ($k = 1, 2, \dots, r$), и приравняв коэффициенты при одинаковых степенях переменной s , получим систему линейных неоднородных алгебраических уравнений относительно k_1, k_2, \dots, k_r вида

$$\left. \begin{aligned} b_{11}k_1 + b_{21}k_2 + \dots + b_{r1}k_r &= Q_1 - d_1, \\ b_{12}k_1 + b_{22}k_2 + \dots + b_{r2}k_r &= Q_2 - d_2, \\ \dots & \dots \\ b_{1r}k_1 + b_{2r}k_2 + \dots + b_{rr}k_r &= Q_n - d_n. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Это есть система неоднородных линейных алгебраических уравнений n -го ($r < n$) порядка для определения r неизвестных k_1, k_2, \dots, k_r .

Об этой системе (10) можно сказать следующее. Она может быть как совместной, так и несовместной.

Имеет решение, когда решение подсистемы из r уравнений удовлетворяет оставшимся $n-r$ уравнениям.

Имеет решение, если оставшиеся $n-r$ уравнений являются следствием подсистемы из r уравнений и т.д.

В итоге, в каждом конкретном случае системе (9) следует исследовать со всей полнотой на предмет существования и построения решения, выявляя нужные ограничения на коэффициенты и правые части этой системы.

Литература

1. Кузовков Н.Т. Модальное управление и наблюдающие устройства. М.: Машиностроение, 1976. 183 с.
2. Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления. М.: Наука, 1986. 615 с.
3. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. М.: Наука, 1967. 575 с.
4. Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления. М.: Наука, 1989. 301 с.

УДК 512.546 (575.2) (04)

О характеристике \mathbb{R} – факторизуемых топологических групп

А.А. ЧЕКЕЕВ – д-р физ.-мат. наук, профессор,
Т.Д. КАСЫМОВА – канд. физ.-мат. наук, доцент

The characterization of \mathbb{R} – factorizable topological groups as C-embedded products subgroups with countable basis has been obtained. It is shown the Hewitt completion of \mathbb{R} – factorizable group is topological group.

\mathbb{R} – факторизуемые топологические группы были введены Ткаченко [1, 2] и исследованы различные их свойства. Им показано, что класс \mathbb{R} – факторизуемых топологических групп содержит, в частности, класс псевдокомпактных, σ – предкомпактных, линделефовых топологических групп.

Нами исследована структура \mathbb{R} – факторизуемых групп посредством вложений в произведения топологических групп со счетной базой и найдена характеристика \mathbb{R} – факторизуемых топологических групп как C -вложенных подгрупп произведений групп со счетной базой. При помощи этой характеристики показано, что пополнение по Хьюитту \mathbb{R} – факторизуемой группы является групповым.

Все топологические группы предполагаются нами отделимыми. Обозначим через $C(X)$ – множество всех непрерывных функций на тихоновском пространстве X . Подмножество $A \subset X$ называется C -вложенным в X , если всякая непрерывная функция $f \in C(A)$ может быть продолжена до некоторой функции $g \in C(X)$ ([1]).

В дальнейшем будет использован известный результат

Утверждение 0. (2. 7.12 (C), [3]. Пусть $\{X_s : s \in S\}$ – семейство сепарабельных пространств и Y – хаусдорфово пространство со второй аксиомой счетности. Тогда для каждого непрерывного отображения $f : \prod \{X_s : s \in S\} \rightarrow Y$

существует счетное множество $S_0 \subset S$ и такие непрерывные отображения $f_0 : \prod \{X_s : s \in S_0\} \rightarrow Y$ и $\pi_{S_0} : \prod \{X_s : s \in S\} \rightarrow \prod \{X_s : s \in S_0\}$, что $f = f_0 \circ \pi_{S_0}$.

Определение 1 [2]. Топологическая группа G называется \mathbb{R} – факторизуемой, если для любой непрерывной функции $f \in C(G)$ существуют такие непрерывная сюръекция $h_s : G \rightarrow H_s$ где $w(H_s) \leq \aleph_0$ и непрерывная функция $g_s \in C(H_s)$, что $f = g_s \circ h_s$.

В силу отделимости топологической группы G , кольцо $C(G)$ всех непрерывных функций на G разделяет точки и замкнутые множества на G (см. [4]). Поэтому топологическая группа G гомеоморфно вкладывается в $\mathbb{R}^{C(G)}$ при отображении I , где $I(x) = \{f(x) : f \in C(G)\}$. Другими словами, отображение $I = \Delta \{f : f \in C(G)\}$ – диагональное произведение семейства отображений $\{f : f \in C(G)\}$. Итак, тихоновские пространства G и $I(G)$ гомеоморфны, где $I(G) \subset \mathbb{R}^{C(G)}$.

Если топологическая группа G \mathbb{R} – факторизуема, тогда всякая непрерывная функция $f : G \rightarrow \mathbb{R}$ «факторизуется» через группу со счетной базой, а именно, согласно определению 1, существует непрерывная сюръекция $h_s : G \rightarrow H_s$ где $w(H_s) \leq \aleph_0$ и непрерывная функ-

цию $g_f: H_f \rightarrow \mathbb{R}$ такие, что $f = g_f \circ h_f$. Положим $J = \Delta \{h_f: f \in C(G)\}$. Тогда отображение $J: G \rightarrow \prod \{H_f: f \in C(G)\} = H^{C(G)}$ есть непрерывный алгебраический изоморфизм группы G на $J(G)$. Это следует из непрерывности и гомеоморфности отображений $h_f: G \rightarrow H_f$ для любого $f \in C(G)$ и того факта, что для любых $x, y \in G$, $x \neq y$, $x^{-1}y \neq e$, т.е. существует окрестность единицы $e \in G$ такая, что $x^{-1}y \notin V$ или, что равносильно, $y \notin xV$. Тогда существует функция $f \in C(G)$ такая, что $f(x) = 1$ и $f(X \setminus xV) \subset \{0\}$, тогда $f(y) = g_f(h_f(y)) = 1$ и $f(x) = g_f(h_f(x)) = 0$. Следовательно, $f(x) \neq f(y)$, т.е. $h_f(x) \neq h_f(y)$, следовательно $J(x) \neq J(y)$.

С другой стороны, для любой функции $f \in C(G)$ имеем отображение $g = \prod \{g_f: f \in C(G)\}: H^{C(G)} = \prod \{H_f: f \in C(G)\} \rightarrow \mathbb{R}^{C(G)}$ или отображение $g: H^{C(G)} \rightarrow \mathbb{R}^{C(G)}$, являющееся непрерывным как произведение непрерывных функций. Так как $f = g_f \circ h_f$ для любой функции $f \in C(G)$, тогда $g|_{J(G)}: J(G) \rightarrow \mathbb{R}^{C(G)}$ и это отображение также непрерывно. Поскольку тихоновские пространства G и $J(G)$ гомеоморфны, тогда $J(G)$ гомеоморфно G , следовательно, топологические группы G и $J(G)$ топологически изоморфны. Итак, нами доказана следующая теорема.

Теорема 2. Всякая \mathbb{R} – факторизуемая топологическая группа топологически изоморфно вкладывается в произведение групп со счетной базой.

Доказательство. Топологические группы G и $J(G)$ топологически изоморфны и $J(G) \subset H^{C(G)} = \prod \{H_f: f \in C(G)\} \rightarrow \mathbb{R}^{C(G)}$, где $w(H_f) \leq \aleph_0$ для любого $f \in C(G)$.

Следствие 2.1. Всякая \mathbb{R} – факторизуемая топологическая группа \aleph_0 –ограничена.

Доказательство следует из характеристики \aleph_0 –ограниченных топологических групп со счетной базой [1].

Следующая теорема выделяет из класса \aleph_0 –ограниченных групп \mathbb{R} – факторизуемые топологические группы.

Теорема 3. Топологическая группа G \mathbb{R} – факторизуема, если и только если группа G C –вложена в некоторое произведение групп со счетной базой.

Доказательство. Пусть G \mathbb{R} – факторизуемая топологическая группа. Тогда всякая непрерывная функция $f: G \rightarrow \mathbb{R}$, $f \in C(G)$, имеет вид $f = \pi_f \circ (J \cdot g|_{J(G)}): G \rightarrow \mathbb{R}$. Тогда

функция $\tilde{f} = \pi_f \circ (J \cdot g): H^{C(G)} \rightarrow \mathbb{R}$ – непрерывное продолжение функции f . Итак, топологическая группа G C –вложена в произведение $H^{C(G)} = \prod \{H_f: f \in C(G)\}$ где $w(H_f) \leq \aleph_0$ для любого $f \in C(G)$.

Обратно, пусть \mathbb{R} – факторизуемая топологическая группа G C –вложена в произведение $H^S = \prod \{H_s: s \in S\}$ топологических групп H_s где $w(H_s) \leq \aleph_0$ для всех $s \in S$.

Пусть $f \in C(G)$ – произвольная непрерывная функция. Тогда функция $f: G \rightarrow \mathbb{R}$ имеет непрерывное продолжение $\tilde{f}: H^S \rightarrow \mathbb{R}$. Так как $w(H_s) \leq \aleph_0$, тогда H_s – метризуемая группа со счетной базой для всех $s \in S$, следовательно, существует счетное подмножество $S_0 \subset S$ такое, что $\tilde{f} = g \circ \pi_{S_0}$, где $\pi_{S_0}: H^S \rightarrow H^{S_0} = \prod \{H_s: s \in S_0\}$ и $g: H^{S_0} \rightarrow \mathbb{R}$ (Утверждение 0). Так как $S_0 \subset S$ счетно, тогда $w(H^{S_0}) \leq \aleph_0$ – метризуемая группа со счетной базой и π_{S_0} – непрерывный сюръективный гомоморфизм. Положим $h_f = \pi_{S_0}|_G: G \rightarrow h_f(G)$, $g_f = g|_{h_f(G)}: h_f(G) \rightarrow \mathbb{R}$. Тогда $w(h_f(G)) \leq \aleph_0$, h_f – непрерывный сюръективный гомоморфизм, g_f – непрерывная функция и $f = g_f \circ h_f$. Итак, G является \mathbb{R} – факторизуемой топологической группой.

Следствие 3.1. Пополнение vG по Хьюитту \mathbb{R} – факторизуемой топологической группы G является групповым.

Доказательство. Пополнение vG по Хьюитту \mathbb{R} – факторизуемой топологической группы G гомеоморфно, по построению, $[I(G)]_{\mathbb{R}^{C(G)}}$ и $[J(G)]_{H^{C(G)}}$, соответственно. Тихоновское пространство $[I(G)]_{\mathbb{R}^{C(G)}}$ полно по Хьюитту как замкнутое подпространство $\mathbb{R}^{C(G)}$ и гомеоморфно подгруппе $[J(G)]_{H^{C(G)}}$ группы $H^{C(G)}$. Итак, vG изоморфно группе $[J(G)]_{H^{C(G)}}$ и vG является групповым пополнением \mathbb{R} – факторизуемой топологической группы G .

Литература

1. *Ткаченко М.* The notion of o-tightness and C-embedded subspaces of products, *Topology Appl.* 15, 1983. P. 93–98.

2. *Ткаченко М.* Factorization theorem for topological groups and their applications, *Topology Appl.* 38, 1991. P. 21–37.

3. *Engelking R.* *General Topology* / PWN. Warszawa, 1977.
4. *Pontrjagin L.S.* *Continuous Groups*, Princeton Univ. Press., Princeton. 1981.

УДК 550.34 (575/2) (04)

Использование пакета программ Geopsy для решения сейсмологических задач

Е.В. ПЕРШИНА – инженер

Adaptation of the Geopsy software package programs designed to solve some problems on the basis of seismological digital records of earthquakes in Kyrgyzstan.

Geopsy – графический пользовательский интерфейс для организации, просмотра и обработки геофизических сигналов [1]. Организация сигналов подразумевает создание базы данных. В базу данных могут быть загружены различные общепринятые форматы файла сейсмического сигнала. Эти форматы распознаются автоматически. Сейсмические сигналы могут быть сгруппированы в упорядоченные списки и в дальнейшем дополнены новой информацией.

В Geopsy существуют три способа просмотра сейсмических сигналов: таблицы, графики и карты. Каждый способ просмотра представляет собой всплывающее окно в основном окне, содержащем список сейсмических сигналов. В каждом способе просмотра можно сделать выбор сейсмических сигналов и использовать другой способ просмотра, содержащий только отобранные сигналы (перетаскивая с помощью мышки – технология «drag and drop»).

Table (таблица) дает текстовую информацию о каждом сейсмическом сигнале (в одну строку). Содержание таблиц может экспортироваться и импортироваться в файлы ASCII.

Graphic (график) показывает запись сейсмического сигнала во времени. Для построения таких графиков доступны различные опции (например, изменяющаяся черная область, нормализация, разноцветная шкала и др.). Все сейсмические сигналы сохраняются как временные ряды. Однако они могут быть представлены в спектральном виде после применения преобразования Фурье.

Map представляет двух мерную карту координат эпицентров землетрясений. Масштабы оси автоматически корректируются в соответствии с координатным диапазоном. Выбор сейсмических сигналов может быть выполнен непосредственно пикированием с помощью мыши.

Geopsy предлагает два способа обработки сейсмических сигналов:

Основная обработка (меню «Waveform» – волновая форма) включает фильтры, преобразование Фурье, сужение, вырезание, удаление, слияние, вычитание, умножение. Эти преобразования напрямую затрагивают сейсмические сигналы и результаты автоматически обновляются на экране. Возвращение к оригиналу всегда возможно. При сохранении базы данных измененные сейсмические сигналы сохраняются в исходном бинарном формате (в этом формате наиболее эффективны действия ввода – вывода) в директории базы данных. Как оригинал, так и измененные сейсмические сигналы остаются доступными в базе данных.

Расширенная обработка (меню «Tools») содержит подпрограммы, разработанные для специальных целей. Метод plug.in позволяет добавлять новые программные средства, не модернизируя главного окна Geopsy.

Ниже даны примеры использования некоторых программ пакета Geopsy для обработки цифровых записей сетью KNET землетрясения 20 сентября 2008 г. Карточка этого землетрясения с параметрами станций приведена в табл.1.

DATE ORIGIN LAT N LONG E DEPT MAG Vp/Vs K NO DMIN RMS ERH ERZ
20080920 415 52.68 42-16.34 74-51.10 26.57 - 1.69 9.65 18 34.6 0.36 1.0 2.2

STN DIST AZM AIN PRPK HRSN P-SEC TPONS TPCAL P-RES P-WT AMP PRP ANK PRX FMP KUGG KMGV FVAG BRKK S-SEC T608S SRES S-WT
CHM 80.8 175 88 1PDD 416 6.72 14.04 24.05 -0.01 1.00 0.1742E-01 0.14 0.1283E-01 0.14 8.93 - 18 0 14.71 24.03 -0.07 0.00
EKS2 98.1 117 89 1PDD 416 9.64 16.96 16.67 0.29 0.00 0.5594E-02 0.16 0.3354E-01 0.18 9.39 - 18 0 22.05 23.37 0.76 0.30
USP 114.1 166 89 1PDD 416 12.03 19.35 19.08 0.27 0.00 0.9790E-02 0.14 0.1682E-01 0.14 9.26 - 18 0 25.84 33.16 0.38 0.00
AML 96.4 81 89 1PDD 416 9.18 16.50 16.41 0.09 0.00 0.5630E-02 0.14 0.5347E-01 0.32 9.68 - 18 0 15.94 27.26 -0.91 0.00
KZA 34.6 308 80 1PDD 416 -0.14 7.18 7.28 -0.10 0.00 0.4449E-01 0.16 0.4236E+00 0.16 10.14 - 18 0 5.67 12.99 0.52 0.00
TKM2 94.1 220 88 1PDD 416 8.71 16.03 16.07 -0.03 0.00 0.1145E-01 0.16 0.6503E-01 0.14 9.86 - 18 0 20.01 27.33 -0.25 0.00
KVK 43.3 190 88 1PDD 416 1.00 8.32 8.47 -0.15 0.00 0.3149E+00 0.10 0.5649E+00 0.14 10.84 - 18 0 6.92 14.24 -0.27 0.00
AAK 48.3 143 72 1PDD 416 1.84 9.16 8.18 -0.02 0.00 0.8464E-01 0.30 0.1039E+00 0.22 9.79 - 18 0 8.14 15.46 -0.27 0.00
ULHL 113.0 271 89 1PDD 416 11.39 18.71 19.93 -0.22 0.00 0.4291E-02 0.14 0.1370E-01 0.12 8.96 - 18 0 25.19 32.51 -0.01 0.00

UNWEIGHTED RMS = 0.36

RESOLUTION MATRIX: LONG LAT DEPTH
LONG 0.995 -0.001 -0.001
LAT -0.001 0.995 0.001
DEPTH -0.001 0.001 0.995

Таблица 1

На рис.1 даны примеры записей этого землетрясения на станциях Ала-Арча и Алмалык на трех составляющих.

В табл.2 для каждой станции и каждой составляющей приведены моменты начала и конца записи, ее продолжительность, верхняя граничная частота и т.д. в том формате, который определен программой.

Проекция движения точки по записи станции Ала-Арча на горизонтальную плоскость приведена на рис. 2.

Огибающие спектров Фурье для заданных участков записи для трех компонент показаны на рис. 3. В данном случае был выполнен анализ

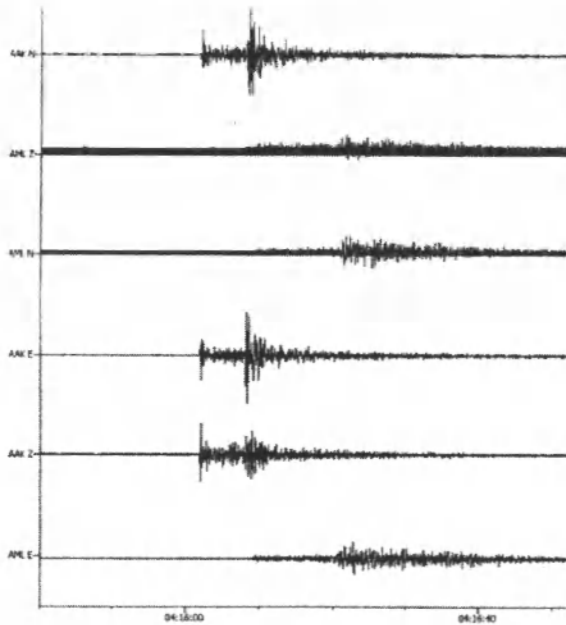


Рис.1. Записи землетрясения 20 сентября 2008 г. станциями Ала-Арча и Алмалык на трех составляющих.

хвостовой части записи – сейсмической коды, но, в принципе, можно выделить любой участок.

На рис. 4 показано спектрально-временное поле по записи землетрясения 20 сентября на станции Ала-Арча на трех составляющих.

Спектрально-временное поле показывает, на каком участке записи (в какой временной интервал) и на какой частоте наблюдались максимальные колебания. В данном случае наибольшие колебания отмечены в диапазоне частот от 2.5 до 8–10 Гц. На горизонтальных составляющих максимальными были колебания на частотах 3.5–5 Гц на цуге поперечных волн, на вертикальной компоненте – на частоте 6–7 Гц.

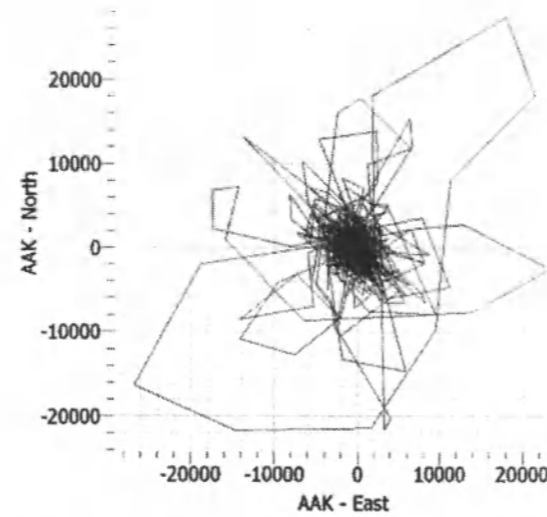


Рис.2. Проекция движения точки по записи станции Ала-Арча на горизонтальную плоскость.

Таблица 2

ID	Name	Component	Time reference	Start time	End time	Sampling frequency	dt	N samples	Duration	Rec x	Rec z
1	AAK	Vertical	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	0	-12345
2	AAK	North	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	0	-12345
3	AAK	East	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	0	-12345
4	AML	Vertical	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	-65,87999725	-85,43399811
5	AML	North	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	-65,87999725	-85,43399811
6	AML	East	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	-65,87999725	-85,43399811
7	CHM	Vertical	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	20,85600009	40,58000183
8	CHM	North	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	20,85600009	40,58000183
9	CHM	East	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	20,85600009	40,58000183
10	EKS2	Vertical	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	-59,54199982	3,378000021
11	EKS2	North	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	-59,54199982	3,378000021
12	EKS2	East	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	-59,54199982	3,378000021
13	KBK	Vertical	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	37,01200104	2,663000107
14	KBK	North	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	37,01200104	2,663000107
15	KBK	East	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	37,01200104	2,663000107
16	KZA	Vertical	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	62,22000122	-61,38399887
17	KZA	North	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	62,22000122	-61,38399887
18	KZA	East	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	62,22000122	-61,38399887
19	TKM2	Vertical	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	89,58999634	32,49700165
20	TKM2	North	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	89,58999634	32,49700165
21	TKM2	East	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	89,58999634	32,49700165
22	UCH	Vertical	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	1,562000036	-45,04399872
23	UCH	North	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	1,562000036	-45,04399872
24	UCH	East	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	1,562000036	-45,04399872
25	ULHL	Vertical	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	143,5670013	-41,55599976
26	ULHL	North	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	143,5670013	-41,55599976
27	ULHL	East	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	143,5670013	-41,55599976
28	USP	Vertical	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	0,4280000031	70,33000183
29	USP	North	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	0,4280000031	70,33000183
30	USP	East	21/09/2008 00:00:00	04:15:40.000000	04:17:40.000002	39,9999994	0,02500000037	4800	00:02:00.000002	0,4280000031	70,33000183

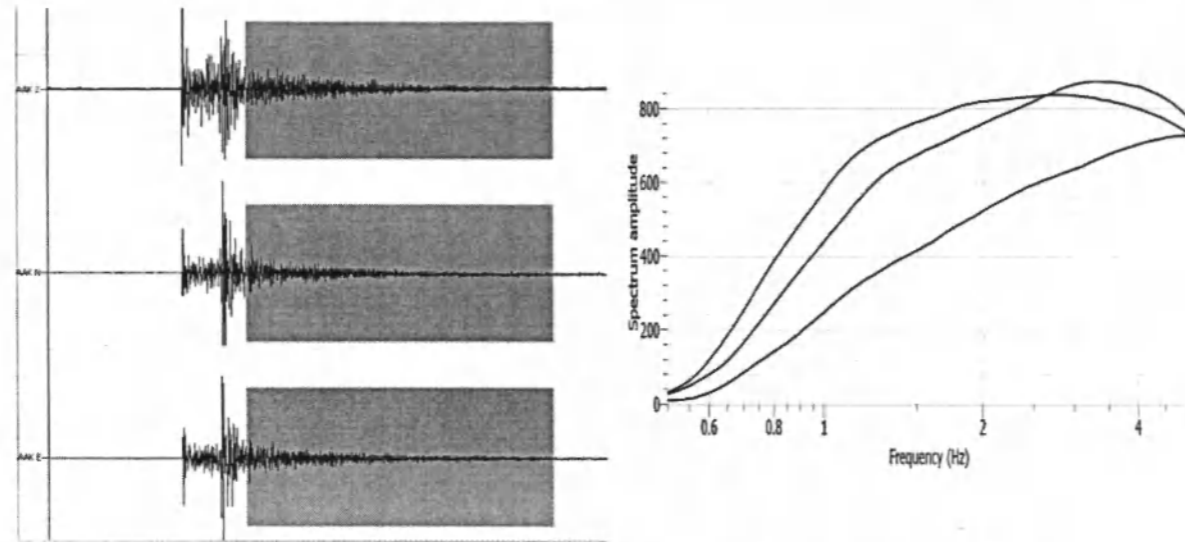


Рис.3. Участок записи, для которого построены огибающие спектров Фурье.

Одной из специальных программ, приведенных в пакете Geopsy, является программа, которая позволяет анализировать микросейсмы спектральным методом H/V [2]. Этот метод состоит в оценке отношения между амплитудными спектрами Фурье на горизонтальной (H) и вертикальной (V) компонентах, зарегистрированных на одной отдельной станции, и широко используется при микрорайонировании для выявления областей, в которых происходит локальное усиление колебаний грунта при землетрясениях.

На рис.5. приведена последовательность вычисления H/V отношений.

Вверху показана трех-компонентная запись микросейсм и выбраны два наиболее стабильных стационарных временных окна, в которых нет случайных помех. Далее для каждого временного окна выполнены вычисление и сглаживание амплитудных спектров Фурье, усреднение двух горизонтальных составляющих (используя квадратичное среднее), вычисление отношения среднего горизонтального спектра к вертикальному спектру для каждого окна и, наконец, вычисление среднего H/V отношения.

Спектральное отношение H/V является средней эмпирической передаточной функцией для пункта наблюдений, в котором получена запись микросейсм. По уровню передаточной функции можно судить о величине возможного сейсмического воздействия.

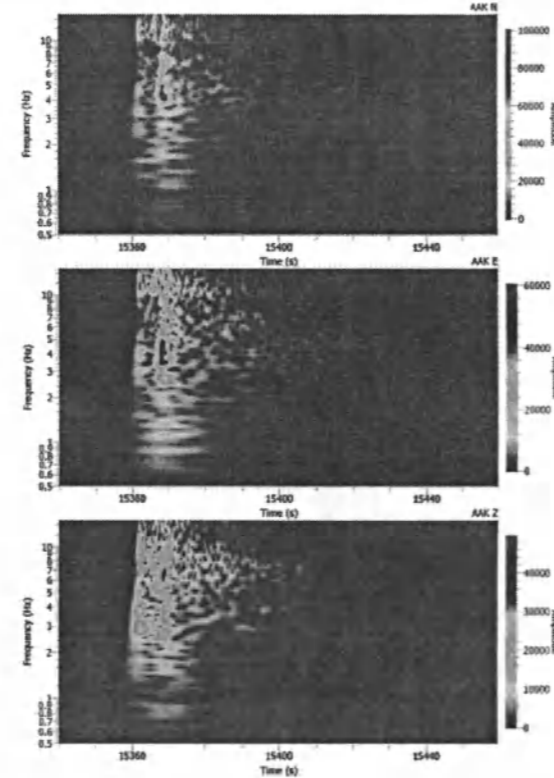


Рис.4. Спектрально-временное поле по записи землетрясения на станции Ала-Арча на трех составляющих.

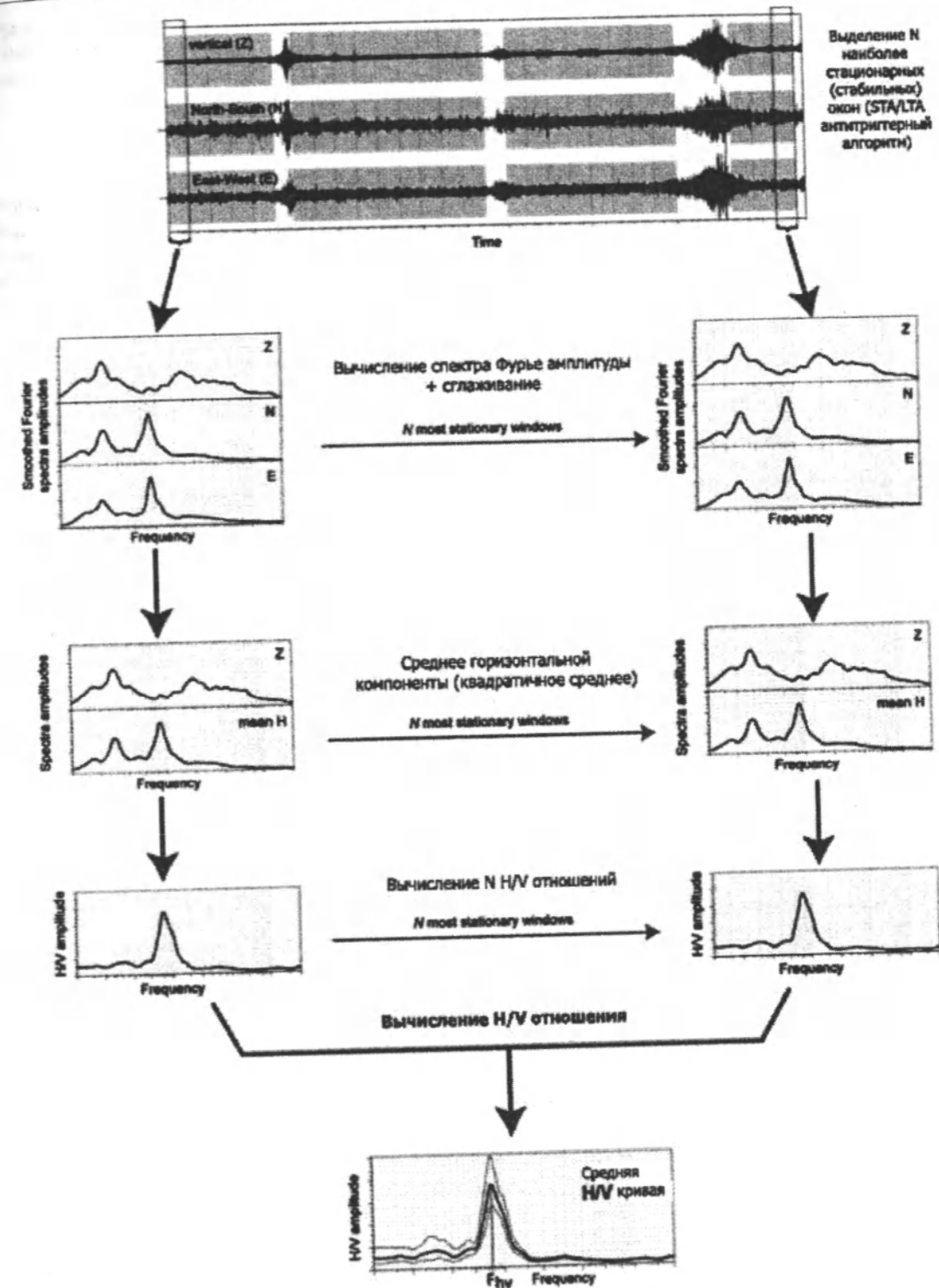


Рис.5. Схема последовательности вычисления H/V отношений.

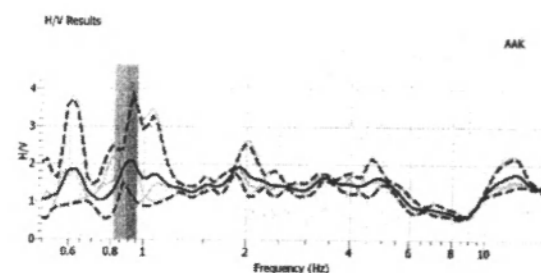


Рис.6. Спектральные отношения H/V для составляющих север-юг и восток-запад (показаны пунктиром) и средняя передаточная функция (сплошная линия).

На рис. 6 приведен пример вычисления средней эмпирической функции по выделенной на рис. 3 части записи землетрясения на станции Ала-Арча

Литература

1. Интернет-ресурс: www.geopsy.org
2. Nakamura Y. Clear Identification of Fundamental Idea of Nakamura's Technique and Its Applications // 12th Int. Conf. Earthquake Engineering, Auckland, New Zealand, 2000, Proceedings, №. 0084, 8.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ, РАСЧЕТЫ, ПРОГНОЗЫ

УДК: 636.088 (575.2) (04)

Состояние и перспективы производства шерсти

Б.М. РАИМЖАНОВ – соискатель

Actual problems of production and realization of wool are raised in the article. Homesteads must give particular attention to carrying out primary wool sorting. Efficiency and perspective of the whole branch depends upon it.

В настоящее время проблемы обеспечения населения республики продовольствием и улучшения жизненного уровня, наиболее актуальны.

Из всех видов сырья, получаемых от овцеводства, наибольшее значение имеет шерсть. Она пользуется огромным спросом для удовлетворения потребностей населения в разнообразных натуральных шерстяных изделиях. Поэтому если потребность в чисто шерстяных тканях возрастает, то в республике производство их имеет тенденцию к снижению. В дореволюционной России в 1913 г. было выработано 108 млн.м шерстяных тканей, в предвоенном – 1940 г. – 119,7 млн.м. в СССР – более чем 350 млн. м. Такое увеличение шерстяных тканей стало возможным благодаря значительному росту производства шерсти в СССР, например, в 1963 г. – 374 тыс.т против 192 тыс.т. в дореволюционной России [1].

Несмотря на успехи химической промышленности по изготовлению химических синтетических волокон, основную массу в комбинированных шерстяных тканях составляет натуральная овечья шерсть.

По шерстной продуктивности самым эффективным является овцеводство тонкорунного и полутонкорунного направления, производящее полутонкую и тонкую шерсть. С тонкорунных овец настригают шерсти значительно больше и

несравненно лучшего качества, чем с овец полу-грубошерстных, а тем более грубошерстных. Из тонких и некоторых полутонких шерстей вырабатывают самые высококачественные – камвольные (гладкие) и суконные – ткани. На один метр таких тканей требуется всего 300–400 г шерсти.

Во исполнение Постановления Союза ССР в 1969 году принято предложение Правительства тогдашней Киргизии по увеличению поголовья овец до 10,0 млн. голов, которое претворилось к 90-м годам прошлого века.

В то время государственные племенные хозяйства показывали наилучшие результаты по развитию продуктивности овцеводства. К примеру, в племенном заводе «Катта – Талдык» в 1968 году с каждой овцы настрижено по 4,3 кг шерсти и на сто маток получено по 103 ягненка; на Оргочорской опытной станции по овцеводству средний настриг шерсти с одной головы составил 4,2 кг, а выход молодняка – 100 ягнят, на Тянь-Шаньской опытной станции по животноводству соответственно по 3,9 кг шерсти, 110 ягнят, в колхозе «Заветы Ильича» Кантского района – 3,9 кг и 104 ягненка.

В ныне действующих госплемзаводах: «Оргочор», «Катта-Талдык», имени М.Н. Лушхиной, «Тянь-Шанский» и других в свое время выращивались овцы кыргызской тонкорунной и полутонкорунной тяньшаньской пород, шерсть, которых

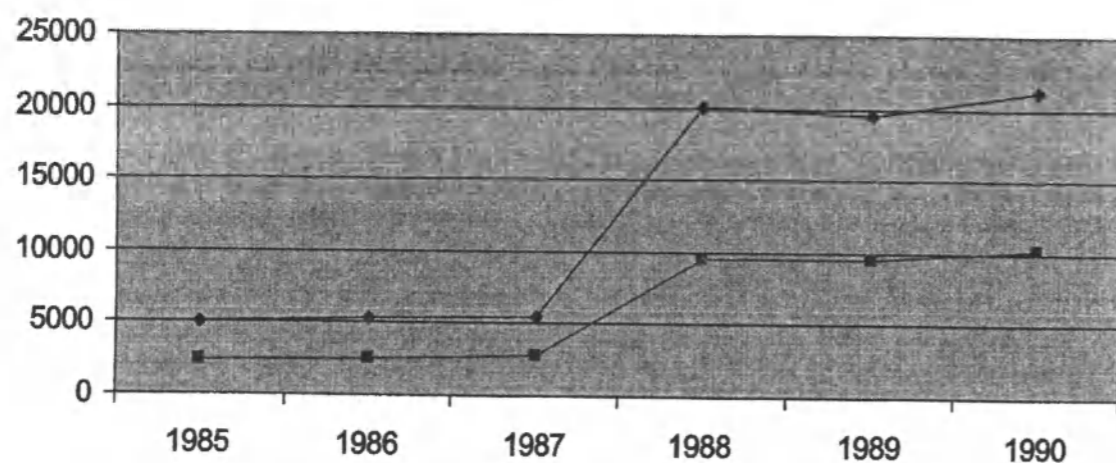
Таблица 1

Показатели сдачи шерсти в ПОШ за 1985–1990 годы

Год	Принято		Настриг шерсти на 1 гол., кг	Выход чистого волокна, %	Тонкая шерсть			
	в физ. массе	в чистом волокне			в чистом волокне	удельный вес, %	в том числе меринос	удельный вес, %
1985	5058,3	2734,6	3,51	50,1	2406,2	94,9	2106,4	87,5
1986	5352,8	2692,9	3,74	50,3	2583,4	95,9	2260,1	87,5
1987	5520,5	2850,6	3,73	51,6	2744,8	96,3	2341,5	85,3
1988	20040,7	11001,7	3,48	52,8	9582,2	90,5	7897,2	82,4
1989	19536,5	10881,7	3,45	54,1	9487,2	90,3	7883,5	83,1
1990	21232	11795,7	3,34	53,5	10261,1	90,3	8294,6	80,8

славилась высоким качеством и высокотоварностью на мировом рынке.

В классировке, упаковке, маркировке и транспортировании шерсти, в определении процента выхода чистого волокна осуществлялся контроль при сдаче шерсти фабрикой Первичной обработки шерсти (ПОШ). К примеру, в 1987 году сдачу шерсти единственной в республике Токмакской фабрике ПОШ по прямым связям производило 101 хозяйство, в том числе 94 хозяйства районов республиканского подчинения и племенные овцеводческие заводы. Результаты сдачи шерсти составили: в общей массе сданной шерсти – тонкой 96,3%, в том числе мериносовой – 85,3%, полутонкой – 3,7%. В полутонкой шерсти кроссбредной и кроссбредного типа – 87,5%. [2]



Динамика сданной шерсти в физической массе и тонкой шерсти в чистом волокне за 1985–1990 гг.

Анализ результатов сдачи шерсти за 1985–1990 гг, когда отмечалось стабильное развитие отрасли овцеводства республики приведен в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что за исследуемые 6 лет при численности овцепоголовья более 10 млн. по республике отмечалось резкое увеличение количества сданной шерсти: по сравнению с базовым 1985 годом в 1988 году в физической массе в 3,9 раза, а в 1990 году – в 4,2 раза, а также выход чистого волокна больше на 3,0 и 6,8%, соответственно. Доля тонкой шерсти в общем объеме сданных партий шерсти по видам занимала более 90% (из них мериносовая – 84,4% в среднем).

Из рисунка видно, что количество сданной шерсти из хозяйств на фабрику ПОШ, в том числе тонкой за эти годы неуклонно росло. Это свидетельствует о пике роста производства шерсти

Таблица 2

Производство шерстной продукции (в физ. весе) по годам и категориям хозяйств за 1991–2008 гг., т

Тип хозяйств	1999 г.	1995 г.	1999 г.	2003 г.	2005 г.	2008 г.
Хозяйства всех категорий	36544	14793	11239	10898	9980	10331
В том числе						
государственные	23642	2782	309	117	143	98
крестьянские (фермерские) хозяйства	37	2529	4044	5060	4995	5669
личные хозяйства населения	12865	9482	6886	5721	4874	4564

и в целом отрасли тонкорунного овцеводства по республике на период до 90-х годов (см. рисунок)

Недостаточный уровень развития хранения, переработки сельскохозяйственного сырья, невысокое качество выпускаемой продукции обусловили преимущественно сырьевую направленность вывоза продукции, в том числе шерсти.

В 1990 г. положение с товарооборотом АПК на межреспубликанском и мировом рынках резко осложнилось. Уменьшились объемы поставок шерсти (с 6692,2 тыс. руб. – 14,2% в общем объеме экспорта в 1989 г. до 1202,0 тыс. руб., или 2,3% – в 1990 г.). Снижение вывоза за последние годы было обусловлено низким качеством сырьевой переработки и повышенным требованиям к качеству на межреспубликанском и мировых рынках сырья. [3]

К началу 90-х годов на 100 га сельскохозяйственных угодий в республике приходилось 3,9 овец и производилось шерсти в 3,6 раза больше, чем в среднем среди республик бывшего Союза. По численности овец и производству шерсти на душу населения наша республика опережала среднесоюзный уровень в 5,3 раза и отставала по этому показателю лишь от стран мира с традиционным овцеводством – Новой Зеландии и Австралии. Удельный вес пастбищных кормов в рационе овец сократился до 30% (при норме 55%), рентабельность овцеводства в колхозах и совхозах ре-

спублики упала до 19%, а во многих хозяйствах и регионах отрасль стала убыточной [5].

Реорганизация общественного производства, начатая в силу земельной и аграрной реформы, не дала ожидаемых положительных результатов, что привело к спаду производства сельскохозяйственной продукции и, естественно, шерсти. [3, 6]

Приведенные в табл. 2 данные свидетельствуют о том, что наряду с сокращением численности овцепоголовья с 1991 г. до 2000 г. (на 60%) и в последующие годы, объем производства и сдачи шерсти уменьшился. Заготовка шерсти снизилась по сравнению с базовым 1991 годом в 1999 году в 3,3 раза, а в 2008 году – 3,5 раза. Наблюдается тенденция заметного снижения государственных хозяйств, занимающихся выращиванием и реализацией овцеводческой продукции (с доли 64,6% из всех имеющихся хозяйств в 1991 г. до 1,0% в 2008 году). Основная доля (более 90%) производства шерсти ныне приходится на крестьянские (фермерские) хозяйства и личные хозяйства населения [7].

По данным экспертов, в настоящее время в Кыргызстане заготавливается более 400–500 т мериносовой шерсти, что крайне недостаточно для полной загрузки мощностей таких крупных перерабатывающих прядильных предприятий, как Кыргызский комвольно-суконовый комбинат (ККСК) и АО «Касиет». Дополнительно необхо-

Таблица 3

Выход чистой шерсти по видам хозяйств

Хозяйство	Физ. вес грязной шерсти, кг	Нетто мытой шерсти, кг	Вых.	Получен сортимент шерсти, кг
ГПЗ им. Лушичина	5371	3113	58,0	Мер. 64 – I с – 1236 Мер. 64-II-реп. – 1877
ПЗ «Катта-Талдык»	4485	2425	54,0	Мер. 64 II реп. – 2425
Разные фермерские хозяйства	2003	875	43,7	Мер. 64 – I – 195 Мер. 64 II реп. – 680

димый объем шерсти в течение последних 4–5 лет приходится закупать из ближнего зарубежья (РФ и Казахстан).

С 2009 года начаты работы по анализу состояния заготовок шерсти по республике в разрезе государственных племенных заводов и крестьянских (фермерских) хозяйств, сравнения классических (традиционных) и передовых (европейских) методов классировки шерсти и по определению объема чистого выхода шерсти. Прослежена вся технологическая цепочка переработки шерсти: заготовка (классировка, фасовка и др.), первичная мойка, чесание, создание топса и пряжи. Ведутся анализы по экономическим показателям рентабельности и эффективности данной работы.

В порядке базы для опыта при содействии заинтересованных предпринимателей и ОФРМ была закуплена из ГПЗ («Катта-Талдык», им. М.Н. Лушчихина) и некоторых крестьянских (фермерских) хозяйств 14072 кг тонкой шерсти. Предварительные результаты показаны в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что процент выхода мытой шерсти в государственных племенных заводах с устоявшимся опытом ведения племенного дела на порядок выше (58 и 54%), чем в обычных частных крестьянских (фермерских) хозяйствах (43,7%).

Шерстная продуктивность овец за последние годы не растет, ее уровень не соответствует качественному составу имеющегося поголовья. Ежегодно шерсть сдается на фабрику ПОШ и комбинаты дефектной и сорно-дефектной, что резко повышает производственные затраты на ее обработку и выход продукции. В силу некачественной классировки шерсти в ГПЗ удельный вес низших сортов и недопустимых примесей преобладает, а в частных крестьянских (фермерских) хозяйствах она не учитывается совсем.

В условиях рынка и стандартных требований прядильных отраслей выращивание и реализация высококачественной шерсти является основным условием эффективности отрасли.

На основании изложенного выше, установлено, что имеющиеся в республике возможности для развития овцеводства используются недостаточно, за редким исключением, в хозяйствах не зависимо от форм собственности:

Не принимаются необходимые меры к укреплению кормовой базы, освоению и правильному использованию пастбищ.

Нет отвечающих зоогигиеническим нормам кошар.

Имеются серьезные недостатки в организации племенного дела.

Нет эффективного ведения ветеринарно-оздоровительных мероприятий.

Отмеченные недостатки сказываются на общем производстве и качестве шерстного сырья. Тем не менее, существующая база для развития овцеводства в республике, в том числе и для производства шерсти оставляет уверенность в том, что возможен перспективный рост в отраслях.

Литература

1. Владимиров В.Л., Григорьев Ю.Н., Жиряков А.М. и др. Основы интенсификации производства продуктов животноводства. М., 1987.
2. Справка качества и стоимости шерсти, проданной государству колхозами, совхозами и другими сельскохозяйственными организациями по прямым связям (1985–90г.). Бишкек, 1990.
3. Сельское хозяйство Кыргызской Республики 1991–1999, годовая публикация Нацстаткомитета КР. Бишкек, 2000.
4. Отчет ИСИ НСК за 1990–92 гг в Министерство образования КР. Бишкек, 1992.
5. Абдрашев М.А., Касымбеков Б.К. Мониторинг земельной и аграрной реформы // Экономика и статистика. 1998. №4.
6. Сельское хозяйство Кыргызской Республики 2004–2008, годовая публикация Нацстаткомитета КР. Бишкек, 2009.
7. Национальная политика племенного овцеводства и козоводства, публикация МСХ КР. Бишкек, 2000.

УДК 502.757 (575.2) (04)

К вопросу о мониторинге популяции непарного шелкопряда в Южном Кыргызстане

Ф.Г. АЮПОВ – канд. биол. наук

The problem of pheromone monitoring of gypsy moth population in the condition of the Southern Kyrgyzstan is considered in the article. Functional dependence between catching efficiency of pheromones' trap and gypsy moth population density have been found out. Mathematical model for estimation and monitoring conducting was proposed.

Неоспоримо огромное значение орехоплодовых лесов Жалал-Абадской области для хозяйственно-производственной и научной деятельности и сохранения благоприятной экологической обстановки в республике.

Непарный шелкопряд – злостный вредитель орехоплодовых лесов и иной растительности, и поэтому контроль за его численностью, отслеживание его развития, постоянный мониторинг являются важнейшей задачей соответствующих служб.

Почти все исследователи данной проблемы приходят к выводу, что зависимости между попаданием в феромонные ловушки и плотностью популяции непарного шелкопряда не существует, что, естественно, затрудняет контроль за развитием численности этого вредителя [1].

Для изучения этой проблемы нами была предпринята попытка проанализировать данные литературы, результаты собственных исследований и найти возможную зависимость между указанными показателями с тем, чтобы использовать ее для мониторинга популяции непарного шелкопряда в условиях Южной Киргизии. [3–8].

В биохимии существует понятие об изменении количества продукта ферментируемой реакции от количества и активности фермента, и эта зависимость описывается обычно гиперболической функцией, которая в приложении к биохимическим реакциям часто называется уравнением Михаелиса [2].

В данном случае количество пойманных феромонными ловушками самцов непарного шелкопряда (продукт реакции) можно рассматривать как результат плотности популяции непарного шелкопряда (сумма ферментов), и тогда эта зависимость может быть выражена в виде:

$$Y = \frac{ax}{b+x}, \quad (1)$$

где Y – количество пойманных самцов, шт.;
a – предел самцов, пойманных ловушкой, шт.;
x – плотность популяции;
b – константа половинного числа самцов, пойманных ловушкой.

Для решения задачи также необходима адекватная группировка статистических показателей по результатам экспериментальных исследований, для чего была использована вся доступная информация по данной проблеме. Здесь можно применять как статистику Гаусса-Стьюдента, так и Пуассона, т.е. и нормального распределения, и распределения редких событий, к которым можно отнести число пойманных самцов по сравнению с самцами во всей популяции.

Пользуясь группировками, применяемыми исследователями, такими как P – разреженная плотность популяции непарного шелкопряда, когда не встречаются ни гусеницы, ни кладки яиц; C – средняя (пять и менее кладок яиц непарного шелкопряда на дерево), H – низкая, (гусеницы и кладки яиц встречаются редко), B – высокая (более пяти кла-

Попадание самцов в ловушку в день в период лета

Группа	Номер групп, X	Число ловушек	Поймано $U \pm \Delta U$	Всего шт.	Поймано $U_p \pm \Delta U$
P	1	4	67±37	267±16	77±37
H	2	17	175±21	2973±55	140±21
C	3	9	167±25	1501±39	192±25
B	4	7	237±43	1662±41	237±43
Всего	10	37	646±66	6403±80	646±66

Примечание: средняя ошибка выборки 17,2 самца, интервал доверия 51,2 шт. самца.

док яиц на дерево) и, приняв весь массив данных за единую выборку, можно составить таблицу.

По методу наименьших квадратов получили следующее уравнение:

$$U_p = \frac{775,3 \cdot x}{9,11 + x} \approx \frac{770 \cdot x}{9 + x}, \quad (2)$$

(см. таблицу).

Данное уравнение и показатели таблицы однозначно свидетельствуют, что между попаданием в ловушки и плотностью популяции существует функциональная, тесная и высокодостоверная связь ($t \geq 3$), ($P > 0,99$).

Анализ также показывает, что в данном массиве выборки пределом попадаемости в феромонные ловушки является 775–776 самцов (775,3), когда плотность популяции непарного шелкопряда значительно превышает показатель числа кладок яиц, приходящихся на одно дерево (»5).

Имеющиеся данные можно также использовать для получения математической зависимости, когда в качестве показателя плотности популяции непарного шелкопряда употребляют не номер группы, а непосредственно число кладок яиц на дерево и в таком случае получается следующая зависимость:

$$Y = \frac{775,3x + 1953}{25,36 + x} \quad X = \frac{25,36y - 1953}{775,3 - y}, \quad (3)$$

где Y – число пойманных ловушкой самцов;

X – число кладок яиц на дерево,

Изложенное выше позволяет сделать вывод о том, что существует высокодостоверная функциональная связь между попаданием в феромонные

ловушки и плотностью популяции непарного шелкопряда, что можно использовать для феромонного мониторинга популяции.

В зависимости от поставленных задач для мониторинга можно использовать уравнения (2) и (3).

Литература

1. Мамытов А.М. Феромонный мониторинг Южно-Киргизской популяции непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.): Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Бишкек, 2009.
2. Ленинджер А. Биохимия. М., 1974.
3. Киреева И.М. Экология и физиология непарного шелкопряда. Киев: Наукова думка, 1983. 128 с.
4. Воронцов А.И. Биологические основы защиты леса. М., 1960.
5. Аюпов Ф.Г. и др. О плотности гусениц непарного шелкопряда и степени объедания ими ветвей. Биологические исследования в орехо-плодовых лесах Южного Кыргызстана. Жалал-Абад, 2009. С. 38–39.
6. Аюпов Ф.Г., Ашимов К.С., Джапаров Э.Б. Ущерб, наносимый вредителями листьев и плодов в фисташниковых редколесьях, и обоснование проведения биологических лесозащитных мероприятий // Матер. республик. научно-практ. конф. Экология и природные ресурсы Тянь-Шаня. Ош, 2002. С. 152–154.
7. Ашимов К.С. Дендрофильные насекомые орехово-плодовых лесов Юго-Западного Тянь-Шаня: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Бишкек, 2006.
8. Терентьев П.В., Ростова Н.С. Практикум по биометрии. Л., 1977. 152 с.

УДК 913.1 (575.2) (04)

Влияние исторических и географических факторов на взаимоотношения КНР и государств Центральноазиатского региона

Г.Э. ТУРСУНБАЕВА – аспирант

This article discloses historical relationship of Central Asia and the People's Republic of China. Role of the Great Silk Road in this process and its renaissance in modern time. It is given a historical geography of Central Asia area, as well as the theory of H.Mackinder "Pivot area", that plays the principal role in world balance. Geopolitical and trade-economic interests of China in Central Asia are discernible.

Прежде чем рассматривать влияние географических и исторических факторов на взаимоотношения Китая и государств Центральноазиатского региона, попытаемся понять, что же представляет собой Великий Шелковый путь. Именно он был одним из наиболее значительных достижений в истории мировой цивилизации. Разветвленные сети караванных дорог пересекали Европу и Азию от Средиземноморья до Китая, служили в древности и средневековье важным средством торговых связей и диалога между культурами Запада и Востока. Наиболее протяженный участок, начиная с Китая по Ганьсуйскому коридору, проходил через коридоры Средней Азии и Казахстана, поэтому здесь был широко распространен процесс взаимообмена мировых религий, алфавита и культуры.

Торговля по этому пути велась многими товарами (предметами роскоши, украшениями из драгоценных металлов и камней, дорогой утварью, тканями, редким дорогим сырьем). Основным и наиболее ценным товаром, вывозившимся с конца первого тысячелетия до н.э. из Китая на Запад, был шелк. Благодаря своим высоким потребительским и гигиеническим качествам шелк высоко ценился далеко за пределами Китая в странах Востока и Запада, в кочевом мире. Види-

мо, именно поэтому трансконтинентальная торговая трасса получила название «Великий Шелковый путь»¹.

Великий Шелковый путь – это система путей, сыгравшую важную роль в жизни народов не только Центральной Азии и Китая, но и всей Евразии. Это источник – товаров и информации, предмет раздоров и войн. Он часто определял политику, судьбу и жизнь целых государств и народов. Здесь происходила значительная миграция населения и активная торговля. В результате частых переселений кочевых народов Центральной Азии и многочисленных контактов с Китаем происходил активный процесс обмена духовными и материальными ценностями. Великие империи и малые государства, кочевники и земледельцы, политики и дипломаты, полководцы и разведчики, торговцы и миссионеры – все они пытались установить свой контроль над возможно большей частью пути, сооружали караван-сарай, строили крепости, держали военные гарнизоны.

Позже, в XVIII и особенно в XIX вв. эти трассы становятся путями передвижения русских и западноевропейских путешественников,

¹ Табышалиев С. Кыргызстан на Великом Шелковом пути. Бишкек, 1992. С.6.

изучавших в то время природные богатства нашего региона и сопредельных с ним территорий. В советское время СССР и Китай подписали соглашение о строительстве «Дороги Дружбы» через Джунгарские ворота – равнинную местность на стыке двух горных хребтов между Казахстаном и КНР. К 1965 г. с советской стороны работа была завершена: железнодорожная колея подошла к пограничной станции Дружба, однако китайское строительство не было завершено. И в 1990 г. состоялась стыковка: был построен участок Дружба-Алашаньюку, который связал железные дороги Китая и республик Центральной Азии в единую транспортную связь. В наше время по многим из древних караванных путей проложены автомобильные и железные дороги, и они стали путями дружбы и братства с другими народами зарубежных государств.

В последние годы в связи с углублением процесса глобализации, международных экономических связей на евразийском континенте и ожидающимся ростом грузопотоков между Восточной Азией и Европой все более актуальной становится идея возрождения Великого Шелкового пути – создание комплексного евразийского трансконтинентального моста. Эта идея неоднократно дискутировалась на международных конференциях с участием представителей Китая, Японии, Южной Кореи, России, государств Центральной и Юго-Восточной Азии, Закавказья и стран, входящих в европейское экономическое сообщество. Предполагается, что создание такого моста на базе реконструкции старых и строительства новых железнодорожных линий позволит сократить путь на 8–15 тыс. км. Реализация этого проекта, поддерживаемая экономической и социальной комиссией ООН (ЭСКАТО), рассматривается многими специалистами и его разработчиками как союз с целью развития экономики стран Европы и Азии.

В результате в XX в. реализация проекта Великого Шелкового пути означает создание мощной системы транспортных коммуникаций, обеспечивающих республикам Центральной Азии выход на мировые рынки. Идея разработки трансконтинентального проекта обрела реальные контуры в мае 1995 г.; государства Европейского союза подписали Брюссельскую декларацию о разработке транспортного коридора «Европа-Кавказ-Азия» (TRACECA), который стал трактоваться как современная модификация Великого Шелкового пути. Протяженные участки шелко-

вого пути проходили по коридорам современной Центральной Азии, поэтому хотелось бы более подробно остановиться на том, что конкретно представляет ареал Центральной Азии.

До настоящего времени известны два определения ареала или региона Центральной Азии:

- историко-географическое;
- современное геополитическое, причем оно весьма активно используется в международном политическом вокабуляре сравнительно недавно – после развала СССР в 1991 году.

С точки зрения исторической географии, ареал Центральной Азии включал обширный регион от Каспийского моря на западе до озера Байкал на востоке, от Уральских гор на севере до Куньлуня на юге, т.е. при таких географических границах под понятие «Центральная Азия» попадают целые государства (Кыргызстан, Казахстан, Таджикистан, Узбекистан, Туркменистан, Афганистан, Монголия) и достаточно крупные территориальные сегменты некоторых стран, в том числе России, Ирана, Китая¹.

В Центральноазиатском регионе, называемом нередко в научной литературе «сердцем» Азии, ее «стержнем», «перекрестком», «коридором Центральной Евразии», и, наконец, «воротами Азии», начиная с античности и раннего средневековья, сталкивались в конфликтном противоборстве самые различные культуры: римская и степная, тюркская и иранская, арабская и китайская. Центральная Азия – также зона тюрко-славянского, тюрко-китайского, тюрко-персидского соприкосновения и взаимопроникновения. С геополитической точки зрения, этот регион всегда выступал предметом завоеваний как «промежуточный пояс», «буферная», «серединная» зона, предохраняющая от непосредственного соприкосновения. По мнению британского геополитика Х.Маккинтера, «осевой регион» («the Pivot area»), иначе «хартленд» («Heart-land»), Евразии, включающий большую часть России и Центральную Азию, играет определяющую роль в расстановке сил на планете. А государство, которое получит контроль над этой территорией, будет господствовать в Евразии и даже во всем мире².

Его идеи вызвали много споров, но тем не менее вошли в концептуальный аппарат внешней

¹ Иманалиев М. Кыргыз – кто мы? Где мы? Куда мы? Акипресс № 8–9, 2001. С.3.

² Ahrari E. The Strategic Future of Central Asia: A View from Washington // Journal of International Affairs, 2003. Vol. 56. №2. P.159.

политики США в эпоху «холодной войны». После распада Советского Союза многие ученые и журналисты сочли необходимым пересмотреть тезисы Маккинтера, утверждая, что именно данный регион – главная арена борьбы за влияние в мире между Россией, США, Китаем, Турцией, Ираном и его по праву можно назвать «осевым». Основываясь на анализе теорий Маккинтера, Д.Слоун пишет, что «Центральная Азия вновь стала ключом к безопасности всего евразийского континента». Кандидат политических наук Сайрагул Матикеева в своей статье «Наследие Маккинтера: пророчество или?» пишет, что именно Кыргызстан – сердцевиной «осевого региона». Местоположение нашего государства дает возможность устанавливать связи с самыми разными странами и регионами. Например, отмечает она, усилить свое влияние в Кыргызстане и даже постепенно «поглотить» его стремится Китай. С ее точки зрения, причина такого поведения Поднебесной – желание превратиться в Хартленд³.

Взаимоотношения Кыргызстана и Китая имеют глубокие исторические корни. Неоднократные попытки присоединить кыргызские земли Поднебесная предпринимала вплоть до XX столетия. Пик войн между Китаем и Кыргызстаном за территории пришелся на XVII–XIX века⁴. Затем, с приходом в Кыргызстан России, эти попытки были приостановлены. После приобретения независимости стран Центральной Азии были окончательно решены трансграничные вопросы с Китаем, в том числе и с Кыргызстаном. Некоторые политические силы нашей республики считают, что этот факт может стать началом кардинального размежевания территорий Кыргызстана в пользу КНР.

А.Д. Воскресенский отмечает, что «Подписанное в 1996 г. соглашение о границе и урегулировании пограничных вопросов между Россией, государствами Центральной Азии и Китаем ознаменовало тот факт, что формальная «потеря» этих территорий для России после распада Советского Союза фактически означала отход от тотального контроля над буферной зоной, которую при нынешнем состоянии равновесия ни одна из стран

³ Sloan G. Sir Halford J. Mackinder: The Heartland Theory Then and Now. Journal of Strategic Studies, 1999. Vol. 22. № 2/3. P. 32.

⁴ Матикеева С. Наследие Маккинтера: пророчество или?... Центральная Азия и Кавказ. №4(40), 2005. С.29.

⁵ Омаров Н.М. Международные отношения в эпоху глобального развития. Бишкек, 2003. С.79.

не смогла сохранить в своем исключительном владении»⁴.

Веки новейшей истории во многом подтвердили подобную оценку. Как заметил уже в наши дни Ч.Айтматов, «Центрально-азиатский регион сейчас в фокусе соединил в себе тенденции наступающей информационной эпохи, трансформацию традиционных ценностей и утрату недавних, на этот регион упала густая тень фундаментализма, рядом с ним плещется бескрайнее море почти полутора миллиардного Китая и миллиардного индийского субконтинента. Здесь все напряжено. Здесь мы находимся на распутье. Либо этот регион издревле захлестнут волны бесконечно долгих конфликтов, либо он станет точкой роста будущего, зоной евразийского и гуманистического синтеза культур»⁵.

Исторически Центральная Азия была сферой активных геополитических и торгово-экономических интересов Китая. В течение многих веков этот регион был своеобразным мостом, где перекрещивались интересы различных народов. Как мы отметили выше, через Центральную Азию проходил трансевразийский Великий Шелковый путь, связывавший торговые центры Китая не только с азиатскими странами и народами, но и с Европой. В эпоху Ранней Хань (206 г. до н.э. – 23 г. н.э.) на территории «Западного края» – «Си-юя» (так в древности называли территории к Северо-Западу от нынешней провинции Ганьсу) впервые появляются китайские посольства, в частности, под главенством известного Бань Чао, выполнявшего не только дипломатические, но и разведывательные функции. Они выясняли возможности создания союзов против северных кочевников сюнну (гуннов), искали способ, позволяющий наилучшим образом воспользоваться торговыми путями, пролежавшими через эти районы, приобрести лошадей.

С этого времени Западный край находится в сфере постоянных политических интересов Китая, стремившегося в периоды наибольшей внутренней стабильности хотя бы периодически закрепляться на этих территориях. Притязания китайских правителей на те или иные владения и районы имели отшлифованные веками идеологические обоснования.

⁴ Воскресенский А.Д. Россия и Китай: теория и история межгосударственных отношений. М., 1999. С.176.

⁵ Айтматов Ч.Т. Грядет век просвещения // Слово Кыргызстана. 1997. 18 июля.

вания во внешнеполитической доктрине¹. Работы ряда видных российских исследователей дают надежный ключ к пониманию этих проблем. Так, на исторических картах Китая еще не так давно многие территории, веками осваивавшиеся кыргызами и казахами, изображались владениями Поднебесной. Китайские историки тщательно фиксировали и включали в династийные хроники факты кратковременных завоеваний и обладания местностью в древности, что приобретало статус исторического документа, говорили о распространении китайской государственности на западе вплоть до Российского Причерноморья².

Общая граница с тремя из Центральноазиатских государств (Казахстаном, Кыргызстаном и Таджикистаном) открывает в целом благоприятные возможности для наращивания китайского присутствия и влияния. «Китай – это потенциально самая серьезная проблема для российской геополитики – считает А.Ф. Федоров, – Склады

¹ Дубровская Д.В. Судьба Синьцзяна. Обретение Китаем «Новой границы» в конце XIX в. М.: ИДВ РАН, 1998. С.14.

² См. Бокцианина А.А., Мартынова А.С. Статус Тибета в XVII–XVIII вв. в традиционной китайской системе политических представлений. М., 1975; Васильев Л.С. Древний Китай. Т.1–2. М.: Ид. Фирма «Вост. лит.» РАН, 1998; Крюков М.В., Краля Ю.Л. Сыма-Цянь.

УДК 325.1 (575.2) (04)

Влияние мирового экономического кризиса на положение семей трудовых мигрантов

Н.А. КАРТАНБАЕВА – аспирант

The research results of influence of the World Economic Crisis on situation of labour migrants' families in the period of the crisis are presented in this article.

До экономического кризиса внешняя трудовая миграция из Кыргызстана в значительной степени снижала напряжение на рынке труда,

связанного с безработицей, высокой инфляцией и низким окладом труда. Денежные переводы от мигрантов поднимали благосостояние их домо-

хозяйств. По прогнозам Всемирного банка [1], в результате кризиса около 35 миллионов человек в странах Восточной Европы и Центральной Азии в 2009 – 2010 годы станут бедными. Согласно оценкам МОТ, число «работающих бедных» – людей, зарабатывающих менее 2 долларов в день на человека (черта бедности в бедных странах), – может возрасти до 1,4 миллиарда, что составляет 45% всего занятого населения мира [2]. По официальным данным, с наступлением кризиса денежные переводы от гастарбайтеров сократились на 30%.
В данной статье, опираясь на анализ вторичной информации, а также эмпирическое исследование, проведенное нами, рассмотрим на основные проблемы семей трудовых мигрантов.

³ Федоров А.Ф. Перспективы России в мировой системе координат XXI века. М.: Научная книга, 2000. С.

в поисках мирного, стабильного внешнего окружения, жизненно необходимого для радикальной модернизации китайского общества и превращения его к середине XXI века в общество «среднего достатка» Китай решительно пересмотрел многие свои прежние внешнеполитические установки, взял курс на взаимодействие и сотрудничество со своими соседями. Эта обновленная линия получила активный встречный отклик не только со стороны государств Центральноазиатского региона, перед которыми встала принципиально новая политико-дипломатическая дилемма: найти оптимальный баланс тесного взаимодействия стран Центрально-азиатского региона с Пекином.

Материалы и методы. Для исследования были использованы качественные методы:

- анализ вторичной информации;
- 15 всесторонних интервью с семьями трудовых мигрантов;
- 8 экспертных опросов – интервью с сотрудниками государственных и неправительственных организаций.

Методом полуструктурированного интервью было опрошено 200 респондентов. Из них 40% составили женщины и 60% мужчины. Все участники опроса имеют миграционный опыт, были на заработках в России или в Казахстане до и во время экономического кризиса, являются гражданами Кыргызской Республики. По типу поселения городские жители составили 34%, сельские жители – 66%. Местом постоянного проживания респондентов являются Чуйская (34%), Ошская (34%) области, города Ош (16%) и Бишкек (16%). Отбор респондентов осуществлялся методом снежного кома.

Результаты и обсуждение. По прогнозам Всемирного банка, кризис еще сильнее ударит по бедным семьям в Центральной Азии. К 2010 году количество бедных может увеличиться еще на 10 миллионов человек. Это означает, что из позитивных результатов сокращения бедности, достигнутых за прошлые 10 лет, полностью теряется одна третья часть.

Уроки прошлых кризисов в этом регионе показывают, что временный экономический шок оказывает длительное влияние на человеческое развитие, поскольку семьи вынуждены сокращать свои затраты на образование и здравоохранение, реагируя на банковский кризис или изменения обменного курса, пишется в докладе [3].
В соответствии с докладом «Глобальные тенденции занятости» в данное время «Происходит

значительный рост числа людей, пополняющих ряды безработных, становящихся бедными или оказывающихся в незащищенных условиях. Согласно оценкам МОТ в 2009 году, если ситуация будет продолжать ухудшаться, число безработных в мире по сравнению с 2007 годом увеличится более чем на 50 миллионов человек.

В 2009 году доля незащищенных занятых и людей, имеющих надежную работу, по самому пессимистическому сценарию, может достичь 53% занятого населения [4].
В исследованиях, направленных на изучение влияния миграции на положение семей, подчеркивается ряд положительных и отрицательных изменений.

К положительным изменениям относят: улучшение материально-экономических и жилищных условий; повышение профессионального опыта самого мигранта и возможность дать образование детям; повышение личного статуса; реализация возможности жить в большом культурном центре.

К отрицательным последствиям относят: ухудшение здоровья; семейных отношений, разводы; ухудшение материально-экономических и жилищных условий; понижение личного статуса.

Самое привлекательное для семьи от трудовой миграции – это денежные переводы. Согласно количественному опросу, 80% опрошенных трудовых мигрантов отметили положительно влияние миграции на их семьи.

К положительным эффектам для семьи трудовые мигранты отнесли:

- улучшение материального положения – 82%;
- приобретение необходимых вещей/услуг/имущества – 65%;
- улучшение жилищных условий – 70%;

Согласно информационному источнику «САН-News», «В 2008 году трудовые мигранты отправили домой в Киргизию свыше одного миллиарда долларов. Это сопоставимо с размером всего бюджета республики. В ВВП Кыргызстана переводы составляли 30%–35%» [5].

Экономический кризис внес свои коррективы в семьи трудовых мигрантов. Например, семьи, которые проживали на юге, пострадали более значительно (54%), чем семьи трудовых мигрантов, проживающие на севере (46%).

Согласно нашему исследованию, заработок у 60% трудовых мигрантов в России и в Казахстане сократился почти на 30–50% от прежнего

Таблица 1

Заработная плата за месяц до и во время кризиса (долл. США)

Заработок	Россия		Казахстан	
	до кризиса	во время кризиса	до кризиса	во время кризиса
Средний	600	400	450	300
Минимальный	400	300	250	150
Максимальный	1300	1000	900	500

Таблица 2

Денежные переводы до и во время кризиса, % от заработка

Заработок	Россия		Казахстан	
	до кризиса	во время кризиса	до кризиса	во время кризиса
Средний	40	20	35	15
Минимальный	30	10	15	5
Максимальный	60	40	40	20

уровня. В связи с этим они не могут посылать на родину столько денег, сколько посылали раньше (табл. 1, 2).

Мнение эксперта: «Заработная плата трудящихся-мигрантов связана непосредственно с объемом выполняемых ими работ и ниже той, которая выплачивалась бы национальным рабочим соответственно: на сельскохозяйственных работах они могут заработать в сезон от 1 до 3 тысяч долларов США; на других работах в зависимости от специализации они могут получить от 200 до 300 долларов США в месяц¹. Для приехавших в поисках денег эти суммы значительны, хотя и не соответствуют содержанию выполняемых ими работ. С наступлением кризиса оплата за труд мигрантов стала ниже».

С сокращением заработка в России и Казахстане сократились и денежные переводы от трудовых мигрантов. Традиционно мигранты используют несколько путей передачи денег своим семьям: например, путем перевода через «Вестерн Юнион» или путем передачи через знакомых, друзей или посредников. Те, кто имел проблемы, когда семья вовремя не получала деньги, или получала часть, стараются использовать первый путь, либо привозят накопленные деньги с собой. Последний путь также ненадежен, поскольку деньги могут под различным предлогом изъять при переходе границы. Некоторые респонденты на часть зар-

¹ Для сравнения среднемесячная номинальная заработная плата работника в Казахстане в 2007 году составила 450 долларов (курс доллара здесь и далее по тексту взят 120 тенге за 1 доллар США).

ботанных денег покупают вещи для членов семьи, так как это им обходится дешевле. В случае, когда мигрант не может присылать деньги ежемесячно, семья берет в долг, а потом, по степени поступления денег, выплачивает его частями.

Данные обследования АБР в 2006 г. показали, что большинство мигрантов (78,5%) используют ОДП через коммерческие банки и их филиалы, т.е. формальные каналы, и что большая часть переводов (78,2%) поступает в страну через этот канал [6].

По информации Всемирного банка, 38% кыргызских гастарбайтеров в месяц дважды отправляют на родину деньги, 19% – один раз в месяц. Более 30% кыргызских мигрантов в месяц посылает 50–100 долларов, 17% – 150–200 долларов, 1,5% – около 2000 тысяч долларов в месяц. По официальным сведениям, через банки в прошлом году был отправлено в Кыргызстан 800 млн. долларов. Неофициальные источники дают другие цифры, в два раза превышающие названную – более одного миллиарда [7].

На вопрос: Удавалось ли Вам передавать деньги для Вашей семьи во время кризиса? Ответили: отправлял/а столько же сколько раньше – 7%; да, но гораздо меньше, чем раньше – 25%; нет, денег самим не хватало – 50%; иногда, когда получалось – 18%.

Согласно качественному исследованию, трудовые мигранты стали зарабатывать гораздо меньше, что отразилось на их денежных переводах. До кризиса валютные перечисления преимущественно тратились на текущие расходы и ко-



Рис. 1. На что Ваша семья тратила полученные деньги, %.

пились на недвижимость, на сегодняшний день снижение валютных перечислений усугубляет материальное положение семей (рис. 1, 2).

Наше исследование находит подтверждение в других работах. Так, согласно исследованию Центра по социально-экономическим исследованиям в Кыргызстане (CASE Kyrgyzstan) – «Сравнение структуры расходов домохозяйств до кризиса и после начала кризиса, когда сократились денежные переводы мигрантов, показывает определенные тенденции:

- увеличилась доля расходов на текущее потребление, что при прочих равных условиях характеризует снижение доходов домохозяйств; сократились расходы на предметы длительного пользования – бытовую технику;
- остались на прежнем уровне доли расходов на недвижимость (из бесед с мигрантами, это расходы на завершение начатого строительства, ремонта);
- не изменились расходы на оплату контрактного обучения – выполнение взятых ранее обязательств; на проведение тоев, поминок – эта статья расходов также не изменилась под влиянием кризиса;
- сократились расходы на «другое», где респонденты указывали такие направления, как лечение и отдых, в основном для родителей;
- домохозяйства стали относительно меньше тратить и соответственно относительно больше накапливать деньги» [8].

Таким образом, денежные переводы от трудовых мигрантов значительно снизились, струк-

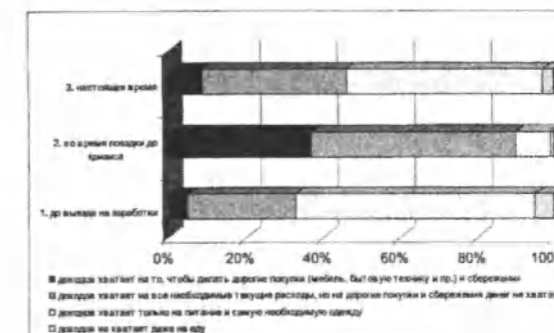


Рис. 2. Как бы Вы могли охарактеризовать материальное положение семьи по месту постоянного проживания до того, как Вы начали ездить на заработки, до кризиса и в настоящее время, %.

тура расходов домохозяйств до кризиса и после начала кризиса изменилась в сторону увеличения процента на текущее потребление и сокращение расходов в пользу накоплений. В общей сложности благосостояние домохозяйств мигрантов в период кризиса снизилось.

Литература

1. Доклад Всемирного банка, Информационное агентство «Азааттык», www.azattyk.org, Кенжалы Есберген, 04.12.2009.
2. МОТ, «Глобальные тенденции занятости», январь 2009 г. <http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public>
3. Доклад Всемирного банка, Информационное агентство «Азааттык», www.azattyk.org
4. МОТ, «Глобальные тенденции занятости», январь 2009 г. <http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/publication>
5. Расов С. Мигранты Центральной Азии 10:17 10.11.2009 <http://www.baromig.ru/single/news>
6. Отчет «Переводы международных мигрантов и бедность в Кыргызской Республике», 2007 год, Проект АБР «Исследование по переводам международных мигрантов в Центральной Азии и на Южном Кавказе»
7. Интернет-ресурс: www.azattyk.org/content/article/1336777.html 31.10.2008
8. Воздействие мирового экономического кризиса на трудовую миграцию из Кыргызстана в Россию: Качественный обзор и количественное исследование. Бишкек, 2009. 110 с.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ЭКОБИОМЕДИЦИНЫ

УДК 502.72(476) (575.2) (04)

**Цитогенетические эффекты
в популяциях дикорастущих растений
природно-техногенных экосистем Прииссыккуля**

Б.К. КАЛДЫБАЕВ – канд.биол.наук, докторант

Cytogenetic effects in the populations of wild plants grow in natural and technogeny ecosystems of Issyk-Kul region are shown in the article.

Длительное нахождение популяций растений на территориях с повышенным естественным радиационным фоном может приводить к возникновению изменений в их генетическом аппарате и проявляться фенотипически в виде снижения их биопродуктивности, фитопатологий и морфозов вегетативных и генеративных органов [1–3]. Одним из методов биодозиметрии является метод цитогенетического анализа. Путем учёта хромосомных aberrаций делаются попытки оценить мутагенные свойства повышенного фона радиации на территориях, обусловленных близким залеганием к поверхности рудных жил, в районах техногенных провинций, хвостохранилищах, отвалах, содержащих повышенные концентрации тяжелых естественных радионуклидов [4, 5]. В связи с этим наблюдения за хронически облучаемыми популяциями дикорастущих растений представляет особый интерес. Исходя из изложенного выше, основной задачей исследования явилось определение уровня мутагенного фона среди популяций дикорастущих растений в природно-техногенных экосистемах Прииссыккуля.

Материал и методы исследований. В качестве объектов исследований были выбраны семена дикорастущих растений: Гармалы обыкновен-

ной (*Peganum harmala*), Одуванчика (*Trachasium sp.*), Подорожников (*Plantago maritime*), (*Plantago lanceolata*), произрастающих на территории Прииссыккуля. При проведении хромосомного анализа использовали методику приготовления временных давленных препаратов из меристематических зон корешков. Хромосомные мутации учитывались анателофазным методом согласно рекомендациям, изложенным в методических работах Туркова и др., [6]. Статистическую обработку полученных результатов проводили методом вариационной статистики [7]. Анателофазные пластинки анализировали с помощью светооптического микроскопа фирмы Leica DM LB 2 с программным обеспечением Bio Vision 4.0 и фотонасадкой Leica DFC 320.

Результаты и их обсуждение. Результаты цитогенетических исследований показали, что средний уровень мутабельности популяций дикорастущих растений Прииссыккуля составляет 2,2%, частота хромосомных нарушений – 1,6–4,2%. Всего было просмотрено 7500 клеток, выявлено 163 хромосомных нарушений, из них одиночных фрагментов – 45,4%, хроматидных мостов – 28,8%, парных фрагментов – 6,1%, хромосомных мостов – 12,3%, отстаиваний хромосом – 7,4% (см. таблицу, рис. 1).

Частота хромосомных нарушений в клетках корневых меристем дикорастущих растений Прииссыккуля

№ проб	Вид растений	Кол-во просм. анатело фаз	Типы aberrаций						Отставания хромосом		Всего нарушений	Анатело фазы с нарушениями	
			Одиночные фрагменты		Хроматидные мосты		Парные фрагменты		Хромосомные мосты				%
			Число	%	Число	%	Число	%	Число	%			
1	<i>Trachasium sp.</i>	500	6	60	2	20	–	–	–	–	–	10	2,0±0,62
2	<i>Peganum harmala</i>	500	4	50	3	37,5	–	–	–	–	1	1,25	1,6±0,56
3	<i>Trachasium sp.</i>	500	9	43	5	24	3	14	2	9,5	2	9,5	4,2±0,89
4	<i>Peganum harmala</i>	500	10	58,8	3	17,6	1	5,9	1	5,9	2	11,8	3,4±0,81
5	<i>Trachasium sp.</i>	500	5	55,6	3	33,3	–	–	–	–	–	–	1,8±0,59
6	<i>Trachasium sp.</i>	500	7	63,6	3	27,3	–	–	–	–	–	–	2,2±0,65
7	<i>Peganum harmala</i>	500	4	57,1	2	28,6	–	–	–	–	–	–	1,4±0,52
8	<i>Plantago maritime</i>	500	6	60	2	20	–	–	–	–	–	–	2,0±0,62
9	<i>Trachasium sp.</i>	500	5	31,2	3	18,8	2	12,5	4	25	2	12,5	3,2±0,78
10	<i>Plantago lanceolata</i>	500	3	33,3	3	33,3	1	11,1	2	22,2	–	–	1,8±0,59
11	<i>Trachasium sp.</i>	500	4	36,3	3	27,3	1	9,1	2	18,2	1	9,1	2,2±0,65
12	<i>Trachasium sp.</i>	500	2	22,2	5	55,6	–	–	–	–	2	22,2	1,8±0,59
13	<i>Plantago lanceolata</i>	500	5	62,5	3	37,5	–	–	–	–	–	–	1,6±0,56
14	<i>Trachasium sp.</i>	500	2	22,2	4	44,4	1	11,1	1	11,1	1	11,1	1,8±0,59
15	<i>Trachasium sp.</i>	500	2	25	3	37,5	1	12,5	2	25	–	–	1,6±0,56
		7500	74	45,4	47	28,8	10	6,1	20	12,3	12	7,4	2,2±0,64

Примечание: №1 – Одуванчик со светло-бурых почв (с. Тон), №2 – Гармала обыкновенная со светло-бурых почв (с. Тон), №3 – Одуванчик с территории техногенной урановой провинции Каджи-Сай, №4 – Гармала обыкновенная с территории хвостохранилища, №5 – Одуванчик со светло-бурых почв (Кара-Ой), №6 – Одуванчик с серо-бурых почв (с. Тамчи), №7 – Гармала обыкновенная с серо-бурых почв (с. Сары-Камыш), №8 – Подорожник приморский со серо-бурых почв (с. Кызыл-Туу), №9 – Одуванчик с горных светло-каштановых почв (с. Боз-Тери), №10 – Подорожник ланцетный с горно-долинных светло-каштановых почв (с. Шалба), №11 – Одуванчик с горно-долинных светло-каштановых почв (с. Григорьевка), №12 – Одуванчик с горно-долинных светло-каштановых почв (с. Топ), №13 – Подорожник ланцетный с черноземов (с. Кен-Суу), №14 – Одуванчик с черноземов (ущелье Турген), №15 – Одуванчик с черноземов (Каракольский национальный природный парк).

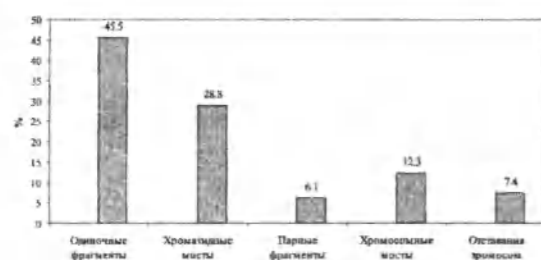


Рис.1. Основные типы нарушений хромосом в клетках корневых меристем дикорастущих растений Прииссыккуля.

Как видно из данных, в спектре нарушений хромосом преобладают aberrации хроматидного типа – одиночные фрагменты, хроматидные мосты, что свидетельствует о воздействии мутагенов химической природы на генетический аппарат дикорастущих растений Прииссыккуля. Следует отметить, что в спектре нарушений хромосом незначительный процент составляют aberrации хромосомного типа – парные фрагменты и хромосомные мосты, вероятно это связано с воздействием низкодозового радиационного фактора, корневым поступлением тяжелых естественных радионуклидов в растения.

Сравнительный анализ результатов цитогенетического изучения популяций дикорастущих растений Прииссыккуля показал, что наиболее высокая частота хромосомных нарушений характерна для Гармалы обыкновенной (*Peganum harmala*) с территории хвостохранилища техногенной урановой провинции Каджи-Сай – 3,4% и Одуванчика (*Taraxacum sp.*) – 4,2% (рис. 2, 3, 4).

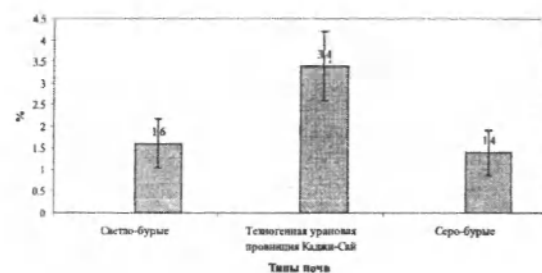


Рис.3. Частота хромосомных нарушений в клетках корневых меристем Гармалы обыкновенной (*Peganum harmala*) из различных зон Прииссыккуля.



Рис. 2. Частота хромосомных нарушений в клетках корневых меристем Одуванчика (*Taraxacum sp.*) из различных зон Прииссыккуля.

Увеличение числа aberrантных клеток здесь связано главным образом с возрастанием количества aberrаций хроматидного, хромосомного типов и отставаний хромосом (рис. 5, 6). Кроме этого, в корневых меристемах данных популяций растений наблюдается снижение митотической активности деления клеток и процента всхожести семян.

Как показали результаты исследований, большинство видов растений Каджи-Сайского региона способны концентрировать уран и другие тяжелые естественные радионуклиды в повышенных концентрациях по сравнению с другими территориями региона. Произрастание растений в среде с повышенной концентрацией урана сопровождается некоторой морфологической изменчивостью вегетативных и генеративных органов. Так, популяция гармалы (*Peganum harmala*) обыкновенной, произрастающей на территории хвостохранилища техногенной урановой провинции Каджи-Сай, образует цветки с шестью – девятью лепестками вме-

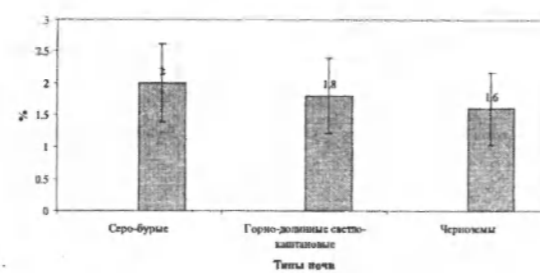


Рис.4. Частота хромосомных нарушений в клетках корневых меристем Подорожника (*Plantago maritima*), (*Plantago lanceolata*) из различных зон Прииссыккуля.

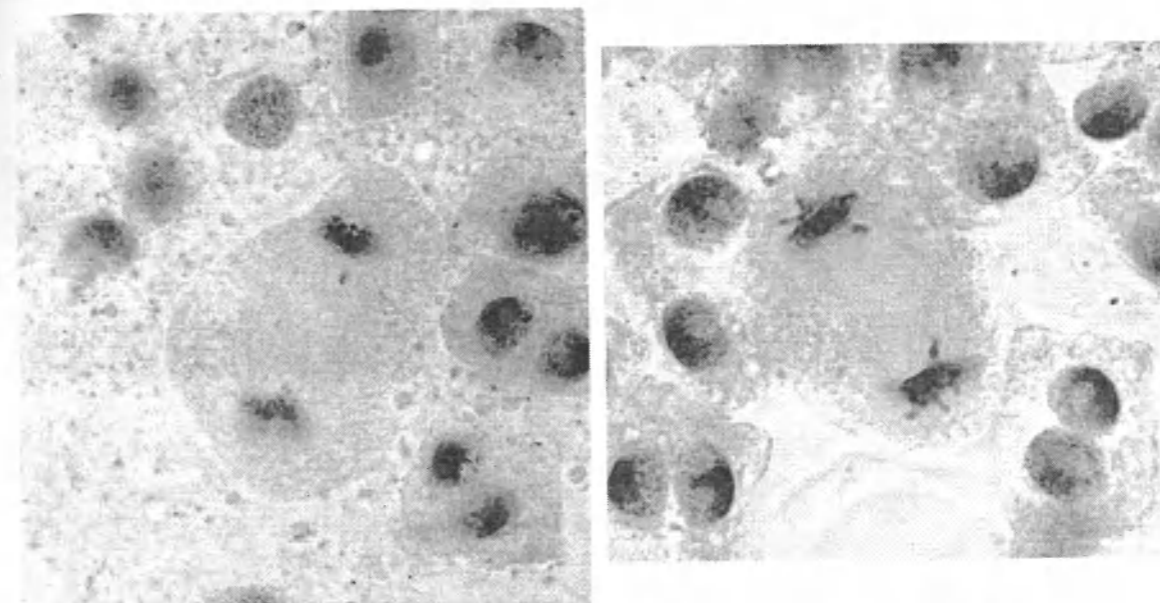


Рис.5. Ана-телофазные пластинки Гармалы обыкновенной (*Peganum harmala*) с одиночными фрагментами.

сто обычных пяти (рис. 7). В отдельных местах хвостохранилища, где мощность экспозиционной дозы достигает 1000 мкР/ч, растения сильно угнетены в росте, наблюдается уменьшение числа генеративных побегов, повышение бесплодия цветков (рис. 7).

Проявляется хлорофильная недостаточность листьев, стеблей, растения бледно-желтой окраски.

Популяции одуванчика (*Taraxacum sp.*) практически не встречаются на территории хвостохранилища и отстойников.

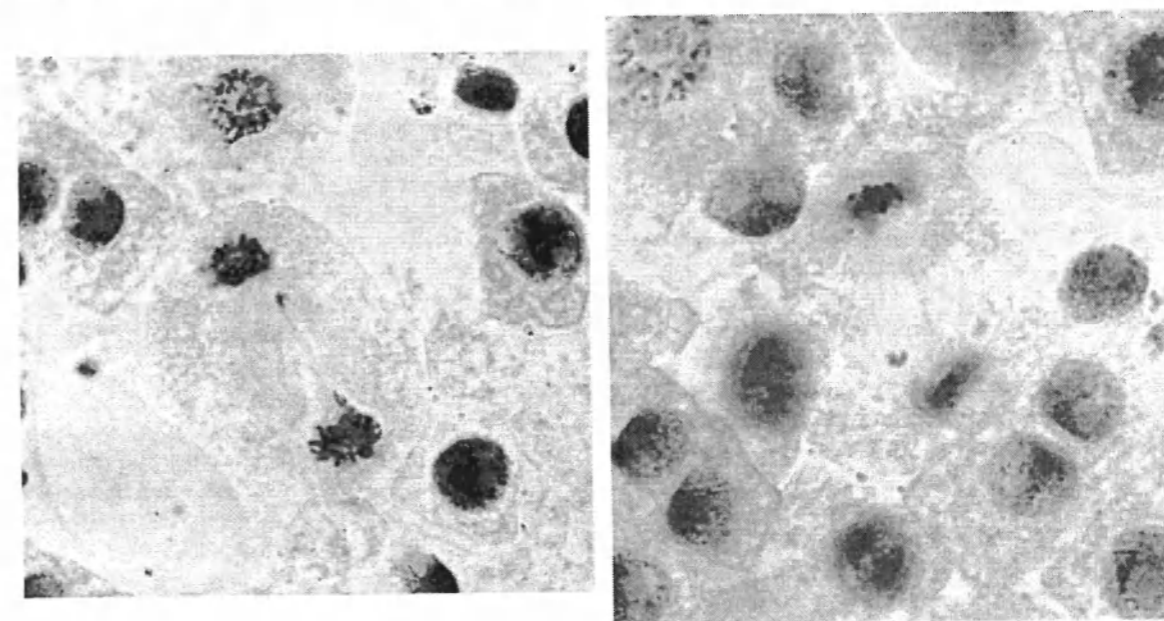


Рис.6. Ана-телофазные пластинки Гармалы обыкновенной (*Peganum harmala*) с отставаниями хромосом.

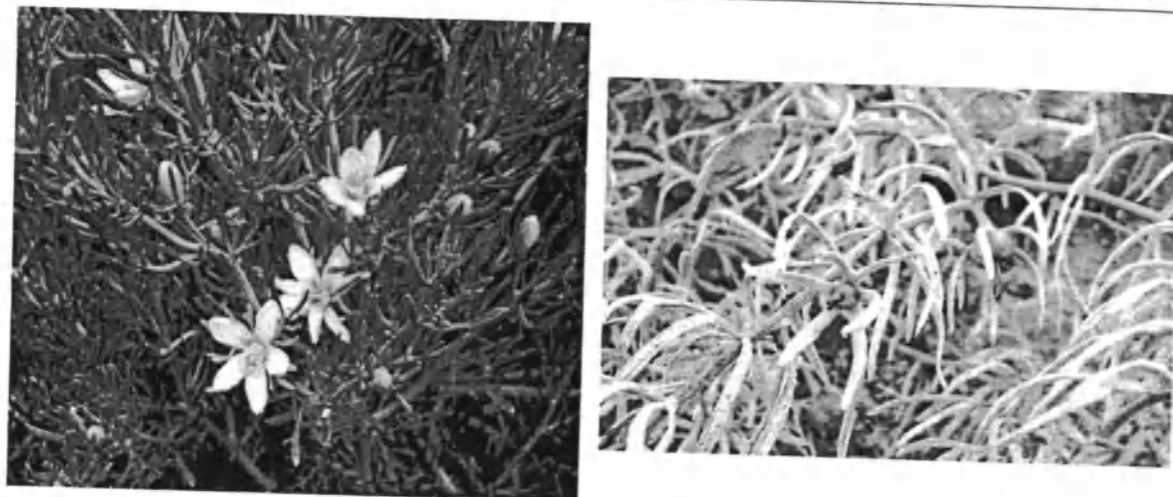


Рис. 7. Цветки гармалы обыкновенной (*Peganum harmala*): вместо обычных 5 лепестков 6–7 и частичное их раздвоение, а также бесплодные цветки.

Данные наблюдения показывают, что растительность, встречающаяся на таких техногенных ландшафтах, участвует непосредственно в круговороте ТЕРН и испытывает увеличивающиеся во времени воздействия радиационного фактора. Эволюция данного техногенного фитоценоза представляет несомненный интерес. Произрастание травянистых растений на сильно загрязненных урановыми отходами субстратах откладывает отпечаток на их облике – замедленный рост, бедность, специфичность и однообразие флоры. На территориях, занятых отходами уранового производства, обстановка усугубляется действием радиационного фактора, который может быть причиной усиления мутационной изменчивости у произрастающей здесь флоры и элиминацией из фитоценоза радиочувствительных видов растений.

Литература

1. Cannon H.L. The effects of uranium – vanadium deposits of the vegetation of the Colorado Plateau // Amer. J. Sci. Vol. 250, 1952, № 10. P. 735–770.
2. Гераськин С.А., Дикарев В.Г., Удалова А.А. и др. Анализ цитогенетических последствий хронического облучения // Радиационная биология. Радиоэкология. 1998. Т. 38. Вып. 3. С. 330–336.
3. Дженбаев Б.М. Геохимическая экология наземных организмов. Бишкек: “Махргил”, 2009. 242 с.
4. Дмитриева С.А., Парфенов В.И. Карниология флоры как основа цитогенетического мониторинга: На примере Березинского биосферного заповедника. М., 1991. 231 с.
5. Тяжелые естественные радионуклиды в биосфере: Миграция и биологическое действие на популяции и биогеоценозы / Алексахин Р.М., Архипов Н.П., Бархударов и др. Под ред. Алексахина Р.М. М.: Наука, 1990. 350 с.
6. Турков В.Д., Гужов Ю.Л., Шелетина Г.А. и др. Хромосомные исследования растений в проблемах селекции, клеточной инженерии и генетическом мониторинге. М.: УДН, 1988. 64 с.
7. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. М.: МГУ, 1978. 250 с.

УДК 616.441-006.5 (575.2) (04)

Особенности клинико-гормонального статуса щитовидной железы у детей, употреблявших воду, загрязненную радионуклидами

Г.Р. ТОЙЧУЕВА – соискатель

Clinical data on the content of microelements and radioactive nuclides in hair, thyroid hormones and blood serum of children consuming water contaminated by uranium and thorium are presented.

В последние годы большую актуальность приобретает влияние загрязнения различными ксенобиотиками окружающей среды на состояние щитовидной железы [1]. В то же время профилактические мероприятия, проведенные общепринятыми способами, не дают желаемого эффекта [2].

Изучение данной проблемы с точки зрения выявления факторов, влияющих на развитие зоба, гормонального статуса, могло бы способствовать разработке способов профилактики и лечения с учетом загрязняющих факторов.

Материалы и методы. Клинико-лабораторному исследованию подвергали детей 5–11 классов, проживающих ниже урановых хвостохранилищ и отвалов, 10–12 км по течению р. Майлуу-Суу.

В I группу вошли 177 детей, из них 84 мальчика и 93 девочки.

II группа, 30 детей исследована на содержание в сыворотке крови гормона ЩЖ.

Для исследования воды на содержание микроэлементов и радионуклидов использовали нейтронно-активационный метод определения микроэлементов. Все измерения проводили на стандартной γ -спектрометрической установке с детектором из сверхчистого германия, соединенным ПК. Для анализа брали 5 мл крови утром натощак из вены.

Содержание гормона щитовидной железы (ЩЖ) в сыворотке крови определяли на аппарате

Микрострип Ридер для проведения иммуноферментного анализа.

В последующем II группу делили на две подгруппы: с зобом и без зоба. Подгруппа а) с зобом – 10 детей и подгруппа б) без клинических проявлений зоба – 20 детей.

Результаты

Содержание радионуклидов урана в воде р. Майлуу-Суу составило 3,46–15,0 мкг/л, а в сухом остатке – 2,67 мкг/г, тория соответственно <0,01–0,025 мкг/л и 13,3 мкг/г.

В I группе из 177 школьников у 58 обнаружены увеличения ЩЖ, что составляло 32,8%, по полу соответственно у мальчиков 84 – 21–25%, среди девочек 93 – 37–39,8%; I степени установлена у 24 или 41,4% и II степени – 34 – 58,6% из числа выявленных с зобом. Таким образом, в этой группе зоб у девочек в 1,5 раза чаще встречается, чем у мальчиков.

Во II группе из 30 детей изменения содержания в сыворотке гормона ЩЖ наблюдались у 14, что составило 46,7%, из них характерные для ЭЗ признаки встречались у 8 – 26,7% и токсический зоб (ТЗ) – у 6 или 20%. По полу: из 17 мальчиков изменение было у 9 (52,9%) ЭЗ – у 5 и ТЗ – у 4, среди из 13 девочек у 5 (38,5%), ЭЗ – 3 и ТЗ – 2. У всех выявленных отклонения были незначительными.

Подгруппу а) составили 10 (33,3%) детей с увеличением щитовидной железы, из них гормональные изменения наблюдались у 5 детей, что составило 50%. Гормональные изменения,

характерные для ЭЗ, были у 2 (20%), для ТЗ у 3 (30%). Содержание ТТГ было повышено у одного 3,68 мМЕ/л, что характерно для ЭЗ, у остальных 9 было в норме, в среднем составляло $2,87 \pm 0,5$ нмоль/л ($P < 0,05$). Отклонение от нормы гормона ТЗ было у одного 3,38 или на 0,10 нмоль/л выше, чем норма, характерная для ТЗ. У остальных оно составляло $2,08 \pm 0,28$ нмоль/л ($P < 0,05$).

Содержание гормона Т4 – общий у одного ребенка было снижено, – 41, норма 72–151 нмоль/л, т.е. характерное для ЭЗ. У двух детей было повышено 154,0 и 191,3 нмоль/л, что характерно для ТЗ. У остальных оно составляло $100,76 \pm 11,2$ нмоль/л ($P < 0,05$).

Содержание гормона Т4 – свободный у одного ребенка было снижено, – 8,78, норма 9–18 нмоль/л, т.е. характерное для ЭЗ. У одного было повышено до 18,4 нмоль/л, что характерно для ТЗ. У остальных оно составляло $12,86 \pm 2,6$ нмоль/л ($P < 0,05$).

У 4 из 5 отклонения наблюдались чаще у девочек. У мальчиков содержание гормона ТЗ составляло $120,08 \pm 13,4$ нмоль/л ($P < 0,05$), у девочек $84,3 \pm 9,1$ нмоль/л ($P < 0,05$), что соответствует соотношению заболеваемости ЭЗ мальчиков и девочек. По полу ЭЗ выявлен у одного мальчика и девочки и ТЗ – у трех мальчиков.

Подгруппу б) составляли 20 детей без клинических симптомов зоба, т.е. исследованных пальпаторно, увеличение ЩЖ не выявлено.

Из них умеренные гормональные изменения наблюдались у 9 (45,0%), характерные для ЭЗ у 6 (30%) и ТЗ у 3 (15%). У 6 из 12 мальчиков (50%), из них ЭЗ у 4 (33,3%), токсический зоб у 2 (16,7%). У 3 из 8 девочек (37,5%), из них ЭЗ у 2 (25%) и ТЗ у одной (12,5%).

1. У детей, проживающих в местах, загрязненных радионуклидами, должны проводиться исследования гормонального статуса независимо от состояния щитовидной железы.

2. Лечение и профилактика зоба у детей, проживающих в местах, загрязненных радионуклидами, должны проводиться с учетом гормонального статуса.

Литература

1. Тойчуева Г. Р. Влияние негативных факторов окружающей среды на патологию щитовидной железы. Материалы 3 Российского конгресса «Современные технологии в педиатрии и детской хирургии». М.: «МЕДПРАКТИКА», 2004. С. 395–396.
2. Тойчуева Г. Р. Влияние загрязнения окружающей среды отходами ураносодержащих руд на частоту эндемического зоба у детей. Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. Матер. III Междунар. конф., г. Томск, 23–27 июня 2009 г. Томск: STT, 2009. С. 600–601.

ВОПРОСЫ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

УДК 581 (575.2) (04)

Изучение биоразнообразия травянистых растительных сообществ лесной зоны Кок-Артской долины

А.Э. АЛЫБЕКОВА – научн. сотрудник,
Э.А. АЛЫБЕКОВ – канд. сельхоз. наук,
Б.А. АБЫЛАЕВА – канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник

The article presents the results of study of the herbosa in the forest zones of the Kokhart valley. The level of formation yield was studied and *Dactylus* -*Polygonum* species composition was identified.

Одной из актуальных проблем сегодняшнего дня является определение природных ресурсов растительного мира, так как растительное сырье – источник кислорода, питания для человека и животных. Покрытосеменные растения имеют неопределимое значение в природе, в жизни человека и в существовании всех живых организмов. Растения являются единственными преобразователями минеральных веществ в жизненно важные органические. Поэтому изучение видового состава растительных сообществ и их биологических особенностей является актуальной задачей [1].

Нами изучен видовой, хозяйственно-ботанический состав травяной растительности лесов Кок-Артской долины. Основными типами

растительности лесной зоны являются тарановые, ежево-тарановые растительные сообщества.

Ежево-тарановые луга распространены на склонах восточной, северо-восточной экспозиции на абсолютной высоте 1900–2500 м. Большая часть этих пастбищ закустарена шиповником, тавологой. В травостое преобладает ежа сборная, ей сопутствуют таран (горец дубильный), мятлик сибирский, тимофеевка степная, пырей ползучий, вика тонколистная, бузульник Томсона, душица обыкновенная.

Проективное покрытие почвы растительностью определяли по методике полевых опытов [2,3], оно составляет 90%. Строение травостоя трехъярусное. Первый ярус, высотой 80–100 см,

Таблица 1

Ботанический состав ежево-тарановых лугов

	Урожайность, ц/га	Фракционный состав, %				
		Злаки	Бобовые	Полыни	Разнотравье	
					Поседаемое	Непоседаемое
Ежево-тарановый	18,0	62,7	2,8	2,0	30,8	1,7
То же с шиповником и тавологой	15,6	51,5	3,9	1,8	41,4	1,4

Таблица 2

Ботанический анализ растений, входящих в группу тарановых сообществ

Травостоя	Урожайность, ц/га	Фракционный состав, %				
		Злаки	Бобовые	Польны	Разнотравье	
					Поедаемое	Непоедаемое
Тараново-прангосовый	19,6	1,7	1,7	0,5	58,8	1,5
Тараново-злаковый	17,1	29,0	1,6	1,0	73,2	1,2
Тараново-злаковый с шиповником	15,7	37,2	1,9	0,6	59,7	0,6

образуют ежа сборная и таран, второй – мятлик сибирский, тимофеевка степная, вика тонколистная. Третий ярус, высотой 10–15 см, представлен вегетативными частями злаков и мелким разнотравьем.

Урожайность ежово-тарановых формаций в среднем составляет 15,6–18,0 ц/га (табл. 1). Анализ ботанического состава показал, что основную массу травостоя представляют злаки 62,7%, а где растут кустарники – 51,5%. На втором месте поеданное разнотравье, которое составляет соответственно 30,8 и 41,4%. Количество бобовых и полыней незначительно (2,8–3,9%; 1,8–2,0%).

Кормовое качество травостоя высокое. Ведущее растение этих лугов – ежа сборная, принадлежит к числу наилучших кормовых трав. Она хорошо выносит вытаптывание. Химический состав ежи сборной следующий: зола – 7,8%, протеин – 10%, белок – 7,9%, жир – 2,6%, клетчатка – 34,5%, безазотистые экстрактивные вещества – 45%. В 100 кг травы содержится 2,9 кг белка и 73,6 кормовых единиц. Ежово-тарановые пастбища летом используются всеми видами скота.

Тарановые луга встречаются на крутых склонах разной экспозиции. Они представлены тараново-прангосовыми и тараново-злаковыми сообществами.

Растительный покров разнообразен. В травостое преобладают горец дубильный, ежа сборная, прангос кормовой, вика тонколистная. Вместе с ними также произрастают мятлик сибирский, душица обыкновенная, котовник венгерский, ферула Иешке, герань холмовая.

Травостой тарановых сообществ трехъярусный [3]. Первый ярус состоит почти целиком из тарана (горца дубильного), к нему присоединяются кусты ежи сборной, тимофеевки степной. Высота этого яруса 1–1,5 м. Второй ярус состоит из мятлика сибирского, бобовых и разнотравья, достигающих 40–80 см. Третий ярус, высотой 15–25 см, образован зизифорой Бунге, пахучковидной,

геранью холмовой и вегетативными частями злаков. Общее покрытие почвы растительностью составляет 80–80%.

Кормовую ценность в тарановых сообществах составляют злаки: ежа сборная, мятлик сибирский. Злаки составляют 17,7–37,2% от общего веса укосов (табл. 2) [3]. Более половины веса укосов приходится на разнотравье, где преобладает таран (58,8–73,2%). Кроме того, следует отметить, что в этих сообществах встречаются бузульник Томсона и шавель Паульсена.

По обилию, кроме тарана, большое распространение имеют ежа и крестовник (СОР₂), но по поедаемости животными они различны. Так, ежа (Sp) поедается очень хорошо всеми животными, а крестовник – плохо.

По обилию видов довольно много злаков – коостер, тимофеевка, пырей, вейник, мятлик, которые очень хорошо поедаются, особенно лошадьми.

Обилие бобовых по шестибальной шкале Друде занимает Sp, по поедаемости они являются самыми лучшими видами растений. В том же поясе, что и приведенные выше луга, формируются луга без участия зонтичных, но с значительным обилием злаков. Такие луга занимают увлажненные местообитания: более крутые склоны северных экспозиций. Их абсолютная высота такая же, как и в предыдущих зонах, только верхняя граница распространения передвинута метров на 200 выше. Почвы горные – черноземы и черноземновидные, формирующиеся на продуктах разрушения коренных пород. Покрытие поверхности растительностью 80–90%.

В травостое доминируют ежа сборная, субдоминантами являются мятлик, буквица, таран, вейник, чина и др. Основные компоненты – вика, шток-роза, смолевка, котовник, тысячелистник, копеечник (табл. 3).

На основании изложенного выше, установлено, что в ежово-тарановых формациях урожайность составляет 15,6–18 ц/га. Из них злаки

Таблица 3

Видовой состав ежово-тарановой формации лесной зоны

Название растений		Обилие по Друде	Высота растений, см	Поедаемость, балл
латинское	русское			
<i>Dactylus glomerata</i>	Ежа сборная	Сop3	65	5р
<i>Peo pratensis</i>	Мятлик	Сop2	50	5р
<i>Betonica foliosa</i>	Буквица	Сop2	55	3л
<i>Polygonum coriarium</i>	Таран	Сop2	120	3л
<i>Vicia tenuifolia</i>	Вика	Сop2	80	5р
<i>Lathyrus pratensis</i>	Чина	Сop2	85	5р
<i>Calamagrostis epigeios</i>	Вейник	Сop2	90	4р
<i>Silene latifolia</i>	Смолевка	Сop1	35	3л
<i>Hedysarum montanum</i>	Копеечник	Sp	30	4р
<i>Dictamnus angustifolius</i>	Ясенец	Sp	40	3л
<i>Alcea nudiflora</i>	Шток-роза	Sp	35	2л
<i>Nepeta pannonica</i>	Котовник	Sol	1,30	0
<i>Origanum tyttanthum</i>	Душица	Sp	15	0
<i>Jalium verum</i>	Подмаренник	Sp	35	0
<i>Jalatlilla acutisguomordes</i>	Соленечник	Sol	25	3л

занимают 51,5–62,7%, разнотравье поеданное – 30,8–41,4%, непоеданное – 1,7%. Участие бобовых и полыней в составе травостоя достигает всего 2–2,8%. Доминантом травостоя является ежа сборная с обилием – СОР₂, хорошими кормовыми растениями являются ежа, мятлик, вика, чина, копеечник.

Урожайность тарановых растительных сообществ составляет 15,7–19,6 ц/га. При этом более половины всей массы занимает поеданное разнотравье 58,8–73,2%. В травостое преобладает горец дубильный, ежа сборная, прангос кормовой, вика тонколистная. Субдоминантами являются

мятлик сибирский, душица обыкновенная, герань холмовая и др.

Кормовую ценность тарановых сообществ составляют злаки, такие как ежа сборная, мятлик сибирский, тимофеевка луговая и др.

Литература

1. Быков Б.А. Геоботаника. Алма-Ата, 1957. С.51–58. С.69–77.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1979. С.68–75.
3. Методика опытов на сенокосах и пастбищах. Ч. 1. М., 1987. С. 28–31. С. 122–124.

УДК 582. 282:579.663.114.54.917. (575.2) (04)

Компонентный состав углеводов корня *Ferula kokanica*, произрастающей на склонах Алайского хребта Ошской области

Б.А. АБЫЛАЕВА – канд. биол. наук, ст. научн. сотрудник,
А.Э. АЛЫБЕКОВА – научн. сотрудник

Carbohydrate component analysis of *Ferula kokanica* was studied. Polysaccharide fractions were isolated and monosaccharide composition of the fractions was identified.

Растительные полисахариды и их физиологическая активность вызывают большой научный интерес. В настоящее время имеются достижения в получении из растений растворимых и нерастворимых полисахаридов, а также пектиновых веществ.

Ferula kokanica широко распространена в Центральной Азии и богата биологически активными веществами (кумарины, белки, алкалоиды и др.) [1], но, к сожалению, её углеводный состав до сих пор не изучен. Целью исследования явилось изучение углеводного состава *Ferula kokanica*, семейства Ариасаеа-селдерейные, произрастающей на склонах Алайского хребта.

Экспериментальная часть. В качестве объекта исследования нами была взята корневая система растения *Ferula kokanica*.

Корни растения высушили, измельчили и провели водную экстракцию в соотношении 1:4. Далее для изучения компонентного состава углеводов был использован метод последовательной экстракции, в результате чего получены следующие фракции полисахаридов: ВРПС (водорастворимые полисахариды), ПВ (пектиновые вещества), ГМЦА и ГМЦБ (гемицеллюлоза А и Б).

Выделение ВРПС. Водную экстракцию упаривали в ротаторном испарителе до половинного объема и обрабатывали четырехкратным объемом этанола. Выпавший осадок отделили, промыли ацетоном для обезвоживания и сушили над P_2O_5 .

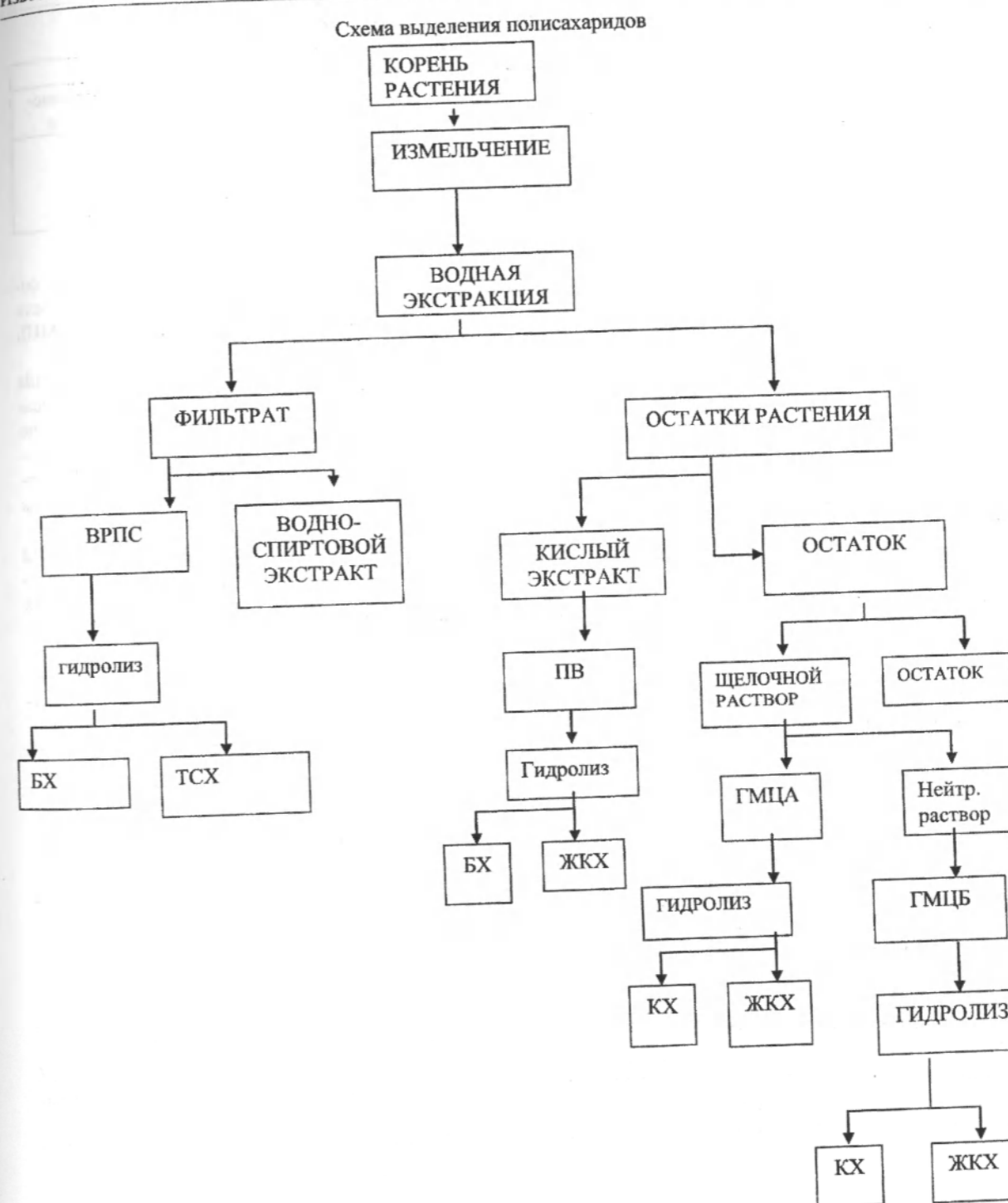
Выделение ПВ. Остатки сырья двукратно экстрагировали смесью равных объемов 0,5%-ми растворами из шавелевой кислоты и оксалата ам-

мония (1:1) при температуре 70 °С в течение 3 ч. Экстракты отделили, упаривали до половинного объема и осаждали этанолом. Осадок промывали, обезвоживали и сушили над P_2O_5 .

Выделение ГМЦА. После выделения ПВ остатки сырья обрабатывали 10%-м раствором КОН при комнатной температуре в течение 24 ч. Затем раствор фильтровали, нейтрализовали 80% CH_3COOH . Выпавший осадок отделили, обезвожили, промыли ацетоном и получили ГМЦА. Маточный раствор диализовали дистиллированной водой. Диализат упаривали и осаждали этанолом, осадок промывали ацетоном, в результате получили ГМЦБ.

Кислотный гидролиз полисахаридов. Для определения компонентного состава каждую из полученных фракций полисахаридов подвергли полному кислотному гидролизу 2н. H_2SO_4 на кипящей водяной бане в течение 7–12 ч. Гидролизаты нейтрализовали карбонатом бария и после удаления бария фильтровали и упаривали в вакууме до сиропа. Продукты гидролиза исследовали методом ТСХ на силуфоле и БХ [3] на бумаге Filtrak FN-1 и 11. В результате обнаружили галактозу, глюкозу, арабинозу, ксилозу и уроновые кислоты.

Для разделения углеводов хроматограмму помещали в камеру для нисходящей хроматографии. В ходе работы применяли следующие системы растворителей: н-бутанол-пиридин-вода (6:4:3), н-бутанол-уксусная кислота-вода (6:4:3), проявитель кислый анилин фталат и 0,5%-ный раствор мочевины с соляной кислотой.



Углеводный состав корня *Ferula kokanica*

Тип ПС	Выход, %	Моносахаридный состав					
		Gal	Gluc	Xyl	Ara	Rham	Угоп. кислоты
ВРПС	0,76	+	+	-	+	-	-
ПВ	6,42	+	+	-	+	+	-
ГМЦА	1,6	+	+	+	+	-	-
ГМЦБ	1,4	+	+	+	+	-	-

Результаты и обсуждение. Растения рода *Ferula kokanica* семейства Ариасеае-селдерейные, применяемые в народной медицине, в мировой флоре насчитывается более 150 видов. На территории Центральной Азии и Казахстана произрастает около 100 видов ферулы. С начала 60-х годов к изучению компонентов ферулы приступили Н.П. Кирьялов и его сотрудники, показавшие, что этот род является источником биологически активных соединений [5].

Углеводные компоненты полисахаридов выделили по схеме 1 [2]. Для определения компонентного состава каждую из полученных фракций полисахаридов подвергли полному кислотному гидролизу и анализировали методом бумажной хроматографии (БХ) и тонкослойной хроматографии (ТСХ). Установлено, что компонентный состав углеводов состоит из моно-, олиго- и полисахаридов, а также уроновых кислот и включает в основном глюкозу, галактозу, арабинозу, рамнозу и галактуроновою кислоту. Содержание углеводов приведено в таблице.

Как видно из таблицы, водорастворимые полисахариды составляют 0,76%. ВРПС – это аморфное, порошкообразное вещество желтовато-белого цвета и хорошо растворимое в воде. В его моносахаридный состав входят в основном галактоза, глюкоза и арабиноза. Пектиновые вещества в *Ferula kokanica* составили 6,42%, а их основными продуктами явились галактоза, глюкоза, арабиноза, рамноза.

ГМЦА составила 1,6% и представляет собой порошок темно-коричневого цвета, хорошо растворимый в щелочи. Водные растворы ГМЦ не дают с йодом реакции и не вступают в реакцию с крахмалом. В его моносахаридный состав вошли глюкоза, ксилоза, галактоза.

ГМЦВ – порошок желто-белого цвета, составил 1,4% и показал хорошую растворимость в воде. В основу моносахаридного состава ГМЦВ вошли галактоза и ксилоза.

Изучение углеводного состава корня *Ferula kokanica* показало, что присутствующие полисахариды отличаются друг от друга не только по количественному, но и по моносахаридному составу. Кроме этих перечисленных веществ, в корне исследуемого растения обнаружены кумарины [4].

Таким образом, в результате исследований были выделены фракции полисахаридов их отдельные чистые фракции, а также определен их компонентный состав: ВРПС (водорастворимые полисахариды), ПВ (пектиновые вещества), ГМЦА и ГМЦВ (гемицеллюлоза А и Б). Водорастворимые полисахариды составили 0,76%, пектиновые вещества – 6,42% – это галактоза, глюкоза, арабиноза, рамноза; ГМЦА – 1,6%, ГМЦВ – 1,4%.

Литература

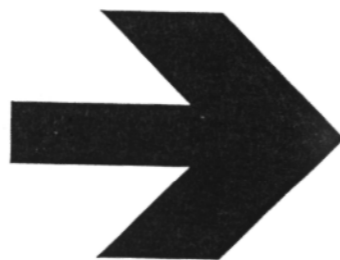
1. Определитель растений Средней Азии. Ташкент: ФАН, 1983. Т. VII. С. 291.
2. Абылаева Б.А., Рахимов Д.А., Ахмедова З.Р. Биоконверсия растительных отходов базидиальными грибами. Образование углеводов // Химия природных соединений. Спец. вып., 1997. С. 13–17.
3. Оводов Ю.С. Газожидкостная хроматография углеводов. Владивосток, 1970. С. 39.
4. Бабекоев А.У., Саидходжаев А.И., Кенешов Б.М. Химия природных соединений. 2000. Вып. № 2. С. 175.
5. Кирьялов Н.П. Вестник АН СССР. №9, 1959. С. 152–156.

NANO.KG

Стратегия развития



**Материалы Международного
семинара «Перспективы
нанотехнологий в Центральной
Азии» (8 июня, 2010 г., г. Бишкек,
НАН КР)**



ПЕРСПЕКТИВЫ НАНОТЕХНОЛОГИИ

УДК 542.4 (575.2) (04)

Самоорганизация наноструктур на межфазной поверхности

Э.Т. МУРЗАБЕКОВА – канд. хим. наук,
Ж. К. КЕЛГЕНБАЕВА – мл. науч. сотрудник,
Б.М. МУРЗУБРАИМОВ – докт. хим. наук, академик НАН КР

In the article results of processing sample of diffractogram of copper and cadmium produced with use of sun energy of pulse plasma and energy of superficial tension on the boundary of water-toluene phases are given.

В нанотехнологиях широко используются процессы самоорганизации, самосборки и темплатного синтеза, которые могут привести к формированию необходимых упорядоченных наноструктур, проявляющих практически важные (функциональные) свойства. На данный момент интенсивно развиваются новые направления по изучению процессов самоорганизации наночастиц на межфазных поверхностях. Понимание закономерностей формирования наноразмерных объектов на границе двух фаз открывает возможности создания принципиально нового поколения наноустройств, многоуровневая архитектура которых базируется именно на присущем наночастицам уникальном свойстве самопроизвольно объединяться в упорядоченные ансамбли как в объеме дисперсии, так и на межфазных поверхностях.

Упорядоченные нанослои, обладающие уникальными оптическими, электрическими, магнитными и каталитическими свойствами, станут основой для оптоэлектронных устройств, фотонных материалов, биосенсоров и носителей памяти нового поколения.

Исследование природы нанослоев необходимо также для понимания процессов взаимо-

действия вирусов, бактерий с живой клеткой и химическими радикалами как вредными для человеческого организма, так и обладающими исцеляющими способностями.

В данном обзоре рассмотрены перспективные и уже известные методики самоорганизации наночастиц.

Известно, что в коллоидных системах возможно формирование ансамблей с упорядоченной структурной организацией частиц (так называемых коллоидных кристаллов). Коллоидные системы можно разбить на две группы [1]: к первой обычно относят структуры с высокой степенью упорядоченности (в природе – объекты типа опалов (рис.1а); ко второй, тенденция к формированию упорядоченных структур, в которых только проявляются коллоидные дисперсии, полученные в лабораторных условиях (рис.1б).

В зависимости от характера взаимодействия между частицами (электростатические, капиллярные, ван-дер-ваальсовы силы) используют разные методы конструирования упорядоченных ансамблей. При этом возможно создавать как двумерные, так и трехмерные упорядоченные ансамбли частиц. Свойства полученных систем

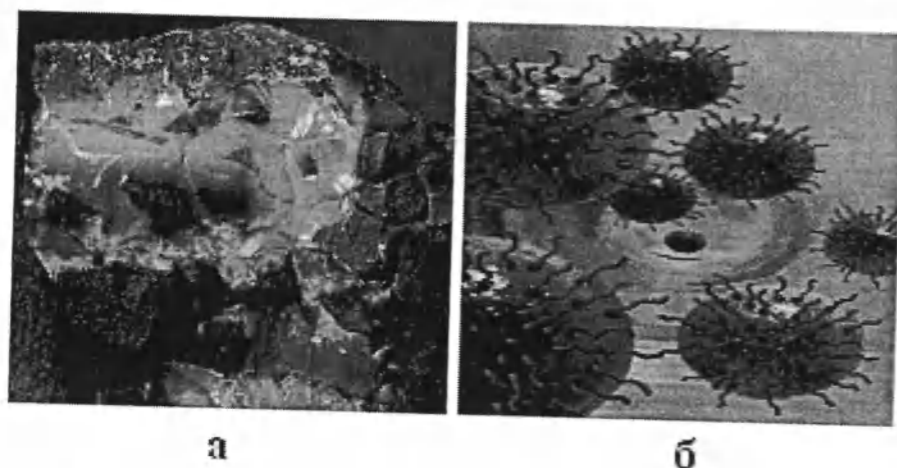


Рис. 1. Коллоидные системы: а – разновидности природного опала; б – коллоидные дисперсии (магнитные наночастицы).

зависят от размера, формы, состава, строения частиц и межчастичного расстояния.

Подобно атомарным ансамблям и макросферам сферические наночастицы способны спонтанно агрегироваться в упорядоченные системы (сверхрешетки). Основными причинами такого «слипания» являются различные слабые силы, которые, в целом, стремятся уменьшить общую площадь поверхности наночастиц и, следовательно, их поверхностную энергию. Впервые упорядоченные массивы наночастиц золота диаметром –

4 нм в оболочке алкилтиолов были получены в 1995 году медленным упариванием растворителя, а двумя месяцами позже удалось «уложить» монодисперсные пятинанометровые частицы селенида кадмия [2]. Чем однороднее были исходные наночастицы, тем «правильнее» становилась их упаковка в массиве. На сегодняшний день синтезированы дву- и трехмерные организованные массивы (рис. 2.) нанокристаллов Pt, Pd, Ag, Au, Fe, Co, FePt, Fe₃O₄, Co₃O₄, CoO, CdS, CdSe, CdTe, PbSe, сплавов Fe-Pt, Au-Ag, наноструктур «ядро в обо-

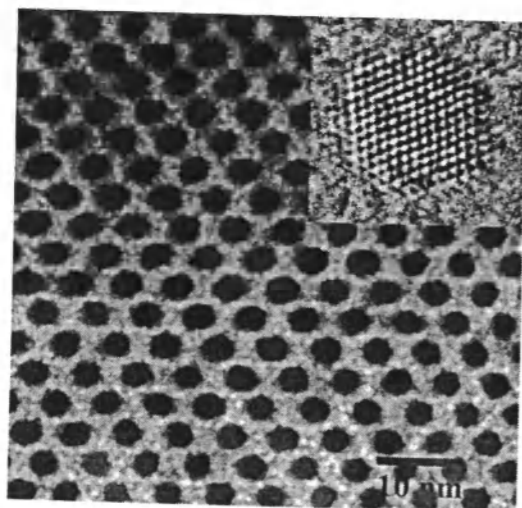


Рис. 2. Упорядоченный массив наночастиц FePt диаметром 2 нм.

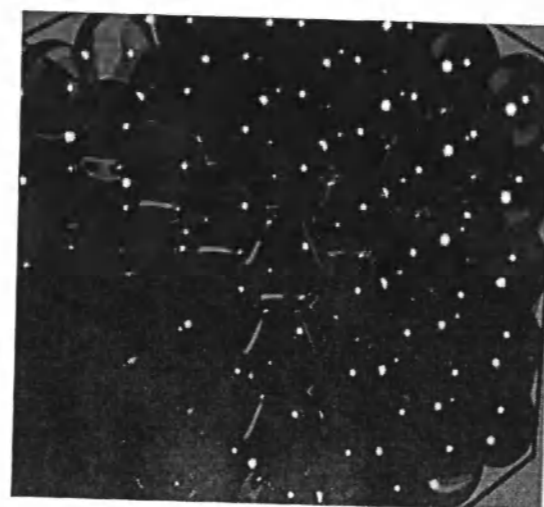


Рис. 3. Трехмерное упорядочение монодисперсных сфер.

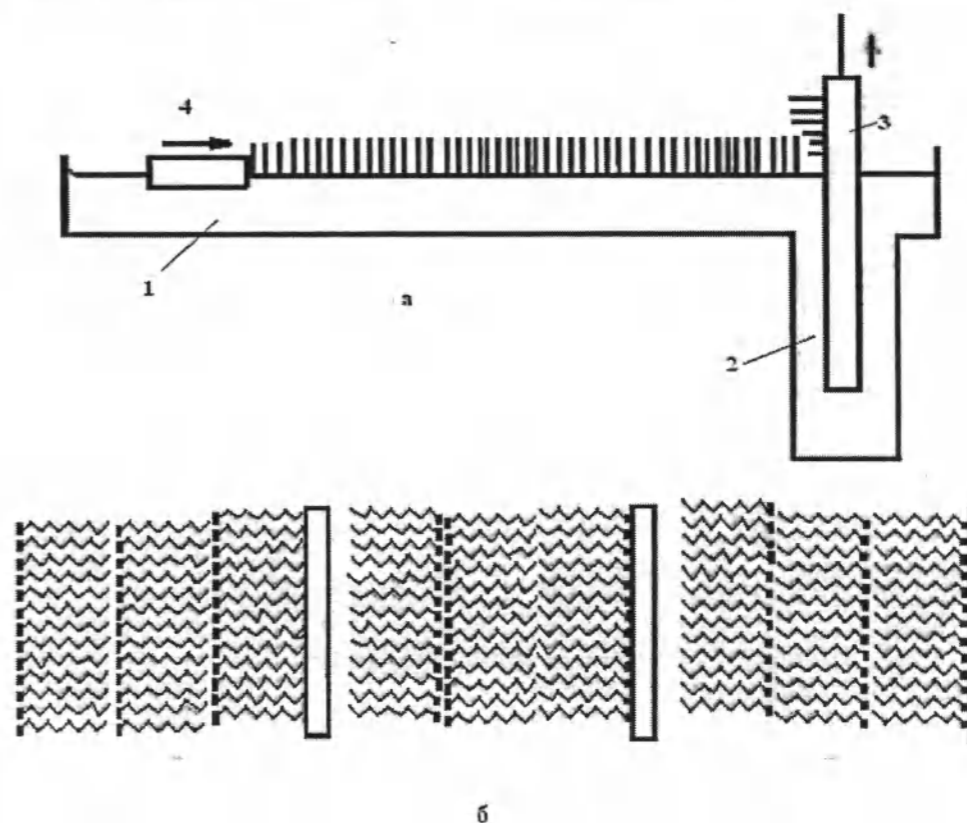


Рис. 4. Формирование структуры: а – схема перенесения пленок на твердую поверхность по методу Ленгмюра-Блоджетта; б – схема строения пленок Ленгмюра-Блоджетта.

лочке» CdS/CdSe, CdSe/CdTe, Pt/Fe, Pd/Ni, и т.д., стабилизированных поверхностно-активными веществами.

Кроме того, для анизотропных наночастиц удалось добиться формирования ориентационно-упорядоченных массивов. Однородные по размеру наночастицы можно «собрать» в пространственно-упорядоченные структуры, представляющие собой одномерные «нити», двумерные плотно упакованные слои, трехмерные массивы (рис. 3.) или «малые» кластеры. Тип организации наночастиц и структура образующегося массива зависят от условий синтеза, диаметра частиц, природы поверхностно-активного вещества и даже от дисперсионной среды.

Методом Ленгмюра-Блоджетта удается формировать структуры с заданной молекулярной организацией, в которых последовательные слои имеют разный, заранее заданный состав. Для организации такого запрограммированного пере-

несения адсорбционных слоев разного состава сконструированы ванны Ленгмюра-Блоджетта (рис. 4) [3] с несколькими отделениями, в которые поочередно опускается пластинка, на поверхности которой и формируются нанослои.

Для получения неорганических наночастиц в высокоупорядоченных слоистых молекулярных структурах – пленках Ленгмюра-Блоджетта предварительно формируют пленку, в состав которой входят металлсодержащие молекулы – предшественники (прекурсоры). Затем такую систему подвергают физическим или химическим воздействиям, приводящим к образованию наночастиц.

Среди различных перспективных направлений использования пленок Ленгмюра-Блоджетта можно выделить применение их в качестве монокристаллов и анализаторов мягкого (длинноволнового), рентгеновского, нейтронного и других излучений: это основано на заданных в пленке расстояниях (несколько нм) между слоями или атомами

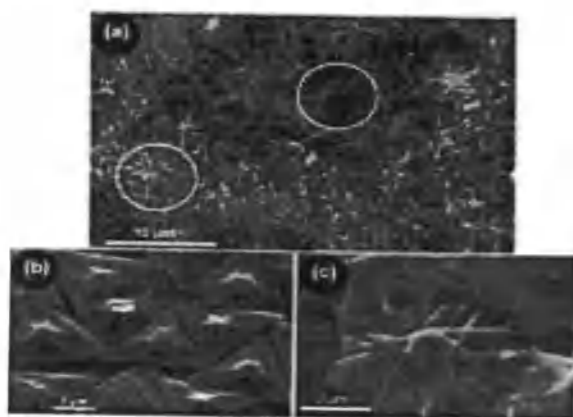


Рис. 5. SEM- изображения: а – $\text{Cd}(\text{OH})_2$ наностержни, полученные при 70°C , 19 часов, отмечены два региона: один насыщен наноежином, другой – обеднен; б – пирамиды, полученные при 50°C , 2 часа; с – начало роста ежиков из наностержней (60°C , 10 часов).

(или ионами элемента-прекурсора), сильно рассеивающих излучение тяжелых ионов. Много внимания уделяется также получению светопроводящих, электропроводящих и сверхпроводящих тонких пленок на поверхности твердых тел.

Поверхность раздела жидкость-жидкость в подобных процессах служит зоной самоорганизации частиц. Недавно был предложен новый метод синтеза полупроводниковых наностержней гидроксида кадмия из $\text{Cd}(\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2\text{O}_2)_2$ посредством реакции на поверхности раздела толуол-водный раствор гидроксида натрия [4]. Полученные таким образом наноструктуры были использованы в качестве прекурсора для формирования наностержней CdO и CdS . На рис. 5 представлены микрофотографии полученных наноструктур. Диаметр стержней меньше 200 нм, а длина их составляет единицы микрон. Был предложен механизм формирования «ежиков» из наностержней гидроксида кадмия (рис. 6). Определенную роль в этом процессе играет смешиваемость водного слоя с толуолом. Образовавшиеся на поверхности раздела слои изначально сферические «капли» стремятся снизить свою поверхностную энергию и образуют на границе эмульсию Пикеринга (эмульсии, содержащие частички твердых веществ). Формирование этого слоя снижает поверхностное натяжение и позволяет гидроксил-ионам диффундировать вдоль границы раздела фаз. Затем эти ионы связываются с ионами кад-

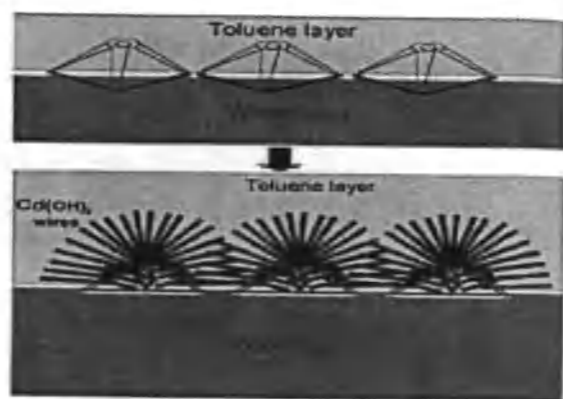


Рис. 6. Схематическое изображение процесса роста $\text{Cd}(\text{OH})_2$ наностержней на поверхностях пирамид. Когда $\text{Cd}(\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2\text{O}_2)_2$, растворенный в толуоле, реагирует с водным раствором щелочи при температурах $50\text{--}70^\circ\text{C}$, за 2 часа образуются пирамидки с плато, которые затем трансформируются в ежик в течение 19 часов.

мия, формируя структуру (рис. 5б). Наностержни начинают расти на гексагональной грани усеченной пирамиды, а после и на остальных гранях; таким образом, формируется «ежик» из наностержней [4]. Данный подход позволит быстро и легко получать не только подобного рода наноструктуры, но и структуры с более сложным составом и заданными свойствами.

Иммобилизацию наночастиц золота на границе раздела органической и водной фаз можно осуществить введением в органическую фазу ароматических групп типа бензола или антрацена, которые прочно связываются с поверхностью частиц [1]. В случае, например, антрацена, формирующаяся на поверхности раздела пленка из наночастиц представляет собой высокоэластичную мембрану. Пленки могут быть перенесены путем простого испарения контактирующих растворителей.

Детальное исследование механизма формирования таких пленок показало, что молекулы бензола и антрацена прочно связываются атомами золота (рис. 7) на поверхности наночастиц, при этом упорядоченные структуры образуются на достаточно больших площадях.

Упорядоченные слои из наночастиц на границе двух несмешивающихся жидкостей могут быть сформированы также путем химического восстановления солей металлов непосредственно на межфазной поверхности. Так, в результате

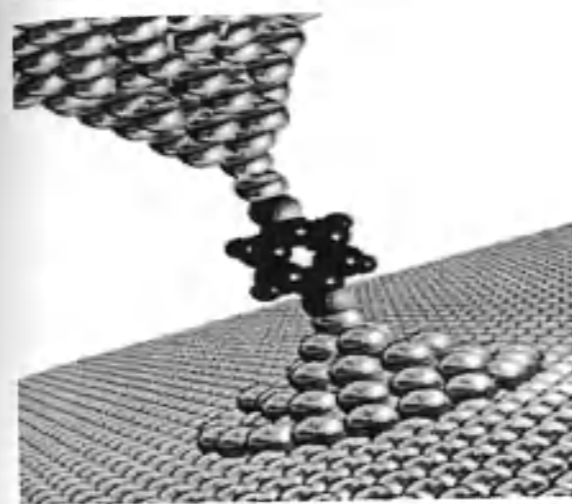


Рис. 7. Связь атома золота с молекулой бензола.

реакции на границе водного раствора карбоната кадмия и раствора дисульфида углерода в четыреххлористом углероде были получены многослойные пленки из наночастиц сульфида кадмия размером от 1,8 до 3,9 нм.

Известен наиболее простой метод формирования упорядоченных структур из наночастиц, состоящий [6] в испарении на подложке капли дисперсии наночастиц, приводящем к пространственной организации за счет капиллярных эффектов [7]. Двумерные коллоидные нанокристал-

лы были получены при испарении нанесенной на подложку капли дисперсии, содержащей лиофильные частицы. Данным способом были получены ГЦК- кристаллы из наночастиц CdSe [8] и микро-частиц полистирола [2].

Метод испарения капли благодаря простоте не утратил привлекательности и в настоящее время. Этим методом были получены коллоидные кристаллы микрометрового размера.

Для создания особых условий, при которых в конкретной системе происходит самосборка наночастиц, могут быть использованы гравитационное, электрическое или магнитное поле, капиллярные силы и другие приемы. Примером может служить закрытый сосуд с водой, в которой диспергированы коллоидные сферические частицы полистирола (рис. 8). Если сосуд изолирован от внешних воздействий (например, парит в невесомости), то самосборки частиц никогда не произойдет, поскольку частицы полистирола несут электрический заряд и отталкиваются друг от друга. В случае возвращения сосуда на землю на полистирольные микросферы начнет действовать сила тяжести, под действием которой частицы начнут оседать на дно сосуда, образуя упорядоченную структуру. Другой способ осуществить самосборку – открыть сосуд и вертикально поместить в него стеклянную подложку. В области граница раздела «подложка-вода-воздух» образуется мениск, в который частицы будут втягиваться под действием капиллярных

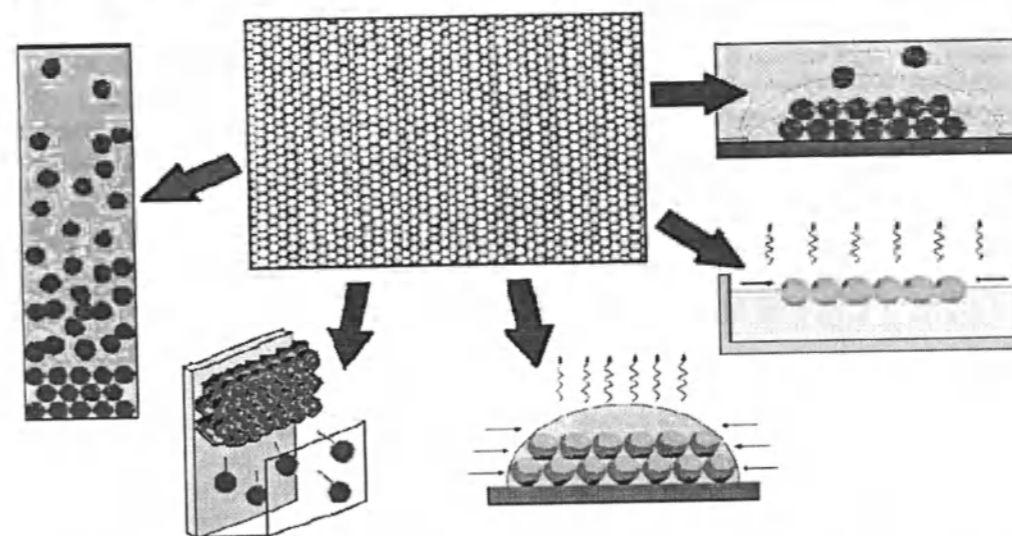


Рис. 8. Самосборка полистирольных микросфер под действием гравитационного поля, капиллярных сил, сил поверхностного натяжения и электрического поля. В центре – электронно-микроскопическое изображение упорядоченных полистирольных микросфер.

сил. По мере испарения воды мениск будет сползать вниз по подложке, оставляя за собой пленку из упорядоченных полистирольных микросфер воды, поэтому полимерные шарики, оказавшиеся на поверхности воды, не тонут. Самосборка под действием капиллярных сил – это очень распространенный способ синтеза структурированных микро- и наноматериалов.

Поиск и разработка методов самоорганизации наночастиц и их внедрение позволит значительно уменьшить размеры оптоэлектронных и других устройств. Уже сегодня на основе подобных материалов успешно разработаны прототипы различных химических и биологических сенсоров. Однако пока эта отрасль находится на зачаточной стадии, и перед учеными стоит еще большое количество вопросов и нерешенных проблем. Первостепенной проблемой для создания и исследования таких ансамблей является собственно синтез наночастиц. Для исследования организации наночастиц необходимо, чтобы частицы исходного прекурсора обладали очень узким распределением по размерам, имели одинаковую форму, состав и химическую однородность. Огромной проблемой является вопрос масштабируемости технологий получения самосборных ансамблей от лабораторной пробирки до коммерческого производства. Все это требует мощной приборной базы и методологической разработки.

Литература

1. Ролдугин В.И. Самоорганизация наночастиц на межфазных поверхностях // Успехи химии. 2004. Т.72. №2. С. 123–156.
2. Елисеев А.А., Силицкий А. Философия наносинтеза // Научно-популярные статьи, МГУ ФНМ. 2007. С. 4–5.
3. Адамова Л.В. Процессы на поверхности раздела фаз. Екатеринбург, 2007. 124 с.
4. Sibusiso N. Mlondo, Ellen M. Andrews, [et. al]. Deposition of hierarchical Cd(OH)₂ anisotropic nanostructures at the water-toluene interface and their use as sacrificial templates for CdO or CdS nanostructures // Chem. Commun. 2008. P. 2768–2770.
5. Sun S., Murray C. B., Weller D., Folks L., Moser A. Monodisperse FePt nanoparticles and ferromagnetic FePt nanocrystal superlattices // Science. 2000. 287. P. 1989.
6. Murray C.B., Kagan C.R., Bawendi M.C. // Science. 1995. 270. P.1335–1338.
7. Micheletto R., Fucuda H., Ohtsu M. A Simple Method for the Production of a Two-Dimensional, Ordered Array of Small Latex Particles // Langmuir. 1995. V.11. P. 3333–3336.
8. He S., Yao J., Jiang P., Shi D. et al. Formation of Silver Nanoparticles and SelfAssembled Two-Dimensional Ordered Superlattice // Langmuir. 2001. V.17. № 5. P. 1571–1575.

УДК 541.13 (575.2) (04)

Самоорганизация наноструктур меди и кадмия на межфазной поверхности вода-толуол при их наноструктурировании с использованием импульсной плазмы

Э.Т. МУРЗАБЕКОВА – канд. хим. наук,
Ж.К. КЕЛГЕНБАЕВА – мл. науч. сотрудник,
Б.М. МУРЗУБРАИМОВ – докт. хим. наук, академик НАН КР

Data about self-organization nanostructures on phase transport (water-organic solvents) surfaces are discussed in the article.

При разработке перспективных технологий получения новых функциональных материалов необходимо учитывать их экономичность, экологическую безопасность, простоту, эффективность и возможность доступного контроля состава, структуры и, соответственно, свойств материалов на наноуровне.

Несмотря на большие перспективы использования самосборных ансамблей наночастиц, в настоящее время они нашли применение в основном только в сенсорных устройствах [1] и биологических процессах. Также начинают появляться первые оптические приборы с использованием данных материалов. Однако в области полупроводниковой электроники, где на ансамбли наночастиц возлагаются большие надежды, эти материалы не применяются. Это говорит о том, что в ближайшие несколько десятилетий будет чрезвычайно актуальным разработка новых функциональных материалов, полученных самосборкой наночастиц.

Существующие методы диспергирования твердого тела с целью создания наночастиц для дальнейшей их самосборки (ударная волна или механическое измельчение трудоемки, очень сложны в аппаратном оформлении так же, как и метод Ленгмюра-Блоджетта).

Нами предлагается новый способ наноструктурирования твердого тела для получения наноча-

стиц – импульсная плазма, создаваемая в жидкостях между двумя электродами из соответствующего токопроводящего элемента Периодической системы (рис. 1). Наночастицы формируются из пара или расплава, возникающих в результате воздействия единичного импульса при давлениях 3–10 кбар и температурах -10^4 – 10^5 К. Далее протекает самосборка наночастиц на межфазной поверхности между двумя несмешивающимися жидкостями за счет энергии поверхностного натяжения.

Получение самоорганизованных наноструктур с использованием импульсной плазмы [2] имеет свои преимущества: возможность регулирования энергии единичного импульса позволяет увеличить долю частиц с наноразмерами, а применение в качестве реакционной среды – диэлектриков способствует стабилизации формирующихся наночастиц компонентами среды.

Для получения наноструктур были выбраны медь и кадмий, в качестве среды – система толуол-вода. Материалы, полученные в импульсной плазме из-за большой поверхностной энергии, обеспеченной высокой дисперсностью, химически очень активны. Стабилизация формирующихся частиц происходит за счет образования защитной пленки (полимерной, оксидной и т. п.).

Синтез наноструктур с использованием импульсной плазмы нетрудоемок и прост в аппаратном оформлении. В связи с этим пред-



Рис. 1. Синтез наноструктур с использованием импульсной плазмы в водно-органической эмульсии.

лагаемый способ может использоваться как альтернативный для самоорганизации наноструктур в упорядоченные ансамбли, формирующиеся на межфазной поверхности.

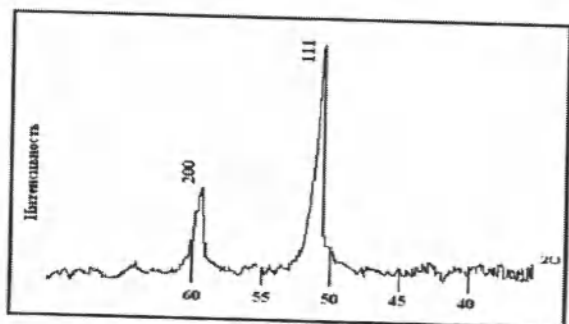


Рис. 2. Дифрактограмма образца меди в толуоле, полученной на межфазной поверхности.

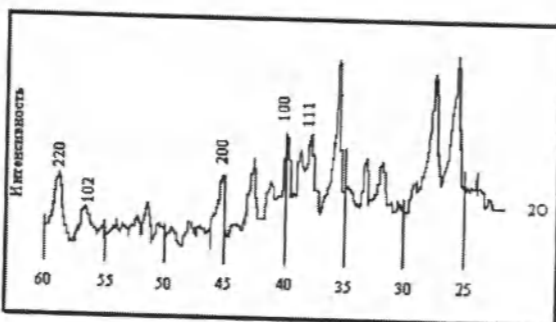


Рис.3. Дифрактограмма образца кадмия в толуоле (эмульсия), всплывшего на поверхность раствора.

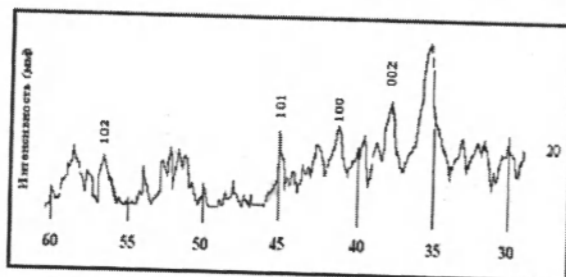


Рис. 4. Дифрактограмма образца кадмия в толуоле (эмульсия), выпавшего в осадок.

Для образцов меди и кадмия, полученных в импульсной плазме, проведен рентгенофазовый анализ.

По результатам обработки дифрактограммы [3] продукта диспергирования меди в среде водотолуол установлено, что образец содержит металлическую медь с двумя выраженными пиками (рис.2). Параметр кристаллической решетки наномеди $a_{\text{эксп}} = 3,6099 \text{ \AA}$, в то время как для обычной массивной меди $a_{\text{лит}} = 3,6150 \text{ \AA}$ Fm3m (кубическая) [4], т.е. в импульсной плазме получают частицы металлической меди с более компактной кристаллической решеткой. Компактирование кристаллической решетки наномеди мы объясняем размерным фактором (диаметр наночастиц – 150 Å).

Дифрактограмма продукта диспергирования кадмия в системе толуол-вода с использованием импульсной плазмы показывает на множество пиков, присущих металлическому кадмию и оксиду кадмия (рис.3). Кристаллическая решетка кадмия гексагональная, параметры кристаллической решетки по литературным данным $a_{\text{теор}} = 2,97311 \text{ \AA}$, $c_{\text{теор}} = 5,60694 \text{ \AA}$. Экспериментальные параметры кристаллической решетки частиц кадмия на межфазной поверхности: $a_{\text{эксп}} = 3,034 \text{ \AA}$, $c_{\text{эксп}} = 5,4473 \text{ \AA}$.

Таблица 1

Результаты обработки дифрактограммы образца меди в толуоле, полученной на межфазной поверхности

№	2θ	θ	J	Jотн	dэкс	Cu			CuO		
						dтеор	J	hkl	dтеор	hkl	J
15	47,58	23,79	11,5	7,5	2,21898						
16	48,77	24,39	10,5	6,8	2,16761	2,088	1	111			
17	50,9	25,45	153	100	2,08298	1,798	0,86	200			
18	59,42	29,71	59	38,56	1,80607				1,7	0,20	0,08
19	63,96	31,98	9	5,9	1,69008						
20	64,26	32,13	9	5,9	1,68303						
21	66,67	33,33	5	3,3	1,62906						
22	67,33	33,66	6	3,9	1,61494						
23	74,25	37,13	7	4,6	1,48288	1,5	0,15	113	1,5	113	0,15
24	77,5	38,75	6,5	4,2	1,43006						

Таблица 2

Результаты обработки дифрактограммы образца кадмия в толуоле (эмульсия), всплывшего на поверхность раствора

№	2θ	θ	J	Jотн	dэкс	Cd			CdO		
						dтеор	J	hkl	dтеор	hkl	J
9											
10	38,75	19,38	26	48,78	2,6975				2,712	111	100
11	39,83	19,92	30,8	57,79	2,6272	2,58	0,3	100			
12	41,25	20,63	16,5	30,96	2,5405						
13	42,52	21,26	24	45,03	2,4686						
14	45,25	22,63	18,5	34,71	2,32629				2,349	200	0,88
15	51,48	25,74	13	24,39	2,06109						
16	56,5	28,25	14	26,27	1,89112	1,89	0,2	102			
17	58,8	29,4	23	43,15	1,82338						
18	61,63	30,82	14,5	27,2	1,74708						
19	65,46	32,73	12	22,51	1,65551				1,661	220	0,43
20	68,66	34,33	11,8	22,14	1,58718						
21	69,91	34,96	10	18,76	1,56213						
22	72,83	36,42	12,5	23,45	1,50767	1,51	0,25	103			

Таблица 3

Результаты обработки дифрактограммы образца кадмия в толуоле (эмульсия), выпавшего в осадок

№	2θ	θ	J	Jотн	dэкс	Cd			CdO		
						dтеор	J	hkl	dтеор	hkl	J
8	35,42	17,71	30	100	2,9425						
9	37,83	18,92	18	60	2,7606	2,8	0,4	0,02			
10	39,58	19,79	14	46,67	2,6438						
11	41,17	20,59	15	50	2,5452						
12	41,58	20,79	13	43,33	2,5218						
13	42,33	21,17	11	36,67	2,4786						
14	44,93	22,47	10	33,33	2,342	2,34	1	101	2,349	200	88
15	51,43	25,72	12	40	2,06258						
16	52,3	26,15	12	40	2,03099						
17	56,67	28,34	10	33,33	1,88561	1,89	0,2	102			
18	58,67	29,34	12	40	1,82678						
19	65,32	32,66	8	26,66	1,65867				1,661	220	43

Параметры кристаллической решетки металлического кадмия (рис.4), выпавшего в осадок: $a_{\text{эксп}} = 2,9867 \text{ \AA}$, $c_{\text{эксп}} = 5,5215 \text{ \AA}$.

По данным других исследователей кристаллическая решетка оксида кадмия – кубическая, параметр кристаллической решетки $a_{\text{теор}} = 4,6953 \text{ \AA}$ [4], в импульсной плазме на границе раздела фаз и в осадке также формируется кубический оксид кадмия, но с параметром $a_{\text{эксп}} = 4,6977 \text{ \AA}$.

Расхождение в параметрах кристаллических решеток образцов меди и кадмия, полученных на межфазной поверхности, объясняется нами экстремальными условиями импульсной плазмы и суммированием ее с энергией поверхностного

натяжения на границе раздела двух несмешивающихся фаз вода-толуол.

Литература

1. Елисеев А.А., Синицкий А. Философия наносинтеза // Научно-популярные статьи. М.: МГУ ФНМ. 2007. С. 3.
2. Сулайманкулова С.К., Асанов У.А. Энергонасыщенные среды в плазме искрового разряда / Кыргызпатент. Бишкек, 2002. 264 с.
3. Гиллер Я.Л. Таблицы межплоскостных расстояний. М.: Недра, 1966.
4. Кнулянец И.Л. Химическая энциклопедия: В 5 Т. М.: Советская энциклопедия, 1992. Т.3. 639 с.

УДК:539.12.53.023 (575.2) (04)

Физические процессы на уровне элементарных частиц

М.Н. РАИМКУЛОВ – канд. тех. наук

The logic of being antigravity is suggested in the article based on the analysis of gravity and suppose, that physical point has spherical appearance, deduce a formula of antigravity. The influence of mass of interacted objects and distances, between them, to the value of the force of inertia and gravity is n.

Гравитационное отталкивание

Ранее нами, при описывании возможных сил, действующих на первичные элементы материи, было предложено, что между античастицами действует сила гравитационного притяжения [1, 2]. Если учесть, что элементы материи движутся и имеют массу, то это движение будет сопровождаться силой инерции. Таким образом, мы уже имеем две силы, такие как сила гравитационного притяжения и сила инерции, но при этом мы обошли вопрос о возможном гравитационном отталкивании между одинаковыми (одноименными) элементами материи. Поэтому попробуем разобраться в этом вопросе.

Мир, в котором мы живем и который изучаем, имеет причинно-следственную связь. Это значит, что любое действие или даже отсутствие действия является причиной, которая порождает следствие. Таким образом, зная причину и соот-

ветствующую причинно-следственную связь, мы можем предположить, каким будет следствие. Аналогичным образом, любое следствие имеет свою причину, т.е., зная следствие и соответствующую причинно-следственную связь, появляется возможность понять причину, вызвавшую это следствие. Или, иначе говоря, зная некоторые известные явления, то есть следствия, мы можем понять причины их вызвавшие. Теперь помня об этом, разберем два известных физических явления и предложим причины их вызывающие. С точки зрения автора, это те причины, которые приведут к выводу о необходимости существования силы гравитационного отталкивания:

Явление 1. В классической физике считается, что ядерные силы, которые являются силами притяжения, на коротких расстояниях являются самыми значительными, то есть на самых коротких расстояниях, сравнимых с размерами ядра, они

превосходят все остальные известные науке силы. Но тогда встает вопрос: «Почему эти силы не сжимают нуклоны ядра в точку?» Ведь, нам известно, что чем тяжелее ядро, то есть чем больше нуклонов в ядре, тем больше ядро по размеру. Более того, утверждается, что плотность вещества во всех ядрах одинакова [2]. Что же препятствует ядерным силам сделать это?

Поскольку ядерные силы сжимают нуклоны в ядре до какого-то предела, то это означает, что какая-то сила препятствует дальнейшему сжатию. Поскольку эта сила препятствует сжатию, то должно быть эта сила направлена на расширение, то есть это сила отталкивания. Более того, расстояние, на котором эта сила является значимой (большой по сравнению, например, с ядерной силой), должно быть еще более коротким, чем расстояние, на котором действует ядерная сила. Так же как ядерная сила проявляет себя тем сильнее, чем короче расстояние между элементарными частицами, точно так же действует описываемая сила отталкивания, которая становится сильнее при дальнейшем уменьшении расстояния между элементарными частицами, в данном случае нуклонами. На этих ультракоротких расстояниях эта сила отталкивания превышает ядерную силу, не давая ей сжимать нуклоны в точку. Этой силой отталкивания, причиной не позволяющей сжимать нуклоны ядра в точку, по мнению автора, является сила гравитационного отталкивания.

Явление 2. Если мы зададимся вопросом: «Что обеспечивает твердость вещества, плотность молекул, атомов, элементарных частиц и т.д., то каков будет ответ?» Мы знаем, что твердость того или иного вещества или химического элемента определяется его молекулярной структурой. Например, у дерева одна твердость, у металла другая, у алмаза третья. Но чем определяется твердость самих молекул? А эта твердость определяется твердостью атомов, входящих в решетку того или иного химического элемента. Тогда следует другой вопрос: «Чем определяется твердость атомов?» Ответ: «твердость атомов определяется скоростью вращения и твердостью электронов, входящих в состав атомов». В этом случае задается последний вопрос: «Чем же определяется твердость самих электронов?» Если мы будем оперировать только известными нам фундаментальными силами, такими как сила гравитационного притяжения, электромагнитная сила, ядерная сила и сила слабого вза-

имодействия, то ни одна из этих сил никаким образом не придаст электрону его твердость. Даже если мы скажем, что это свойство материи, в данном случае свойство элементарной частицы – электрона, обладать твердостью, то и в этом случае мы должны понять, почему он этой твердостью обладает? Поскольку обладание этой твердостью это лишь следствие, а причина лежит в некоей силе, которая эту твердость создает.

Ответ, предложенный автором, заключается в том, что причина, вызывающая твердость элементарных частиц (или еще более мелких частиц – простейших элементов материи), это сила гравитационного отталкивания, то есть элементы материи не имеют плотности или твердости в нашем обычном понимании, а представляют собой места гравитационного притяжения и отталкивания. Вот эта сила отталкивания и проявляется как твердость простейших элементов материи, которые в дальнейшем предлагается называть физическими точками материи или просто физическими точками. Эта же сила отталкивания проявляет себя как изначальная плотность любой материи вообще. Иначе, например, даже ядерное или электромагнитное поле, которые могут создавать невероятную плотность, тоже, чтобы отталкивать, должны иметь какую-то плотность самой энергии. Эта плотность энергии и есть нечто иное, как плотность или твердость физических точек, которые, по сути, являются в том числе физическими точками энергии.

Доводы существования силы гравитационного отталкивания не ограничены только тремя приведенными выше. Далее, изучая известные процессы, другие физические явления автор пришел к выводу, что без наличия подобной силы было бы невозможно, например, существование электромагнитных сил, сил слабого и сильного взаимодействия.

Попробуем понять принцип действия данной силы или данного поля гравитационного отталкивания. В этом нам может помочь анализ формулы гравитационного притяжения. Так как автор предполагает, что носителем поля являются физические точки материи, то это означает, что поле гравитационного притяжения сосредоточено в физической точке и уменьшается по мере удаления от этой точки пропорционально во всех направлениях. В этом случае изменение поля будет обратно пропорциональным изменению поверхностной площади или объема сферы:

$$G \sim \frac{k}{S_{сф}} \text{ или } G \sim \frac{k}{V_{сф}}, \quad (1)$$

где k – изначальная величина поля гравитационного притяжения в физической точке;
 $S_{сф}$ – площадь сферы;
 $V_{сф}$ – объем сферы.

В физической точке величина поля гравитационного притяжения k будет равна 100%. По мере удаления от физической точки поле уменьшается обратно пропорционально или площади сферы, или объема сферы. Зная формулу гравитационного поля, нам остается только понять, какое изменение гравитационного поля выражает формула.

Помня, что

$$S_{сф} = 4\pi R^2 \text{ и } V_{сф} = \frac{4}{3}\pi R^3 \quad (2)$$

Получим два варианта зависимости гравитационного поля от расстояния до центра этого поля, то есть до физической точки:

$$G = \frac{k}{4\pi R^2} \text{ или } G = \frac{k}{4/3\pi R^3} \quad (3)$$

Формула поля гравитационного притяжения известна:

$$G = \gamma \frac{m}{R^2}, \quad (4)$$

где γ – экспериментально найденный коэффициент, который мы можем представить в следующем виде:

$$\gamma = \frac{n}{4\pi} \quad (5)$$

Тогда формула гравитационного притяжения будут иметь вид:

$$G = \frac{nm}{4\pi R^2}, \quad (6)$$

где m – масса физической точки; n – константа.

Так как масса физической точки неизменна, то это означает, что nm – это постоянная величина. В этом случае nm – это та самая величина поля в точке, которую мы обозначили ранее через k . Тогда полученную формулу мы можем переписать в виде:

$$G = \frac{k}{S_{сф}} \quad (7)$$

Таким образом, эта формула показывает, что величина поля гравитационного притяжения из-

меняется обратно пропорционально поверхностной площади сферы. Выше было отмечено, что сила гравитационного отталкивания действует на ультракоротких расстояниях, то есть с удалением от центра данного поля его величина уменьшается быстрее, чем происходит уменьшение гравитационного поля. Это означает, что общая зависимость этого поля от расстояния должна быть больше чем R^2 , то есть оно может быть: R^3 , R^4 , R^5 и т.д. Но поскольку это изменение происходит одинаково во всех направлениях, то это означает, что такое изменение должно быть обратно пропорционально или поверхностной площади, или объему сферы. Поскольку для площади сферы мы имеем квадратичную зависимость от расстояния, то мы можем сделать простой вывод о том, что для поля гравитационного отталкивания будет зависимость обратно пропорциональная объему сферы, то есть она будет зависеть от R^3 . Исходя из всего вышеизложенного, формула поля гравитационного отталкивания будет иметь следующий вид:

$$G = \frac{k_{от}}{V_{сф}} = \frac{3n_{от}}{4\pi} \frac{m}{R^3} = 0,23873 n_{от} \frac{m}{R^3}, \quad (8)$$

где $n_{от}$ – коэффициент, связанный с величиной поля гравитационного отталкивания в физической точке.

Если мы обозначим коэффициент $0,23873n_{от}$ через $\gamma_{от}$, то получим:

$$G = \gamma_{от} \frac{m}{R^3}, \quad (9)$$

Или для силы гравитационного отталкивания получим:

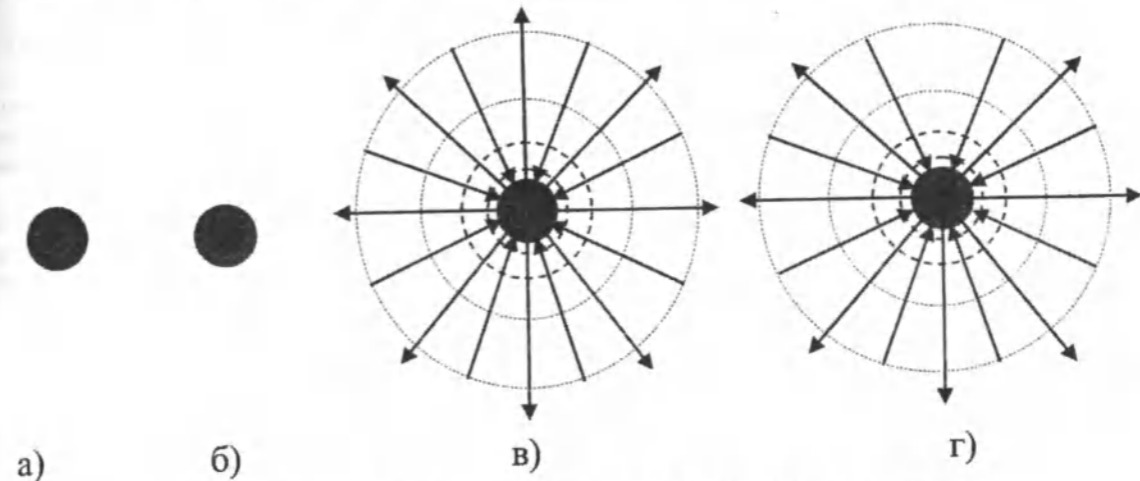
$$F = \gamma_{от} \frac{m_1 m_2}{R^3}, \quad (10)$$

где $\gamma_{от}$ – коэффициент гравитационного отталкивания;

m_1 и m_2 – массы, соответственно, отталкивающего и отталкиваемого объектов;

R – расстояние между объектами.

Ранее уже было сделано предположение о том, что сила гравитационного притяжения действует между противоположными частицами материи, то есть противоположными физическими точками, которые между собой притягиваются [1]. Для нас было бы естественно предположить, что в противовес этому воздействию сила гравитационного отталкивания будет действовать между одноименными физическими точками. Причем, как минимум, гравитационное притяжение и гравитационное отталкивание будут двух видов,



Физические точки материи: а) «положительная» физическая точка; б) «отрицательная» физическая точка; в) векторы гравитационных сил «положительной» физической точки; г) векторы гравитационных сил «отрицательной» физической точки. (Стрелками показаны направления действия сил гравитационного притяжения и гравитационного отталкивания).

которые зависят от двух видов физических точек (см. рисунок)

Таким образом, на основе изложенного выше, можно с определенной долей вероятности заключить, что *каждая физическая точка представляет собой источник гравитационного притяжения, гравитационного отталкивания и источник силы инерции.*

Взаимодействие сил инерции и гравитационного притяжения на уровне элементарных частиц

Проанализируем, каково соотношение сил инерции физической точки и гравитационного притяжения между физическими точками на сверхкоротких расстояниях, на которых они действуют в цепочке первичного вихря. Сравним данные соотношения сил с силами, действующими при размерах в 10^9 раз, превышающими размеры физических точек, и при расстояниях в 10^9 раз, превышающих расстояния между физическими точками. Тогда получим:

силу гравитационного притяжения между физическими точками:

$$F_{пр} = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}, \quad (11)$$

где m_1 и m_2 – массы физических точек; r – расстояние между физическими точками;

силу инерции физической точки, которая приобрела некоторую скорость после удара ее другой физической точкой:

$$F_{ин} = \frac{dP}{dt} = m_1 \frac{dV}{dt}, \quad (12)$$

где dV – изменение скорости физической точки за время dt .

Для системы с массами физических точек и расстояниями, между ними увеличенными в 10^9 раз, получим:

для силы гравитационного притяжения:

$$F_{2пр} = \gamma \frac{m_3 m_4}{r_2^2}, \quad (13)$$

где $m_3 = 10^9 m_1$, $m_4 = 10^9 m_2$, $r_2 = 10^9 r_1$.

Откуда мы имеем:

$$F_{2пр} = \gamma \frac{10^9 m_1 10^9 m_2}{(10^9 r_1)^2} = \gamma \frac{10^{18} m_1 m_2}{10^{18} r_1^2} = \gamma \frac{m_1 m_2}{r_1^2} = F_{пр} \quad (14)$$

для силы инерции:

$$F_{2ин} = m_3 \frac{dV}{dt} = 10^9 m_1 \frac{dV}{dt} = 10^9 F_{ин} \quad (15)$$

Таким образом, мы получили, что сила гравитационного притяжения не изменилась, тогда как сила инерции увеличилась в 10^9 раз. Это означает, что сила инерции для малых частиц, которыми являются физические точки, намного меньше, чем сила инерции для больших объектов, притом, что сила гравитационного притяжения при пропорциональном изменении масс и расстояний между ними остается неизменной. *Этот факт свидетельствует о приоритетах воздействия сил на наноуровне по сравнению с метровым*

диапазоном, где, как видно из формул (14) и (15), воздействие силы инерции уменьшается в миллиарды раз по сравнению с воздействием силы гравитационного притяжения.

Выводы

1. Аргументировано предположение о том, что, кроме силы гравитационного притяжения, существует сила гравитационного отталкивания, которая проявляет себя на ультракоротких расстояниях.

2. Аргументировано предположение о том, что величина поля гравитационного притяжения изменяется обратно пропорционально поверхностной площади сферы, а величина поля гравитационного отталкивания изменяется обратно пропорционально объему сферы.

3. Выведена формула силы гравитационного отталкивания, которая выглядит следующим образом:

$$F = \gamma_{om} \frac{m_1 m_2}{R^3}$$

4. Каждая физическая точка, обладая массой, представляет собой источник инерции, источник гравитационного притяжения и источник гравитационного отталкивания.

5. Показаны приоритеты воздействия сил на наноуровне, где воздействие силы инерции уменьшается в миллиарды раз по сравнению с воздействием силы гравитационного притяжения.

Литература

1. Исследование возможностей использования нанотехнологии при создании новых материалов и совершенствовании оптико-информационных систем / Ответ о научно-исследовательской работе, Бишкек. 2009. С. 64.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. В 3 т. М.: Наука, 1986. Т.3. 234 с.

УДК 539.12.53.01 (575.2) (04)

Новый взгляд на элементарные частицы или принцип создания материи

М.Н. РАИМКУЛОВ – канд. тех. наук

At this article author supposed, that the elementary elements like electrons, protons and others, have the structure, which means, that they are not elementary. Have been suggested the structure and the new principle of creating of the elements, which we call elementary, nowadays.

Основная господствующая теория создания вселенной говорит о том, что вселенная создана из сингулярности, то есть вся материя была плотно сжата в размере, стремящемся к нулю. Затем под воздействием какой-то силы произошел «большой взрыв» и вся масса, сосредоточенная в точке, начала разлетаться, создавая видимую нам сегодня вселенную. К сожалению, такой подход пока не привел ученых к выявлению какого-то универсального принципа. В данном случае предлагается другая логика создания материи и всей вселенной. Суть данной логики или данного

подхода можно выразить фразой: «Весь мир создан из ничего, из пустоты». По логике из ничего мы можем получить только противоположности, которые математически можно описать как $0=1-1+2-2+...$ Эти противоположности при обратном слиянии должны исчезнуть ($1-1+2-2+...=0$), таков может быть принцип. Если этот принцип верен, то, используя его и известные знания о закономерностях мира, могут быть сделаны некоторые выводы, которые далее в качестве новой теоретической базы могут породить новые теоретические выводы. Таким образом, создавая

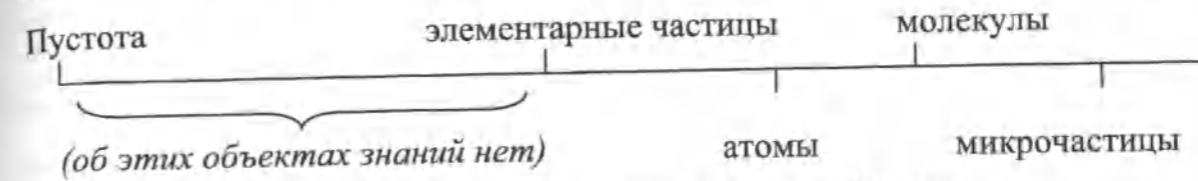


Рис. 1. Отрезки знаний, зависящие от размеров объектов.

логическую цепочку, которая должна вписаться в известные факты и даже описать существующие законы с этой новой фундаментальной позиции.

Начнем с того, что попробуем заполнить пробел знаний между первой отправной точкой, которой может служить пустота или «ничто» и следующей известной точкой этого отрезка пробела знаний, которой могут быть элементарные частицы, известные нам сегодня (рис. 1).

Создание простейших элементов материи

В настоящее время открыто множество элементарных частиц, имеющих различный заряд, массу и взаимодействие между собой. Если исходить из предположения, что элементарные частицы это нечто самое простое, из которого складывается все остальное, то тогда возможно следует задуматься: «А элементарны ли частицы, называемые элементарными?» Гипотеза, предложенная в данной работе, говорит о том, что элементарные частицы являются сложными системами, которые представляют собой такое большое разнообразие видов. Надо сказать, что в этом направлении работают уже многие ученые, об этом говорят, например, теория кварков и теория струн [1,2].

Данная работа является лишь новым подходом к обозначенной проблематике. Но прежде, чем перейти к рассмотрению того, что представляют собой элементарные частицы, вспомним известные нам системы как на макро-, так и на микроуровне. Если мы начнем рассмотрение с макроуровня, то обратим внимание на то, что все известные нам системы представляют собой вращающиеся объекты. Мы видим, как

спутники вращаются вокруг планет, причем ученые, занимающиеся их исследованием, говорят о том, что, например, Луна, вращаясь вокруг Земли, постепенно удаляется от нее. Также вращаются планеты вокруг звезд, в нашем случае вокруг Солнца, причем планеты тоже постепенно удаляются от Солнца [3], а это означает, что их движение осуществляется по некоторой спирали. Солнечные системы вращаются вокруг центра галактик, галактики также вращаются вокруг своего центра и т.д.

Что же происходит на микроуровне? Здесь мы наблюдаем аналогичную картину, поскольку знаем, что электроны вращаются вокруг ядра атома. На основе этого анализа и отмеченного выше, мы можем сделать предположения о том, что: 1) вращение – это очень важное свойство или даже некая закономерность присущая всему во вселенной; 2) если элементарные частицы являются не элементарными, а представляют собой микросистемы, то, вероятнее всего, они тоже должны находиться во вращении (что собственно подтверждает наличие спина у элементарных частиц).

Предположение о том, что известный нам физический мир появился не из сингулярности, а из пустоты или из вакуума не ново, оно уже высказано учеными, в том числе российским академиком Г.И. Шиповым [4]. Мысль о том, как из ничего может появиться нечто, уже была высказана выше. Как математический ноль равен сумме противоположных чисел, так и мир может появиться из «ничего» или из вакуума, рождаясь вместе с антимиром. Казалось бы, пока такая ло-



Рис. 2. Рождение античастиц.

гика известна и понятна, но ничего нового она нам не дает. Однако на основе такой логики вытекает предположение, что из вакуума рождаются как минимум две частицы: частица и ее антипод (античастица), и далее мы можем попробовать представить себе, как это может выглядеть в реальности (рис. 2).

Как гребень волны порождает впадину, так и две частицы, рождаясь из вакуума, должны иметь определенные противоположности. Здесь мы имеем два варианта: а) все частицы похожи друг на друга, а противоположность заключается в том, что они при делении движутся в противоположные стороны (рис. 2а); б) кроме движения в противоположные стороны добавляется еще одна противоположность, — это деление на частицу и античастицу (рис. 2б), т.е. это то, чем оперируют сейчас физики, говоря о парах частиц, таких как электрон и позитрон, протон и антипротон и т.д. Но разница в данном случае в том, что это частицы только двух видов, т.е. частица и античастица и нет других пар, отличных от этих. В данном случае каждая частица притягивается античастицей. И мы не можем пока говорить о том, что одинаковые частицы будут отталкиваться, так как речь идет только о притяжении двух противоположностей, и это притяжение — гравитационное.

Поскольку в дальнейшем движение подобных частиц происходит в разных направлениях, а не только в противоположных, то первый вариант (рис. 2а), где предполагается, что противоположность заключается в том, что противоположные частицы отличаются противоположным движением, уже будет являться менее вероятным. Если мы сделаем еще одно весьма вероятное предположение о том, что все созданное рано или поздно должно вернуться к исходному состоянию, т.е. обратно к пустоте, и для этого должна существовать логическая вероятность полной нигилизации этих частиц, то мы можем сделать вывод, что такая вероятность будет существовать только для второго варианта (рис. 2б). В этом случае противоположные частицы, сливаясь друг с другом, подобно математической формуле «1-1=0», компенсируют друг друга, исчезая вместе. Таким образом, принципиальный вывод, который можно сделать, исходя из отмеченного выше, заключается в том, что первичные элементы материи, скорее всего, являются противоположностями, показанными на рис. 2б и, вероятно, относятся друг к другу как масса и антимасса.

Первичные вихри

На рис. 2 было показано возможное деление вакуума на две физические точки, но, как мы по-

нимаем, процесс на этом не останавливается. Что может происходить далее, а далее могут создаваться другие пары физических точек, и если эти пары делятся последовательно, то возможен примерно такой процесс.

После того, как каждой физической точке придан импульс (направления импульса указаны стрелками), кроме силы инерции на них действуют силы гравитации со стороны противоположных физических точек (рис. 3), т.е. на физическую точку 1 действует сила гравитационного притяжения со стороны физических точек: 2, 4, 1, 3. Но поскольку расстояние между соседними физическими точками, например, точками 1, 2, 4 и т.д. намного меньше, чем расстояние между точками, например 1, 1, 3 и др., то влияние гравитации, со стороны последних, будет незначительным и им для простоты анализа можно пренебречь.

Теперь мы постараемся понять, как созданные физические точки будут взаимодействовать между собой. Деление в виде синтеза двух античастиц пока никак нам не показывает, почему эти частицы должны вращаться, создавая более сложные структуры. Для этого проследим вероятный ход создания этих простейших частиц.

Если вслед за созданной парой античастиц, разлетающихся в противоположные стороны, рядом будут создаваться последовательно другие пары частиц, то процесс их взаимодействия в дальнейшем может выглядеть примерно следующим образом. Из пустоты в какой-то точке пространства под влиянием внешней силы происходит деление вакуума на две противоположности «+1» и «-1». В соответствии с этим про-

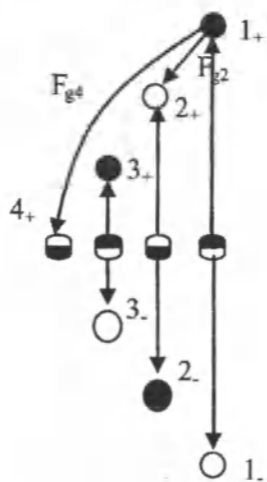
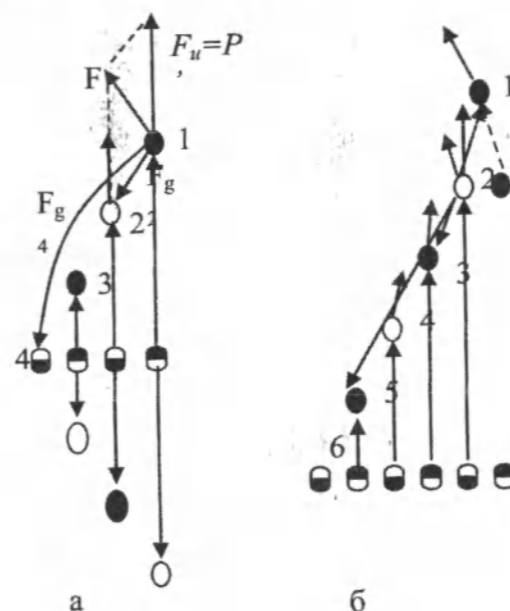


Рис. 3. Влияние сил на физические точки.



$$\vec{F} = \vec{F}_e + \vec{F}_g$$

$$\vec{F}_e = P' = m\vec{V}' = m\vec{a}$$

$$\vec{F}_g = \vec{F}_{g2} + \vec{F}_{g4} = \gamma \frac{m_1 m_2}{r_1^2} + \gamma \frac{m_1 m_4}{r_2^2}$$

→ - сила гравитационного притяжения;
→ - сила инерции;
→ - результирующая сила.

цессом деления, каждой физической точке придается скорость, и мы уже предположили: 1) что каждая физическая точка имеет массу, и тогда она приобретает импульс $P = mV$ и 2) что каждая из этих точек обладает силой гравитационного притяжения и гравитационного отталкивания [5]. Тогда эти физические точки не только начинают разлетаться в противоположные стороны, но и на некотором расстоянии, превышающем значимое воздействие сил гравитационного отталкивания, противоположные физические точки будут также притягивать друг друга (поскольку автором было

показано, что гравитационное отталкивание проявляется на ультракоротких расстояниях [5], то на расстояниях, превышающих указанные, мы для простоты анализа можем их пока упустить). В этом случае векторы сил будут направлены так, как это показано на рис. 4а.

Анализируя траекторию движения физической точки «1», видим, что на нее действуют две силы: сила инерции этой физической точки и сила гравитационного притяжения со стороны физических точек 2 и 4. Вследствие этого воздействия физическая точка 1 постепенно сменит направле-



Рис. 5. Различные виды первичных вихрей.

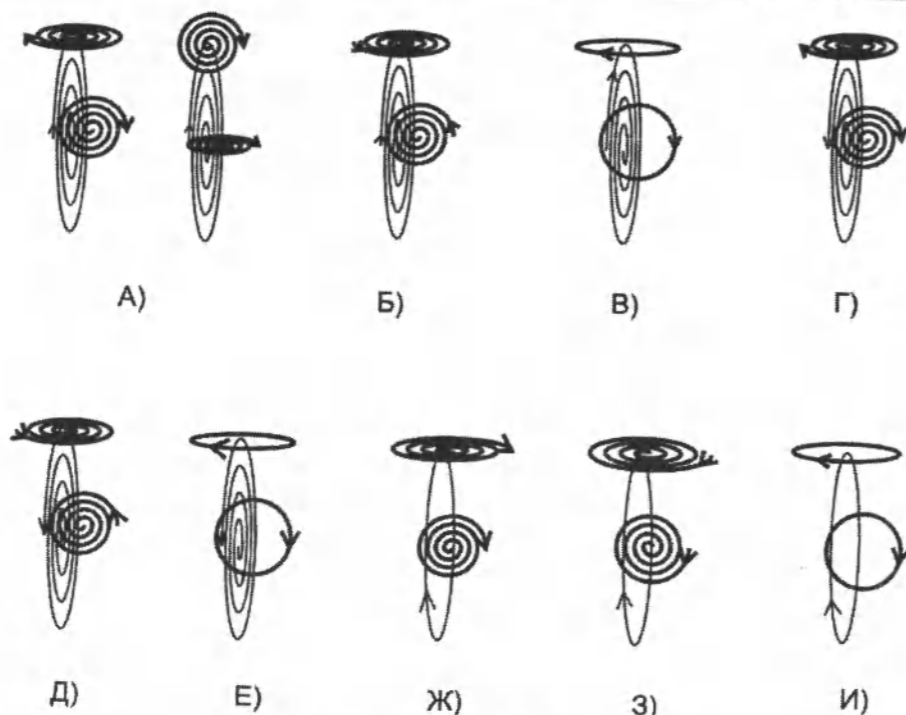


Рис. 6. Виды вторичных вихрей.

ние своего движения в направлении результирующей силы, то есть в данном случае она будет постепенно смещаться влево. Аналогичным образом будет происходить воздействие на последующие точки 2, 3, 4, ... (рис. 4б). В результате этого процесса и в зависимости от скорости физических точек их массы и расстояния между ними движение физических точек может иметь три принципиальные траектории: а) когда физические точки движутся по кругу; б) когда физические точки движутся по спирали, все далее удаляясь от центра данной спирали; в) когда физические точки движутся по спирали, приближаясь к асимптотическому центру данной спирали (рис. 5). Данные образования вихрей, состоящих из физических точек материи, в дальнейшем для простоты будем называть первичными вихрями физических точек или просто первичными вихрями.

Структура и виды элементарных частиц

Предложенные энергетические вихри, которые складываются из физических точек, представляют собой не что иное, как торсионные поля, о которых сегодня говорят многие физики [4]. Тогда имеет смысл предположить, что эти первичные вихри могут участвовать в построении более сложных систем. Например, аналогичных вихрей,

но составляющими которых будут уже не физические точки, а первичные энергетические вихри, то есть те вихри энергии, которые описаны выше. Тогда соответственно возможное количество построений вторичных вихрей из первичных будет еще большим. Приведем некоторые из них:

Не трудно предположить, что расположение первичных вихрей во вторичных может быть различным, как это показано на рис. 6а. Хотя автор полагает, что как минимум некоторые первичные вихри расположены в плоскостях, являющихся касательными к вращению вторичного вихря. Именно так показаны остальные варианты расположения первичных вихрей во вторичных (рис. 6).

Предложенные структуры вихрей имеют массу, они вращаются, т. е. имеют спин, в зависимости от траектории вращения физических точек и первичных вихрей они могут притягивать или отталкивать от себя, а также воздействовать на другие подобные системы по касательной ко вторичным вихрям вращения. Это означает, что они обладают свойствами, которые мы сегодня наблюдаем у элементарных частиц. Исходя из изложенного, можно предположить, что *эти микросистемы в виде вращения первичных вихрей вдоль круга или спиралей с определенной*

долей вероятности могут представлять собой элементарные частицы типа электрона, позитрона, нейтрино и т.д. И именно потому, что разнообразие этих вихрей столь значительно, мы сегодня имеем такое большое разнообразие элементарных частиц.

Следует отметить, что автор понимает, что предложенная информация базируется на различных предположениях, требующих доказательной базы. В данной работе предложена принципиальная идея о том, как могут появляться простейшие элементы материи и что из себя, в общем виде, могут представлять известные сегодня элементарные частицы. Насколько изложенная информация близка к истине, покажут физико-математические модели, которые будут предложены автором в следующих публикациях и дальнейшие исследования ученых, но без предложения этой первой информации, описывающей общее видение, сложно сразу переходить к расчетам моделей вращающихся микросистем.

Выводы

1. Основная мысль данной работы заключается в том, что автор предлагает рассматривать частицы, которые мы сегодня называем элемен-

тарными, как микросистемы в виде энергетических вихрей.

2. Предложены первичные энергетические вихри, которые состоят из физических точек, и вторичные энергетические вихри, которые, в свою очередь, состоят из первичных энергетических вихрей.

3. Показано, что вследствие того, что поскольку вторичные вихри энергии могут иметь различную конфигурацию, мы сегодня наблюдаем большое разнообразие "элементарных" частиц.

Литература

1. Интернет-ресурс: www.femto.com.ua/articles/part_1/0050.html
2. Интернет-ресурс: ru.wikipedia.org/wiki/
3. Плыкин В.Д. «Вначале было слово...» или след на воде. М.: Орион плюс, 2000. 54 с.
4. Шипов Г.И. Теория физического вакуума в популярном изложении. М.: Кириллица, 2002. 23 с.
5. Исследование возможностей использования нанотехнологии при создании новых материалов и совершенствовании оптико-информационных систем // Отчет о научно-исследовательской работе. Бишкек 2009. 64 с.

УДК 547.992 2:001.18:502.5-004.82 (575.2) (04)

Получение магнитных сорбентов на основе магнетита и гуминовых кислот, анализ сорбционной активности по отношению к ионам тяжелых металлов

А.Д. КЕРИМБАЕВА – аспирант,
А.А. ЗАРИПОВА – канд. хим. наук, доцент

Reception of magnetic sorbents on a basis of magnetite and humic acids, the analysis of sorption activity in relation to ions of heavy metals were given in the article.

Интерес к металлополимерным нанокм-позитам обусловлен уникальным сочетанием свойств металлосодержащих наночастиц с механическими, пленкообразующими и другими характеристиками полимеров, что позволяет ис-

пользовать такие материалы в качестве магнитных устройств для записи и хранения информации, катализаторов, а также сорбентов нового поколения [1]. Одним из перспективных методов получения металлосодержащих наночастиц и их

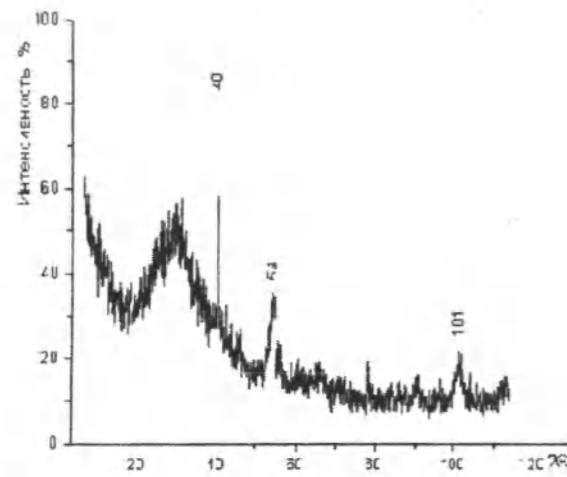


Рис. 1. Рентгеновская дифрактограмма нанокompозита Fe_3O_4 -ГК.

полимерных композитов является термическое превращение металломономеров, в ходе которых можно совместить формирование *in situ* высокодисперсных частиц металлов и стабилизирующей их полимерной матрицы [2–4]. Агрегативная устойчивость наночастиц в полимерной матрице определяется возможностью пространственного расположения, фазовым распределением, электростатическими взаимодействиями. В качестве полимерного носителя стабилизатора могут быть использованы вещества различной природы: неорганической и полимерной, в частности, гуминовые кислоты [5]. Гуминовые кислоты, проявляя протекторные свойства по отношению к ионам тяжелых металлов и органическим токсикантам, одновременно могут выступать в качестве эффективных стабилизаторов для магнитоактивных наночастиц металлов.

Целью настоящей работы является получение магнитных сорбентов на основе магнетита и гуминовых кислот, анализ сорбционной активности по отношению к ионам тяжелых металлов.

Объекты и методы исследования

Гуминовые кислоты выделены из окисленных углей месторождения Кара-Кече по методу Орлова [6]. Высокодисперсные осадки магнетита получили химическим соосаждением по реакции Эльмора [7].

Для изучения влияния условий получения нанокompозита рассматривались: влияние среды (в присутствии и отсутствии *Ar*); влияние температуры (60–90°C).

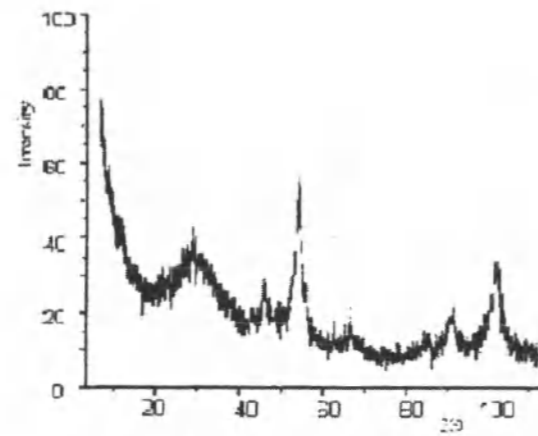
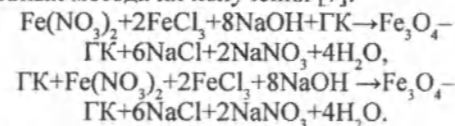


Рис. 2. Рентгеновская дифрактограмма наночастиц Fe_3O_4 .

Для изучения комплексобразования была проведена ионообменная сорбция ионов Cd^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Pb^{2+} гуминовыми кислотами и нанокompозитом Fe_3O_4 -ГК.

Результаты и их обсуждение

Гуминовые кислоты выделены из окисленного бурого угля месторождения Кара-Кече. Для получения нанокompозитов на основе гуминовых кислот был использован метод химического соосаждения. Известно, что в зависимости от механизма стабилизации наночастиц могут быть получены разные по своим свойствам нанокompозиты, поэтому нами в работе рассматривались два основных метода их получения [7]:



Для установления оптимальных условий стабилизации наночастиц гуминовыми кислотами исследовали влияние температуры и среды в присутствии и отсутствии *Ar*.

Данные рентгенофазового анализа показали, что основным магнитоактивным компонентом полученных нанокompозитов является магнетит Fe_3O_4 (рис. 1, 2).

Незначительное количество интенсивных рефлексов и уширение линий на дифрактограммах образцов характерны для наноразмерных систем.

Полученные результаты согласуются с данными мессбауэровской спектроскопии (рис. 3, 4). В спектрах нанокompозитов, стабилизированных

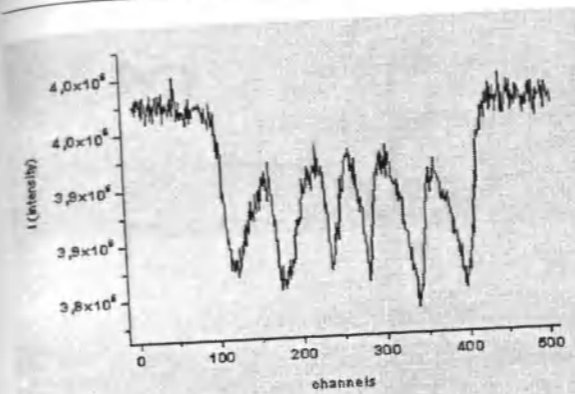


Рис. 3. Мёссбауэровские спектры нанокompозита Fe_3O_4 -ГК.

гуминовыми кислотами, присутствует дублет от октаэдрически координированного высокоспинового комплекса Fe^{3+} .

Для синтезированных образцов нанокompозитов на основе гуминовых кислот методами просвечивающей электронной микроскопии были получены электронные микрофотографии (рис. 5, 6). Показано, что в зависимости от условий стабилизации получают нанокompозиты с разными магнитными свойствами.

Все исследуемые нанокompозиты обнаруживают ферромагнитное поведение при комнатной

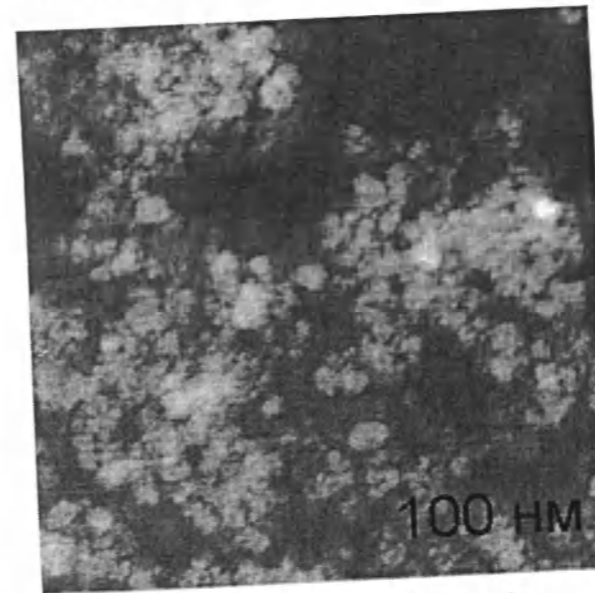


Рис. 5. Электронная микрофотография нанокompозита Fe_3O_4 -ГК, полученного химическим соосаждением *in situ* ($t=60^\circ C$).

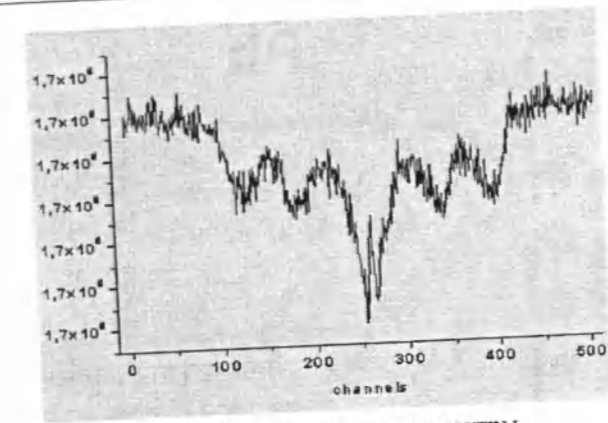


Рис. 4. Мёссбауэровские спектры наночастиц Fe_3O_4 .

температуре и проявляют магнитоуправляемые свойства во внешнем магнитном поле.

Изучение ионообменных свойств гуминовых кислот и их производных проводили методом ионообменной сорбции в статических условиях.

Известно, что величины сорбции отдельных ионов из водных растворов гуминовыми кислотами существенно различаются [8]. Выявлено, что поглощение ионов металлов Cd^{2+} , Sr^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} нанокompозитом также зависит от природы сорбируемого иона (рис. 7).

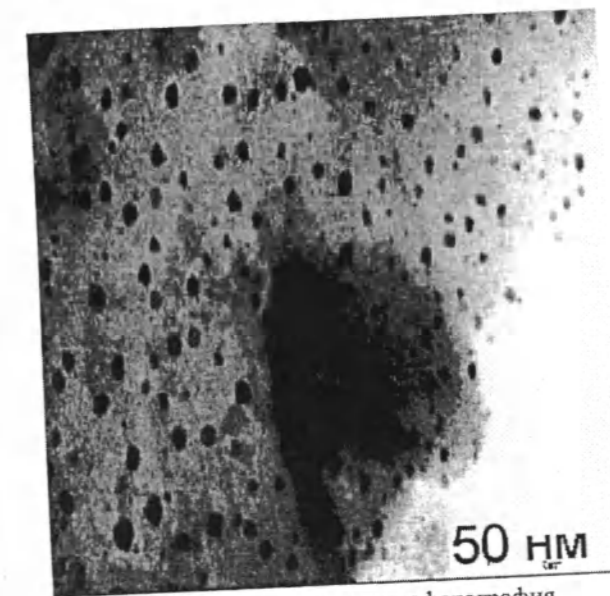


Рис. 6. Электронная микрофотография нанокompозита Fe_3O_4 -ГК, полученного химическим соосаждением *in situ* ($t=90^\circ C$).

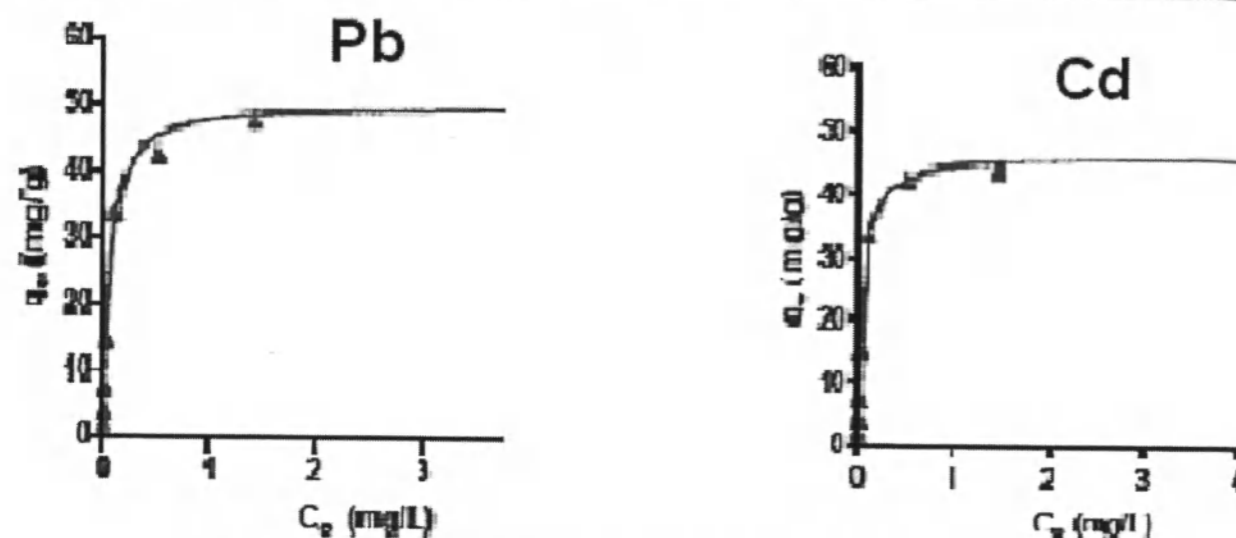


Рис.7. Изотермы сорбции катионов (Pb^{2+} , Cd^{2+}) наноккомпозитом Fe_3O_4 -ГК.

Зависимость величины сорбции от природы металлов

Образец	Ион металла	$A \cdot 10^3$, мг-ион/г	$K_{обм} \cdot 10^3$
ГК	Ni^{2+}	0,43	1,23
	Co^{2+}	0,38	1,07
	Cd^{2+}	0,32	1,13
	Pb^{2+}	0,19	0,93
Fe_3O_4 -ГК	Ni^{2+}	0,51	1,40
	Co^{2+}	0,45	1,26
	Cd^{2+}	0,40	1,75
	Pb^{2+}	0,25	1,09

Полученные магнитные сорбенты на основе магнетита и гуминовых кислот характеризуются высокой сорбционной емкостью по отношению к исследуемым ионам металлов, что, вероятно, связано с высокой дисперсностью, наноструктурной природой магнитоактивного сорбента, а также образованием достаточно устойчивых комплексов (см. таблицу).

Таким образом, создание магнитных сорбентов на основе магнетита и гуминовых кислот повысит эффективность и позволит их использование для связывания и извлечения тяжелых металлов и радионуклидов.

Литература

1. *Pomogailo A.D., Kestelman V.N.* Metallopolymer nanocomposites. Springer-Verlag. Heidelberg, 2005.
2. *Александрова Е.И., Джаржималиева Г.И., Розенберг А.С. и др.* // Изв. РАН. Сер. хим. 1993. С. 303.
3. *Джаржималиева Г.И., Помогайло А.* // Доклады РАН. 1997. Т.66. С. 356.
4. *Розенберг А.С., Розенберг А.А., Джардималиева Г.И. и др.* // Коллоид. журн. 2005. Т.67. С. 70.
5. *Литманович О.Е., Патисов И.М.* // Высокомолекулярные соединения. Сер. А. 1999. Т.41. С. 1824–1830.
6. *Орлов Д.С.* Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: МГУ, 1990. 325с.
7. *Elmore W. C.* // J. Phys. Rev. 1938. V.54. № 4. P. 309–310.
8. *Орлов Д.С.* Гумусовые кислоты почв. М.: МГУ, 1974. 287с.

UDK 546.821/.824:546.21:533.9.01 (575.2) (04)

Preparation of titanium dioxides by the impulse plasma in liquid

EMIL OMURZAK – professor Kumamoto University, Japan
 SAADAT SULAIMANKULOVA – professor ICCT NAS KP
 TSUTOMU MASHIMO – professor Kumamoto University, Japan
 ALTYNAI MAMETOVA – cand. chem. sci. ICCT NAS KP

Synthesis of blue amorphous TiO_2 and TiO nanoparticles by the impulse plasma in dielectric liquid is presented. High Resolution Transmission Electron Microscopy analysis showed that the amorphous TiO_2 contains anatase nanocrystals with less than 10 nm. Particle size distribution analysis showed that the average particle size was 6.9 nm. Analysis of photocatalytic properties of the blue TiO_2 nanoparticles under UV light showed higher activity than that of the commercially available photocatalyst.

INTRODUCTION

Reaction of titanium and oxygen produces many titanium oxide phases: TiO_2 , TiO , Ti_2O_3 , etc. Most of them are found to be useful in various industrial applications. It is well known that titanium dioxide exists in three main polymorphic phases: rutile, anatase and brookite. Anatase and brookite are metastable phases and convert into rutile at high temperature, usually above $600^\circ C$. Titanium dioxide (TiO_2) is widely used as an important industrial material. Rutile is a thermodynamically stable phase with a smaller band gap energy (3.0 eV) than the anatase phase (3.2 eV), used as the main white pigment in paints and cosmetic products because of non-toxicity and high light scattering and refractive index [1]. Anatase phase has the high photocatalytic properties and is used as the photocatalyst for decomposing toxic substances, self-cleaning surfaces, solar batteries, etc. The effectiveness of the performance of a photocatalyst depends on a number of factors such as the crystal structure [2–3], surface functionality [4] and the surface accessibility [5] of the catalyst. The incorporation of transition metal into the anatase phase of TiO_2 has been frequently studied as a way to extend the spectral response to

the visible range [6]. Conductive TiO is a perspective material for applications in low resistance contact metallization in microelectronics layered structures. This material exhibits a high efficiency as a diffusion barrier layer which prevents the degradation of interfaces [7].

A large number of preparation methods of titanium oxide have been investigated and reported. So far reported synthesis methods such as sol-gel [8–9], chemical deposition [10], laser ablation [11], magnetic sputtering [12], RF glow discharge [13], and vacuum arc discharge [14–15] produce white color powder or transparent thin films of amorphous/anatase/rutile TiO_2 structures. Single crystals of anatase type TiO_2 with a blue color were prepared by chemical transport reaction by using rutile TiO_2 [16]. However, all the methods are complicated, consume toxic chemical substances, require large amount of energy and time, etc. We developed a new synthesis method for nanomaterials by impulse plasma in liquid [17]. By using this method, we synthesized blue TiO_2 nanocrystals with a higher photocatalytic activity under UV light without doping. Here we present the preparation process and the properties.

EXPERIMENTAL

The experimental method is described in ref. 24. In this experiment, two electrodes made from 99.9% purity titanium rods with 6 mm diameter were submerged into 200 ml distilled water in room temperature. Already after several minutes of applying AC electric power (200 V, 3 A), color of water had changed to blue. And black particles are formed at the bottom. After the impulse plasma was applied for an hour, the discharge was stopped. The obtained sample was kept for about 24 hours in order to let the sedimentation occur. After 24 h, blue particles were found suspended and black particles concentrated at the bottom. Then the blue particles were carefully taken from above for separation by centrifuge and the black ones collected from the bottom. The samples were dried in air at 110°C by a muffle furnace.

X-Ray Diffraction (XRD) patterns of the samples were taken using Cu K α radiation, Rigaku RINT-2500VHF. High Resolution Transmission Electron Microscope (HRTEM) images of the products were taken by Philips Tecnai F20 S-Twin: some amount of the blue sample dispersed in water was taken by pipette and dropped on the copper grids (200 mesh) and were dried at 110°C in air for HRTEM observations.

Photocatalytic experiments were done as following: into 20 ml methylene blue (MB) solution of 15 ppm concentration 40 mg of the photocatalyst sample was added and placed in front of UV lamp in 15 cm distance; the solution was stirred throughout the experiment; after the given times (10, 20, 30, 40 minutes) the MB solution was separated from the sample by centrifugation and its transparency was measured; value of the transparency corresponds to color fading of the MB solution, accordingly, its decomposition; for comparison, the commercial anatase photocatalyst ST-01 (95% anatase with 7 nm particle size) made by the Ishihara Sangyo Kaisha was used.

RESULTS AND DISCUSSION

Phase composition and morphology of the samples

Figure 1 shows the XRD pattern of the blue and black particles produced by the impulse plasma between two titanium electrodes submerged into water at room temperature. Blue particles as mentioned above were suspended in water and the black powder was sediment at the bottom. From the XRD pattern we can see that the blue sample is in amorphous phase.

XRD pattern of the black particles (Fig.1, lower part) showed that the sample is mainly TiO phase. In addition, besides the peaks of the monoxide of titanium, the peaks of the Ti₃O phase were also detected.

Figure 2 represents TEM image of the blue particles and their particles size distribution. High reso-

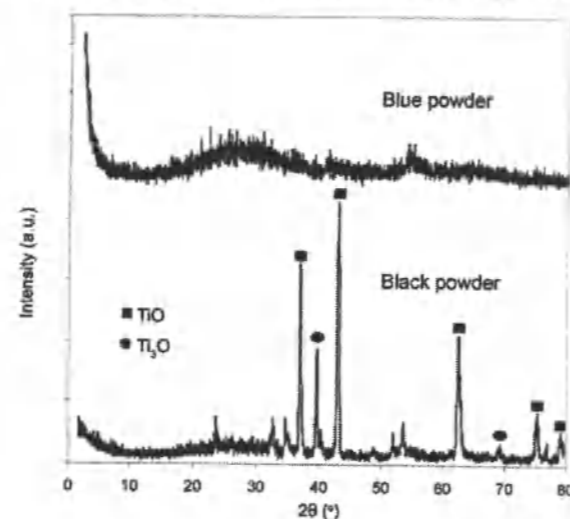


Fig.1. XRD pattern of the blue particles produced by the impulse plasma between two titanium rods submerged into water at room temperature.

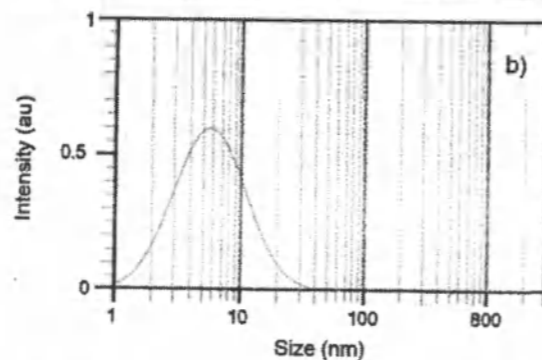


Fig.2. a) TEM image of the blue particles and b) their particle size distribution graph.

lution TEM analysis revealed that the sample contains very small nanoparticles with diameters of less than 10 nm. Particle size distribution determined by the dynamic light scattering method (Fig. 2b) was 6.9 nm, which was also confirmed by the TEM observations. *d*-spacing from the lattice image was determined to be 0.35 nm, which matches fairly well with the (101) plane of the anatase phase TiO₂. Thereby, we can conclude that the synthesized amorphous structure particles are the nanoparticles of anatase phase TiO₂.

In addition, Energy Dispersive X-Ray (EDX) analysis of the blue amorphous nanoparticles showed that it consists of titanium, oxygen, carbon and copper, where the source of the carbon and the copper is the carbon coated copper grid that is used for the TEM observation. The atomic ratio of the titanium and the oxygen was calculated to be 1:2.

Thermal treatment

Thermal treatment of the blue TiO₂ at 300°C and 400°C for 3h did not cause any significant change in color. However, the sample annealed at 500°C for 3h turned to yellowish color, which can be explained by the disappearance of the defected crystals during the heating. This also can be seen from the UV-vis absorption spectra: a broad band from 400 nm up to 800 nm exist for the samples up to 400°C and almost disappear after the annealing at 500°C. Anatase type TiO₂ was formed after the annealing the amorphous sample at 300°C with its blue color remaining without change. And already starting from 400°C, besides the anatase phase TiO₂ rutile phase TiO₂ also slowly started to appear, which can be seen from the slightly increasing of peak intensities that belong to rutile type TiO₂. Annealing of the blue TiO₂ at 800°C caused the formation of rutile structure and consequently the color changed to white. The blue color of the sample might be ascribed to the nanometer size of the particles, atomic ratio of oxygen and titanium or the crystal defects.

Photocatalytic property under the UV light

Figure 4 shows the photocatalytic properties of the as-prepared blue amorphous TiO₂, annealed blue TiO₂ samples and the commercial photocatalyst under the irradiation of UV light. As we can see from the Figure 4, commercial photocatalyst had higher photocatalytic activity up to 20 minutes of irradiation. After that annealed blue TiO₂ sample prepared by this method overtook the commercial photocatalyst sample. Figure 4b shows details of photocatalytic activities of the samples at 30 minutes of irradiation time. Both the annealed at 300°C and

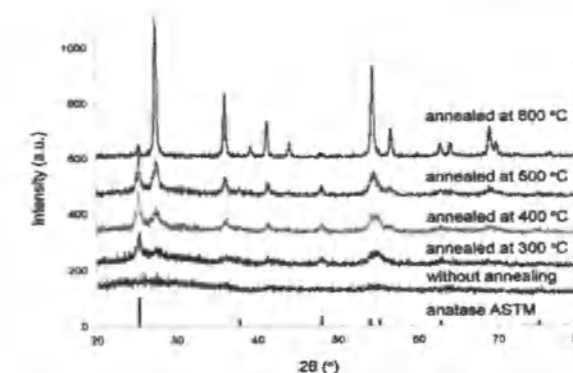


Fig.3. XRD patterns of the blue amorphous sample after annealing at various temperatures.

400°C samples had higher photocatalytic activity than that of the commercial anatase photocatalyst, thereby decomposing the MB solution to 97% and 100% respectively. Whereas, the blue amorphous TiO₂ and the annealed at 800°C samples showed only 45% and 34% respectively. Such a low photocatalytic activity of the as-prepared TiO₂ sample without annealing can be related to the amorphous state of the sample, in which there is no long-range order of the positions of

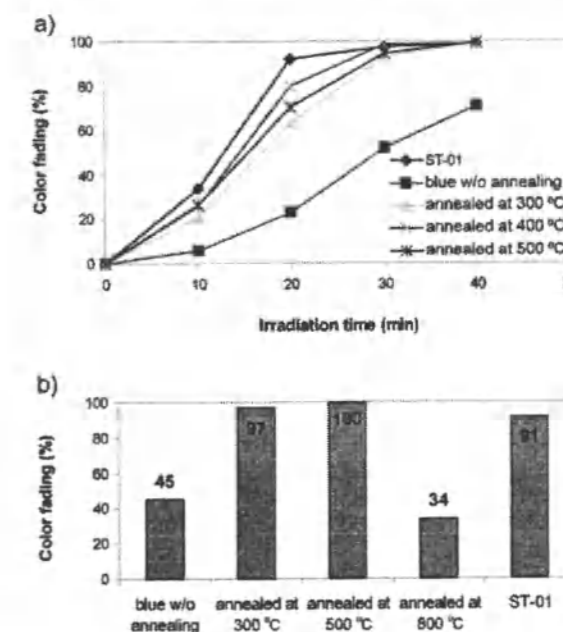


Fig.4. Color fading of the MB by various samples: a) as a function of time and b) detailed graph of color fading after 30 minutes of irradiation.

atoms in the crystals. Apparently, in the amorphous state the number of electron-hole recombinations, which drive the decomposition of the MB, was probably smaller compared to the post-annealing state. Although, we can obtain higher crystalline samples by annealing the amorphous sample, thermal treatment over 700°C caused formation of pure rutile structure. Rutile structure has lower catalytic activity than the anatase type, which was also confirmed by our experimental results: we can see from the Figure 4b, where the annealed at 800°C sample decomposed the MB solution only for 34%, whereas the anatase was 91%. On the other hand, higher activity of the annealed samples might be related to the formation of anatase structure TiO₂.

CONCLUSION

In summary, the blue colored amorphous TiO₂ nanoparticles (less than 10 nm) were synthesized using impulse plasma in liquid method. In the bottom part of discharge liquid, mainly TiO with some amount of Ti₃O phase was formed. Anatase or/and rutile phases can be formed by the thermal treatments at 300°C, 400°C, 500°C, and 800°C. Annealing of the blue amorphous TiO₂ sample resulted in formation of anatase structure at 300–400°C and completely transformed into rutile structure at about 800°C.

Both the annealed at 300°C and 400°C blue TiO₂ samples had higher photocatalytic activity than that of the commercial anatase photocatalyst after 30 minutes of UV light irradiation, thereby decomposing the MB solution to 97% and 100% respectively. On the other hand, the blue amorphous TiO₂ and the annealed at 800°C samples showed only 45% and 34% respectively.

References

1. Baldassari S., Komarneni S., Mariani E. and Villa C. // *Mater. Res. Bull.* 2005. V.40. P. 2014.
2. Bickley R.I., Gonzalez-Carreno T., Lees J.S. et al. // *J. Solid State Chem.* 1991. V.92. P. 178.
3. Nishimoto S., Ohtani B., Kajiwara H. and Kagiya T. // *J. Chem. Soc. Faraday Trans.* 1985. V.181. P. 61.
4. Osawa Y. and Gratzel M. // *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* 1984. P.1629.
5. Hoffmann M.R., Martin S.T., Choi W.Y. and Bahnemann D. // *Chem. Rev.* 1995. V.95. P. 69.
6. Fuerte A., Hernandez-Alonso M.D., Maira A.J. et al. // *J. Catal.* 2002. V.212. P. 1.
7. Martev I.N. // *Vacuum.* 2000. V.58. P. 327.
8. Yoldas B.E. // *J. Mat. Sci.* 1986. V.21. P. 1087.
9. Zaharescu M., Crizan M., Musevic I. // *J. Sol-Gel Sci. Technol.* 1998. V.13. P. 769.
10. Pore V., Rahtu A. and Keinonen J. // *Chem. Vap. Deposition.* 2004. V.10. P. 143.
11. Harano A., Shimada K., Okubo T. and Sadakata M. // *J. Nanoparticle. Res.* 2002. V.4. P. 215.
12. Zeman P. and Takabayashi S. // *Thin Solid Films.* 2003. V.433. P.57.
13. Williams L.M. and Hess D.W. // *J. Vac. Sci. Technol.* 1983. A1. P.1810.
14. Zhao Z.W. and Tay B.K. // *J. Appl. Phys.* 2007. V.101. P. 013505.
15. Jwo C.S., Tien D.C., Teng T.P. et al. // *Rev. Adv. Mater. Sci.* 2005. V.10. P. 283.
16. Asahi R., Morikawa T., Ohwaki T. et al. // *Science.* 2001. V.293. P.269.
17. Omurzak E., Jasnakunov J., Mairykova N. et al. // *J. Nanosci. Nanotechnol.* 2007. V.7. P. 3157.

УДК 543 + 547. 992 (575.2) (04)

Использование темплатного синтеза для получения наносорбентов

Э.ДЖ. КАСЫМОВА – канд. хим. наук,
Р.П. КОРОЛЕВА – канд. хим. наук,
К.А. КЫДРАЛИЕВА – докт. хим. наук,
Ш.Ж. ЖОРОБЕКОВА – докт. хим. наук, академик НАН КР

Data on the use of molecular imprinted polymers for the separation. The main approaches and methods used in the synthesis of these polymers are considered. The development of combined and hybrid methods of analysis with the use of these adsorbents is discussed.

В последнее десятилетие проявляется большой интерес со стороны специалистов из различных областей химии к новому классу материалов – полимерам с молекулярными отпечатками (ПМО, Molecular imprinted polymers, MIPs) [1]. Это объясняется наличием в составе ПМО высокоспецифических центров связывания (сайтов молекулярного распознавания), комплементарных по размеру, форме, структуре и физико-химическим свойствам различным ионам и молекулам, что открывает широкие возможности для использования этих материалов в качестве сорбентов [2–3].

Синтез ПМО осуществляют в присутствии специально введенных целевых молекул – темплатов (от английского template – шаблон, форма, лекало), с которых предполагают снять «отпечатки». Важным условием получения этих полимеров является образование устойчивого предполимеризационного комплекса между молекулами, при этом молекулы функционального мономера определенным образом располагаются и фиксируются вокруг молекулы темплата в течение всего процесса полимеризации. Присутствие большого количества сшивающего агента обеспечивает получение сшитого полимера. После полимеризации удаляют темплат многократным

промыванием с помощью растворителей или гидролиза. Свойства полученного по такой технологии полимера отличаются от свойств исходного, так как после удаления темплата в ПМО остается его отпечаток, комплементарный по размеру, форме, физико-химическим свойствам целевой молекулы или иону и способный повторно связывать, «узнавать» эту молекулу среди множества других [4–7].

Сорбционные свойства ПМО и селективность процесса с их участием зависят от большого числа факторов, среди которых основными являются устойчивость ассоциата функциональный мономер–темплат, геометрическая структура полимера и связанная с ней доступность центров молекулярного распознавания, природа растворителя, используемого как на стадии синтеза, так и на этапе повторного связывания целевых молекул [5, 8]. Многочисленные исследования показали, что для получения ПМО, обладающих высокой способностью к молекулярному распознаванию, необходимо не только подобрать оптимальные условия проведения реакции полимеризации, но и рационально выбрать необходимую комбинацию пар функциональный мономер – темплат. При выборе пар мономер – темплат предпочтение отдают таким комбинациям, для

Таблица 1

Сорбция металлов из бинарных смесей растворов настроенными ионитами ГК: мАФ: Со (1:1) и (2:1)

Показатель	Ионит ГК: мАФ: Со (1:1)		Ионит ГК: мАФ: Со (2:1)	
	0,1 н р-р CuCl ₂ + CoCl ₂		0,1 н р-р CuCl ₂ + CoCl ₂	
	Cu ²⁺	Co ²⁺	Cu ²⁺	Co ²⁺
Содержание Ме в исх. р-ре, г·г ⁻¹	0.1716	0.1326	0.1716	0.1326
Содержание Ме в рав. р-ре, г·г ⁻¹	0.1602	0.1155	0.1531	0.1112
Сорбировано Ме: г·г ⁻¹	0.0114	0.0171	0.0185	0.0214
мг-экв·г ⁻¹	0.36	0.58	0.58	0.72

Таблица 2

Сорбция металлов из бинарных смесей растворов настроенными ионитами ГК: мАФ: Ni (1:1) и (2:1)

Показатель	Ионит ГК: мАФ: Ni (1:1)		Ионит ГК: мАФ: Ni (2:1)	
	0,1 н р-р CuCl ₂ + NiCl ₂		0,1 н р-р CuCl ₂ + NiCl ₂	
	Cu ²⁺	Ni ²⁺	Cu ²⁺	Ni ²⁺
Содержание Ме в исх. р-ре, г·г ⁻¹	0.1716	0.1541	0.1716	0.1541
Содержание Ме в рав. р-ре, г·г ⁻¹	0.1602	0.1371	0.1532	0.1315
Сорбировано Ме: г·г ⁻¹	0.1114	0.0170	0.0184	0.0226
мг-экв·г ⁻¹	0.36	0.58	0.58	0.77

Таблица 3

Сорбция металлов из бинарных смесей растворов настроенными ионитами ГК: мАФ: Cu (1:1) и (2:1)

Показатель	ионит ГК: мАФ: Cu (1:1)				ионит ГК: мАФ: Cu (2:1)			
	0,1 н р-р CuCl ₂ + CoCl ₂		0,1 н р-р CuCl ₂ + NiCl ₂		0,1 н р-р CuCl ₂ + CoCl ₂		0,1 н р-р CuCl ₂ + NiCl ₂	
	Cu ²⁺	Co ²⁺	Cu ²⁺	Ni ²⁺	Cu ²⁺	Co ²⁺	Cu ²⁺	Ni ²⁺
	Содержание Ме в исх. р-ре, г·г ⁻¹	0.1716	0.1326	0.1716	0.1541	0.1716	0.1326	0.1716
Содержание Ме в рав. р-ре, г·г ⁻¹	0.1396	0.1324	0.1386	0.1540	0.1296	0.1325	0.1305	0.1540
Сорбировано Ме: г·г ⁻¹	0.0320	0.0002	0.0330	0.0001	0.0420	0.0001	0.0413	0.0001
мг-экв·г ⁻¹	1.00	0.0204	1.00	0.0204	1.320	0.0201	1.3000	0.0201

которых реализуется максимальное число комплементарных взаимодействий, обеспечивающих высокую устойчивость ассоциата мономер – темплат до начала и в течение процесса полимеризации [7].

Объекты и методы

В синтезе сорбентов на основе гуминовых кислот (ГК) используется не только основание м-аминофенол (мАФ), но и второй реагент – ион двухвалентного металла. Методика получения настроенных сорбентов состояла в следующем: к смеси растворов ГК и мАФ в диметилформамиде в соотношении 1:1 и 2:1 приливали водный раствор соли металла и после выдерживания в течение 30 мин. вводили избыток сшивающего агента

– 37%-ый раствор формальдегида. Образовавшийся гель после выдержки в течение суток отделяли на центрифуге при 3000 об/мин и тщательно отмывали водой. Сушили в сушильном шкафу при 70°C, измельчали и анализировали.

Навески комплекситов заливали раствором соляной кислоты и нагревали при температуре 50°C в течение 5 мин. Затем промывали дистиллированной водой до отрицательной реакции на ионы хлора и высушивали.

Для определения сорбционной активности навески полученных настроенных ионитов помещали в колбочки и заливали бинарными смесями, состоящими из равных объемов 0,1 н растворов солей CuCl₂ и NiCl₂, CuCl₂ и CoCl₂. Смеси выдержи-

вали в течение 5 суток при периодическом встряхивании. После установления равновесия определяли равновесную концентрацию ионов металла в растворе. Суммарное содержание металлов в бинарной смеси определяли трилометрическим методом, а содержание меди – йодометрическим титрованием. По разности находили содержание второго металла (никеля или кобальта).

Результаты и обсуждение

В таблицах 1–3 приведены данные сорбции металлов в статических условиях из бинарных смесей растворов гидролизованых ионитами (1:1) и (2:1).

На основании проведенных исследований мы можем говорить о получении новых полимерных материалов, которые синтезированы с помощью метода молекулярных (матричных) отпечатков. Синтез ПМО осуществляют в присутствии специально введенных целевых молекул ионов металлов – темплатов, с которых были сняты «отпечатки». Важным условием получения этих полимеров является образование устойчивого предполимеризационного комплекса между молекулами функциональных мономеров (ГК и мАФ) и темплата – ионов никеля, кобальта, меди. Благодаря предполимеризационному комплексу молекулы ГК и мАФ связываются с ионом металла сразу двумя атомами: азотом аминогруппы, конденсирующимся еще вдобавок с кетогруппой ГК, и кислотным остатком ГК, которые определенным образом располагаются и фиксируются вокруг молекулы темплата, в присутствии большого количества сшивающего агента – формальдегида обеспечивается получение сильно сшитого полимера с жесткой структурой. После полимеризации полимер размельчают, просеивают до нужного размера частиц и удаляют ионы металлов многократным промыванием 0,1 н раствором соляной кислоты. Свойства полученного по такой технологии полимера отличаются от свойств исходного, так как после удаления темплата в ПМО остается его трехмерный отпечаток, комплементарный по размеру, форме и способный повторно связывать, «узнавать» эту молекулу среди множества других. Но по результатам видно, что из бинарных соединений растворов (1:1) настроенными на никель или кобальт ионитами сорбируются и ионы меди. Это можно объяснить тем, что медь обладает более высоким сродством к ГК и прочнее связывается, чем ионы никеля и кобальта, т. е. ионы меди стремятся занять энергетически более выгодные позиции [8]. Также можно предполо-

жить, что связывание ионов меди происходит по периферии полимерной матрицы, где присутствуют свободные функциональные группы или полости (сайты), соответствующие ионному радиусу меди. Ионы никеля или кобальта занимают свои «сайты», куда не может «сесть» медь из-за большого ионного радиуса.

Полученные сорбенты являются настроенными, именно на тот ион металла, который является темплатом. Следовательно, синтезированные сорбенты являются наносорбентами, благодаря темплатному синтезу. Молекулярный отпечаток соответствует ионному радиусу металлов никеля, кобальта или меди. Из результатов видно, что сорбционная активность у наносорбентов увеличивается с увеличением массовой доли гуминовых кислот.

Выводы

1. Разработан метод синтеза металлокомплексных ионитов.
2. Разработан метод синтеза настроенных ионитов.
3. Темплатный синтез дает возможность получить наносорбенты в зависимости от использования определенного темплата.
4. Сорбционная активность настроенных сорбентов в значительной степени зависит от доли гуминовых кислот в их составе.
5. Настроенные сорбенты дают возможность управлять процессом избирательной сорбции по отношению к целевым металлам.
6. Необходимо учитывать комплементарные взаимодействия, в результате чего в полимерной сетке образуются сайты, которые могут фиксировать ионы нецелевых металлов.

Литература

1. Piletsky S.A., Alcock S. and Turner A.P.F. // Trends Biotechnol. 2001. V.19. P. 9.
2. Andersson L.I. // J. Chromatogr. B: Biomed. Appl. 2000. V.745. P. 3.
3. Molecularly Imprinted Polymers. Man-Made Mimics of Antibodies and Their Application in Analytical Chemistry, Sellergren, B., Ed., Elsevier, 2001.
4. Haupt K. // Analyst. 2001. V.126. P. 747.
5. Wulff G. and Sarhan A.A. // Angew. Chem. 1972. V.11. P. 341.
6. Wulff G. and Vesper W. // J. Chromatogr. 1978. V.167. P. 171.
7. Wulff G. // Trends Biotechnol. 1993. V.11. P. 85.
8. Wulff G. // Angew. Chem. 1995. V.34. P. 1812.

УДК 543 + 547. 992 (575.2) (04)

Получение полимерных молекулярных отпечатков

Э.Дж. КАСЫМОВА – канд. хим. наук

Data on the use of molecular imprinted polymers for the separation. The main approaches and methods used in the synthesis of these polymers are considered. The development of combined and hybrid methods of analysis with the use of these adsorbents is discussed.

Формирование ПМО (полимерные молекулярные отпечатки, Molecular imprinted polymers, MIPs) [1] объясняется наличием в составе ПМО высокоспецифических центров связывания (сайтов молекулярного распознавания), комплементарных по размеру, форме, структуре и физико-химическим свойствам различным органическим молекулам) осуществляют в присутствии специально введенных целевых молекул – темплатов (от английского *template* – шаблон, форма, лекало), с которых предполагают снять «отпечатки» (см. рисунок). Особым условием получения этих полимеров является образование устойчивого предполимеризационного комплекса между молекулами мономера и темплата. Благодаря предполимеризационному комплексу молекулы функционального мономера определенным образом располагаются и фиксируются вокруг молекулы темплата в течение всего процесса полимеризации в присутствии большого количества сшивающего агента обеспечивает получение сильно сшитого полимера с жесткой структурой. После полимеризации полимер размельчают, просеивают до нужного размера частиц и удаляют темплат многократным промыванием с помощью органических растворителей. Свойства полученного по такой технологии полимера отличаются от свойств исходного, так как после удаления темплата в ПМО остается его трехмерный отпечаток, комплементарный по размеру, форме, физико-химическим свойствам целевой молекуле и способный повторно связывать, «узнавать» эту молекулу среди множества других.

Благодаря сверхсшитой природе ПМО устойчивы к физическим и химическим воздействиям, в том числе нагреванию, органическим растворителям, кислотам и основаниям. Их можно хранить в сухом состоянии при комнатной температуре в течение нескольких лет и, если необходимо, регенерировать и использовать повторно много раз без потери памяти сайтов молекулярного распознавания.

Предложены два подхода к синтезу ПМО, которые различаются типом связи (ковалентным или нековалентным) между молекулами мономера и темплата. Реализация первого подхода подразумевает химическую реакцию между молекулами темплата и мономера на первом этапе и удаление темплата из полимера на заключительном этапе путем разрыва ковалентных связей, за счет которых эти молекулы были «пришиты» к полимеру. При вторичном связывании аналита и полимера ковалентные связи формируются вторично [2–5].

Более универсальным оказался второй подход, известный как нековалентный, который впервые был описан в работе [6]. При нековалентном способе синтеза используют очень важное свойство полимерных молекул, являющееся основой организации сложных биологических структур, – способность макромолекул к самоорганизации или самосборке. Движущей силой ассоциации молекул темплата и мономера могут быть нековалентные взаимодействия самых разных типов – ион–ионные, ион–дипольные, диполь–дипольные, гидрофобные и водородные связи. Очевидная не-

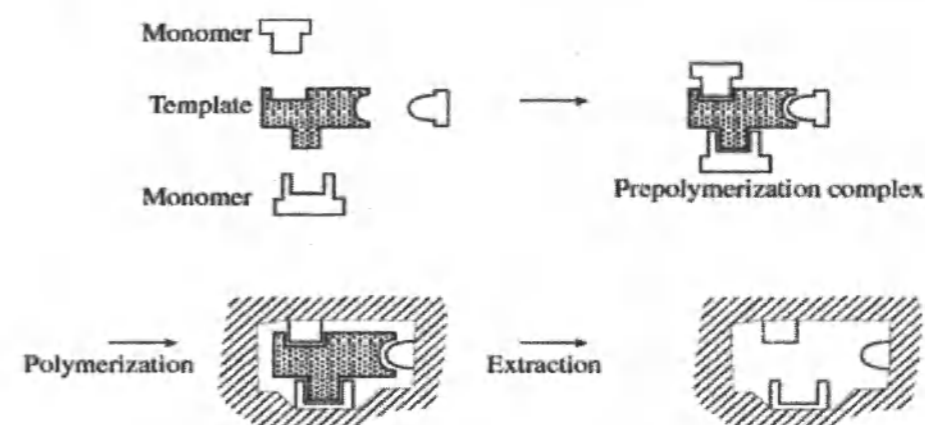


Схема получения полимера с молекулярными отпечатками [3].

прочность таких связей может быть компенсирована множественностью точек взаимодействия. Метод нековалентных взаимодействий в молекулярном импринтинге очень напоминает модель распознавания в природе. Нековалентный подход использовали при синтезе полимеров с молекулярными отпечатками красителей [7–9], аминокислот и их производных [10–13], лекарственных веществ [8, 13, 14–16] и других соединений [3, 12, 13].

Еще один способ – промежуточный, полуквалентный, при котором темплат ковалентно связывается с функциональным мономером в процессе полимеризации (как в ковалентном подходе), тогда как при вторичном связывании осуществляются только нековалентные взаимодействия [16, 17].

С использованием нековалентного и полуквалентного подходов синтезированы полимеры с молекулярными отпечатками 4-нитрофенола [18]. Эти полимеры применяли в качестве сорбентов для твердофазной экстракции 4-нитрофенола из водных проб. Авторы [19] наблюдали разницу в селективности и эффективности полимеров, синтезированных различными методами. Полимер, полученный в результате нековалентного подхода, оказался более селективным, а полимер полуквалентного метода – более эффективным.

Предложенные подходы к синтезу ПМО имеют как достоинства, так и недостатки. Устойчивое взаимодействие темплат–мономер, реализуемое за счет образования химической связи в первом варианте, позволяет получить ПМО с более однородными центрами связывания. Основные ограничения в этом случае сводят-

ся к поиску комбинаций пар мономер–темплат, для которых образование и разрыв ковалентных связей оказались бы обратимым процессом, протекающим в относительно мягких условиях. Нековалентный способ более универсален по ассортименту используемых молекул–темплатов, его легче реализовать на практике, чем методы ковалентного молекулярного импринтинга, потому что комплексообразование достигается простым смешиванием темплата с функциональными мономерами в подходящем растворителе. Не требуется никакой химической модификации, а удаляют темплат повторным промыванием полимера растворителем или смесью растворителей. Подавляющее большинство известных к настоящему времени ПМО, которые нашли применение в аналитической химии, были синтезированы методом нековалентного молекулярного импринтинга.

В роли темплатов могут выступать различные соединения–небольших, таких, как лекарственные вещества (антибиотики, β-блокаторы, анестетики, опиаты и многие другие), аминокислоты, стероидные гормоны, гербициды триазинового ряда или фенолы, до огромных молекул белков, клеток и вирусов [4, 13].

Функциональные мономеры, применяемые при синтезе ПМО нековалентным способом, весьма разнообразны. При выборе функционального мономера учитывают природу донорных атомов, входящих в их состав, и возможность образования устойчивого ассоциата мономер–темплат за счет нековалентных взаимодействий самых различных типов.

Важным условием получения является высокая степень сшивки полимера, обеспечивающая его жесткость. Независимо от выбранного способа синтеза (ковалентного, нековалентного или полуковалентного) ПМО получают в присутствии больших количеств сшивающего агента. Обычно сшивающий агент берут в 20-кратном избытке по отношению к функциональному мономеру, а содержание его в реакционной смеси составляет 70–90% [12].

Выбор сшивающего агента зависит от природы функционального мономера, например, при синтезе ПМО на основе полистирола в качестве сшивающего агента чаще всего используют изомеры дивинилбензола, а при синтезе ПМО на основе акриловой или метакриловой кислот – этиленгликольдиметакрилат (ЭГДМА) [3].

В некоторых работах отмечено, что синтез ПМО можно проводить при пониженных температурах (15°C до –20°C), инициируя реакцию полимеризации УФ-облучением (366 нм) [14, 15, 20]. При этом удается получить ПМО, обладающие большой способностью к молекулярному распознаванию. Это объясняется тем, что комплекс мономера и темплата в предполимеризационной смеси более устойчив при низких температурах.

Обычно ПМО применяют в виде мелкозернистого порошка (25–50 мкм), который получают путем измельчения синтезированного полимера и просеивания его на молекулярных ситах. Кроме того, ПМО можно приготовить в виде сферических частиц с помощью суспензионной [21] или эмульсионной [22–24] полимеризации. Полимеры с молекулярными отпечатками можно использовать также в виде тонкого слоя, нанесенного на поверхность стеклянных пластин для тонкослойной хроматографии мембран [25, 26] сенсорных устройств [17, 27]. Иногда ПМО синтезируют непосредственно в хроматографических колонках или капиллярах, в результате чего получают так называемые макропористые монолитные колонки или капилляры, которые находят все большее применение в ВЭЖХ или капиллярном зонном электрофорезе [28].

Сорбционные свойства ПМО и селективность процесса с их участием зависят от большого числа факторов, среди которых основными являются устойчивость ассоциата функциональный мономер–темплат, геометрическая структура полимера и связанная с ней доступность центров молекулярного распознавания, природа растворителя, используемого как на стадии синтеза, так и на этапе повторного связывания целевых молекул

[6, 29]. Многочисленные исследования показали, что для получения ПМО, обладающих высокой способностью к молекулярному распознаванию, необходимо не только подобрать оптимальные условия проведения реакции полимеризации, но и рационально выбрать необходимую комбинацию пар функциональный мономер–темплат. При выборе пар мономер–темплат предпочтение отдают таким комбинациям, для которых реализуется максимальное число комплементарных взаимодействий, обеспечивающих высокую устойчивость ассоциата мономер–темплат до начала и в течение процесса полимеризации [29]. В ряде работ изучено влияние природы функционального мономера на селективность и эффективность ПМО [30]. Установлено [31], что на селективность ПМО большое внимание оказывает соотношение мономер:темплат в реакционной смеси. В большинстве случаев мономер берут в 4-кратном избытке по отношению к темплату.

Природа растворителя оказывает большое влияние не только на стадии синтеза ПМО, но и на этапе повторного связывания целевых молекул. Как правило, ПМО проявляют лучшую способность к молекулярному распознаванию в растворителях с низкой диэлектрической проницаемостью [32]. Кроме того, при выборе растворителя на этапе ввода пробы необходимо учитывать набухание полимера. В некоторых растворителях с относительно низкими значениями диэлектрической проницаемости, таких, например, как в хлороформе или дихлорметане, полимеры могут набухать сильнее, чем в более полярных ацетонитриле или тетрагидрофуране, что приводит к изменению структуры центров связывания и в конечном итоге снижает способность ПМО к молекулярному распознаванию.

Литература

1. *Piletsky S.A., Aloccock S. and Turner A.P.F.* // Trends Biotechnol. 2001. V. 19. P. 9.
2. *Andersson L.I.* // J. Chromatogr., B: Biomed. Appl. 2000. V.745. P. 3.
3. *Molecularly Imprinted Polymers. Man-Made Mimics of Antibodies and Their Application in Analytical Chemistry*, Sellergren, B., Ed., Elsevier, 2001.
4. *Haupt K.* // Analyst. 2001. V.126. P. 747.
5. *Olsen J., Martin P. and Wilson I.D.* // Anal. Commun. 1998. V.35. P. 13.
6. *Sellergren B.* // Trends Anal. Chem. 1999. V.18. P. 164.
7. *Ferrer I. and Barcelo D.* // Trends Anal. Chem. 1999. V.18. P. 180.

8. *Andersson L.I.* // J. Chromatogr., B: Biomed. Appl. 2000. V.739. P. 163.
9. *Masque N., Marce R.M. and Borrul F.* // Trends Anal. Chem. 2001. V.20. P. 477.
10. *Martin-Esteban A.* // Fresenius' J. Anal. Chem. 2001. V.370. P. 795.
11. *Andersson L.I.* // Bioseparation. 2002. V.10. P. 353.
12. *Kempe M. and Mosbach K.* // J. Chromatogr. 1995. V.694. P. 3.
13. *Takeuchi T. and Haginaka J.* // J. Chromatogr., B:Biomed. Appl. 1999. V.728. P. 1.
14. *Sellergren B.* // J. Chromatogr. 2001. V.906. P. 227.
15. *Schweitz L., Andersson L.I. and Nilsson S.* // J. Chromatogr. 1998. V.817. P. 5.
16. *Remcho V.T. and Tan Z.J.* // Anal. Chem. 1999. V.71. P. 248.
17. *Haupt K. and Mosbach K.* // Chem. Rev. 2000. V.100. P. 2495.
18. *Stevenson J.* // J. Chromatogr. 2000. V.745. P. 39.
19. *Wulff G. and Sarhan A.A.* // Angew. Chem. 1972. V.11. P. 341.
20. *Wulff G. and Vesper W.* // J. Chromatogr. 1978. V.167. P. 171.
21. *Wulff G.* // Trends Biotechnol. 1993. V.11. P. 85.
22. *Wulff G.* // Angew. Chem. 1995. V.34. P. 1812.
23. *Arshady R. and Mosbach K.* // Macromol. Chem. Phys. 1981. V.182. P. 687.
24. *Norrolov O., Glad M. and Mosbach K.* // J. Chromatogr. 1984. V.299. P. 29.
25. *Glad M., Norrolov O., Sellergren B. et al.* // J. Chromatogr. 1985. V.347. P. 11.
26. *Kempe M. and Mosbach K.* // Anal. Lett. 1991. V.24. P. 1137.
27. *Andersson L.I. and Mosbach K.* // J. Chromatogr. 1990. V.516. P. 313.
28. *Fischer L., Muller R., Erberg B. and Mosbach K.* // J. Am. Chem. Soc. 1991. V.113. P. 9358.
29. *Vlatakis G., Andersson L.I., Muller R. and Mosbach K.* // Nature. 1993. V.361. P. 645.
30. *Hagginaka J., Sakai Y. and Narimatsu S.* // Anal. Sci. 1998. V.14. P. 823.
31. *Sellergren B. and Andersson L.I.* // J. Org. Chem. 1990. V.55. P. 3381.
32. *Caro E., Masque N., Marce R.M. et al.* // J. Chromatogr. 2002. V.963. P. 169.

УДК 546.28.05: 633.584.6 (575.2) (04)

Продукты пиролиза рисовой шелухи

Б. БЕКБОЛОТ КЫЗЫ – м.л. науч. сотрудник

The technology of pyrolysis of the Uzgen rice peel is offered.

В настоящее время одним из актуальных вопросов для развития отечественной промышленности является создание экологически безвредных производств с использованием промышленных и сельскохозяйственных отходов.

Одним из перспективных направлений в технологии получения диоксида кремния различного целевого назначения с заданными физико-химическими свойствами и ценных органических продуктов является использование в качестве исходного сырья отходов рисового производства – рисовой шелухи (РШ).

В работе [1] на основании термодинамического анализа продукта пиролиза рисовой шелухи

установлено, что для получения диоксида кремния из рисовой шелухи повышенной чистоты необходима предварительная экстракция углеродсодержащих компонентов, определены технологические параметры процессов экстрагирования из рисовой шелухи лигнина и целлюлозы, подобран состав экстрагентов.

Термический анализ рисовой шелухи в токе хлора в сосудах Степанова позволяет выявить два основных эффекта: в интервале температуры 90–100°C протекает процесс, связанный с удалением сорбированной влаги, а в интервале 190–230°C происходит основной процесс термодеструкции органического комплекса рисовой

Таблица 1

Спектральный анализ рисовой шелухи

Массовая доля, %							
SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Mn
40	0,7	0,15	0,4	0,2	0,12	0,15	10
Ni	Ti	V	Cr	Cu	Pb	P	Sc
0,4	0,3	0,15	1,5	2	4	4	2

шелухи. В результате выяснено, что природа термолитиза шелухи в атмосфере хлора значительно отличается от термолитиза в инертной атмосфере [2]. Этот процесс, по-видимому, связан с жестким воздействием хлора на разрыв химических связей в целлюлозе, гемицеллюлозах и лигнине. Такое воздействие обуславливает значительное снижение температуры деструкции органических компонентов и не может не привести к коренным изменениям в количественном и качественном составе продуктов термолитиза.

Процесс термической переработки продукта пиролитиза рисовой шелухи и остатка после выделения лигнина сопровождается выходом значительного количества различных органических веществ.

Изучена возможность реализации ресурсосберегающего подхода к переработке сельскохозяйственных отходов, в частности рисовой соломы, с целью получения ценных продуктов [3].

В работе [4] изучен состав продуктов термолитиза рисовой шелухи и лигнина, остающихся после их переработки на фурфурол и сахар.



Технологическая схема пиролитиза рисовой шелухи.

Метод пиролитиза для других целей применяли в работе [5].

При всех способах получения материалов высокой чистоты исходные продукты должны быть тщательно очищены от различных примесей, поскольку хорошая очистка исходных продуктов позволяет в ряде случаев значительно упростить и сократить стадии технологической схемы получения веществ высокой чистоты.

Целью настоящей работы является пиролитиз рисовых отходов для получения аморфного диоксида кремния и ценных органических продуктов.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) определение химического и элементарного состава отходов местного рисового производства;
- 2) отработка технологического режима пиролитиза рисовой шелухи.

Объектом исследования выбрана рисовая шелуха из Узгена. Был проделан спектроскопический анализ образцов шелухи (табл.1).

Из табл. 1 видно, что содержание диоксида кремния в рисовой шелухе составляет максималь-

Таблица 2

Пиролитиз рисовой шелухи

Температура пиролитиза, °С	Содержание продукта, мас.% от исходной массы РШ		
	Твердый	Жидкий	Газообразный
Оптимальное время переработки, 60 мин			
200	43,0	33,5	23,5
300	41,9	37,3	20,8
400	39,6	38,2	22,2
600	38,8	38,8	22,4
800	38,0	37,7	24,3

Таблица 3

Химический анализ рисовой шелухи до и после пиролитиза, %

	С	Н	Зольность
До пиролитиза	37,53	4,62	16,51
Твердый остаток после пиролитиза	43,13	2,98	39,15

ное значение – 40%, т.е. отходы рисового производства – перспективный источник соединений кремния. Особую ценность этим отходам как химическому сырью придает их естественный возобновляемый характер.

Пиролитиз рисовой шелухи осуществляли путем нагревания без доступа кислорода в реакторе, изготовленном из нержавеющей стали, до 800°С. Эксперименты проводили на установке (см. рисунок).

Реактор для пиролитиза без доступа кислорода представляет собой толстостенную нержавеющую емкость с отводной нержавеющей трубкой. Отводную трубку соединяют последовательно с холодильником и приемниками легколетучих органических продуктов рисовой шелухи. Парогазовая смесь органических продуктов рисовой шелухи проходит через холодильник и приемник-поглотитель с водой. Образующиеся летучие продукты конденсируются в холодильнике и приемнике. Неконденсирующиеся горючие газы улетучиваются. Температура реакционной зоны контролируется с помощью термопары. Реактор после пиролитиза (табл. 2) охлаждали до комнатной температуры, твердый остаток взвешивали для определения выхода органических продуктов рисовой шелухи по формуле:

$$X = \frac{[(m_1 - m_2)] \cdot 100}{m_1},$$

где m_1 – исходная масса навески рисовой шелухи, г; m_2 – масса навески рисовой шелухи после прокалывания, г.

Химический анализ исходного сырья и твердого остатка после пиролитиза был сделан по стандартной методике. Результаты анализа приведены в таблице 3.

Последовательность определения диоксида кремния [6] выглядит следующим образом.

Навеску массой 0,5г помещали в стакан вместимостью 100–150мл, увлажняли дистиллированной водой, добавляли по каплям 10–15мл соляной кислоты плотностью 1,19г/см³, кипятили 10–15мин. Затем стакан помещали в водяную баню, нагревали полученный раствор до 70°С при перемешивании в течение 10мин, добавляли 10мл раствора желатина. Полученный осадок фильтровали, промывали горячей соляной кислотой, разбавленной водой в соотношении 1:20. Затем ставили в холодную электропечь, медленно нагревали до 1000°С и прокалывали в течение 40–60 мин.

Массовую долю диоксида кремния (SiO₂) в процентах вычисляли по формуле:

$$SiO_2 = \frac{m_1 - m_2}{m} \cdot 100,$$

где m_1 – масса тигля с осадком SiO₂; m_2 – масса тигля, г; m – масса навески, г.

$$SiO_2 = \frac{6,300 - 6,100}{0,5} \cdot 100 = 40\%$$

Таким образом, выход диоксида кремния – 40%.

На основе экспериментальных исследований процесса пиролитиза рисовой шелухи узген-

ского риса установлено, что методом пиролиза можно получить ценные органические вещества, энергетические газы и кремнеуглерод как полуфабрикат для восстановления диоксида кремния углеродом.

Зола рисовой шелухи – ценный полуфабрикат для получения диоксида кремния.

Литература

1. Сорока П.И., Тертышный О.А., Смирнова Е.С., Гриднева Т.В. Получение соединений кремния из отходов рисового производство // Наукові праці Одеської нац. академії харчов. Технологій. 2006. Т.2. № 28. С. 4–10.
2. Сапрыкин Л.В., Киселева Н.В. Термолиз рисовой шелухи в атмосфере хлора // Химия древесины. 1991. № 3. С. 91–94.

3. Галимова А.Р., Вураско А.В. и др. Получение волокнистых полуфабрикатов при комплексной переработке соломы риса // Химия растительного сырья. 2007. № 3. С. 47–53.
4. Сапрыкин А.В., Киселева Н.В., Темердашев З.А. Состав продуктов термолиза рисовой шелухи и ее гидролизного лигнина // Химия древесины. 1989. № 2. С. 80–82.
5. Айдаралиев Ж.К., Бекболот кызы Б., Рысбаева И.А. Оптимизация влияния процесса улетучивания легколетучих компонентов на электропроводность базальта // Известия КТУ им. И. Раззакова. 2004. С. 182–174.
6. ГОСТ № 18866–93. – 1995. – Межгосударственный стандарт. Определение диоксида кремния.

УДК 633.584.6: 664.782.86-004.82 (575.2) (04)

Проблемы утилизации рисовых отходов и перспективы их применения

Б. БЕКБОЛОТ КЫЗЫ – м.л. науч. сотрудник,
Б.М. МУРЗУБРАИМОВ – докт. хим. наук, академик НАН КР

The review and patent search on technology of processing of a rice waste for the purpose of producing of silicon and valuable organic products, and also perspectives of their application are given in the paper. In result the technological scheme of processing of initial raw material - a rice peel is shown and tasks in view of the further research are put on.

В настоящее время актуальной потребностью для развития промышленности нашей республики является создание экологически безвредных производств, сырьем для которых служат промышленные и сельскохозяйственные отходы. В этом аспекте представляет интерес рисовая шелуха (РШ) – многотоннажный возобновляемый отход рисового производства. На сегодняшний день подобные отходы не нашли достойного применения в качестве топлива, корма или удобрения. Рисовая шелуха в отличие от минерального кремнийсодержащего сырья имеет стабильный состав, что

очень важно для технологии синтеза солнечного кремния. Возможность использования в качестве сырья для производства более чистого кремния по сравнению с полученным из минералов сделала рисовую шелуху привлекательным природным сырьем.

Известно, что рис является одним из наиболее ценных пищевых продуктов в мире, он занимает второе место после пшеницы по площади посевов. Согласно данным национального статистического комитета Кыргызской Республики, в нашей стране производится 20–25 тыс. тонн риса

за год. В процессе получения крупы белого шлифованного риса образуются три вида отходов: солома, цветковая чешуя (лузга, шелуха) и отруби (мучка), которые составляют 33–40% от общей массы урожая. Солому используют для нужд сельского хозяйства, но зачастую ее просто сжигают на полях, загрязняя при этом окружающую среду. Отруби идут на корм животным, из них получают фармацевтические и пищевые продукты [1].

В работе [2] показана технология переработки соломы и шелухи риса с получением ценных товарных продуктов.

Массовая доля соломы риса от общей наземной части растений составляет 42–62%, а шелухи – 20% от массы производимого товарного риса [3].

Исследования по переработке рисовых отходов проводятся по трем основным направлениям: 1) получение неорганических соединений; 2) получение органических веществ; 3) использование рисовых отходов в качестве наполнителей для

пластмасс, огнестойкого и термоизоляционного материала, используемого в строительстве, сельском хозяйстве и т.п.

Природа кремния в лузге риса неоднократно исследовались многими учеными [1,4,5]. Большинство исследователей считают, что кремний содержится в растении в виде монокремниевой кислоты, которая перемещается к внешним поверхностям растительных тканей. Здесь она вследствие испарения концентрируется и превращается в результате полимеризации в целлюлозо-кремнеземную мембрану.

В состав рисовой шелухи, согласно [1,6], входят, масс. %: С – 39,8–41,1; Н – 5,7–6,1; О – 0,5–0,6; N – 37,4–36,6. Главными углеводами шелухи являются целлюлоза (клетчатка) и лигнин. Из неорганических компонентов, содержащихся в золе, преобладающим является оксид кремния. Рисовая шелуха относится к числу немногих материалов растительного происхождения с повышенным содержанием кремния. При 15–20%-ной



Схема переработки рисовой шелухи

зольности рисовой шелухи концентрация кремнезема в золе достигает 80–95% [3].

В работе [7] изучены состав и содержание полисахаридов, полученных из разных образцов рисовой шелухи последовательной обработкой сырья водой, оксалатом аммония (или щавелевой кислотой) и щелочью. В этой же работе исследован химический состав остатков рисовой шелухи после экстракции; рассмотрены возможности их использования в зависимости от условий гидролиза для получения аморфного диоксида кремния. Аморфный кремнезем химически более активен, чем кристаллический, т.е. он легче подвергается действию кислот и щелочей, что немаловажно при очистке целевого кремния от примесей.

Аморфный диоксид кремния находит применение в фармацевтике, парфюмерии, в бытовой химии, для получения соединений кремния и т.д. Аморфный кремний из рисовой шелухи может служить исходным материалом для получения кремния высокой чистоты, применяемого в солнечных элементах, а также пленок нанокристаллического кремния с уникальными физико-химическими свойствами.

Возможности использования рисовой шелухи в качестве сырья для производства кремния, целлюлозы, лигнина и т.п. позволяют утилизировать большое количество данного вида отходов.

Наиболее привлекательным является использование рисовой шелухи для синтеза металлического кремния, поскольку состав рисовой шелухи по сравнению с составом минерального сырья кремнезема намного стабильнее.

Кварцевый песок содержит много металлических примесей, которые внедрены в кристаллическую решетку кремнезема, поэтому очень трудно их удалить. В рисовой шелухе диоксид кремния находится в аморфном состоянии, т.е. нет жестких связей, например, с примесями оксидов металлов, удаление которых поэтому протекает достаточно просто и эффективно.

В [8] исследованы условия получения аморфного и кристаллического диоксида кремния из шелухи и соломы риса разных регионов России. Установлена зависимость состава примесей и свойств аморфного кремнезема от сорта растения, вида отходов и способов их переработки. Кроме диоксида кремния, отходы рисового производства содержат другие органические вещества. Различными способами получены фурфурол, ксилит, рисовое масло, фитин, производные фи-

тиновой кислоты, уксусная и щавелевая кислоты, этиловый спирт, ванилин и др. [1,9]. В работе [10] предложена технологическая схема получения кремния «солнечного» класса из рисовой шелухи для производства полупроводниковых фотоэлектрических преобразователей. Чистота диоксида кремния из рисовой шелухи в большой степени зависит и от глубины предварительной экстракции органических компонентов.

Многотоннажные отходы производства риса также могут служить исходным продуктом для производства дешевых сорбентов для очистки различных жидких сред с высокими сорбционными характеристиками.

Пиролизом рисовой шелухи получены углеродсодержащие сорбенты (карбонизированный кремнезем), которые могут очищать загрязненные нефтесодержащие почвы, проводить очистку воды от нефтяных и масляных загрязнений [11, 12].

В работе [13] исследована сорбция ионов металлов Fe(III), Cu(II), Cd(II), Pb(II) сорбентами, полученными из рисовой шелухи, показана зависимость поглотительной способности сорбентов от их характеристик.

На основании литературного анализа была определена следующая технологическая схема переработки риса (см. рисунок).

Из 1т неочищенного риса получают около 160 кг рисовой шелухи. При ее сжигании образуется зола – около 20%. Зола рисовой лузги состоит в основном из кремнезема с минимальным количеством оксидов металлов и других микроэлементов [14], т.е. рисовые отходы – прекрасный исходный материал для синтеза чистого аморфного либо нанокристаллического кремния. Нанокристаллический кремний по электрофизическим свойствам предпочтительнее аморфного, и современные технологии дают возможность создания на его основе преобразователей солнечной энергии с КПД, приближающимся к монокристаллическому. Более того, следует учитывать возможность колоссальной экономии кремния благодаря новым технологиям создания тонких пленок нанокристаллического кремния.

Из отмеченного выше, комплексная переработка рисовой шелухи представляется актуальной задачей. Мы предполагаем провести исследования по утилизации отходов рисового производства Кыргызстана, в частности, рисовой шелухи. Целью наших исследований будет получение металлического кремния из рисовой шелухи, далее из него – нанокристаллического кремния.

Литература

1. Козьминой Е. П. Рис и его качество. М.: Колос, 1976. 400 с.
2. Галимова А.Р., Вураско А.В., Дрикер Б.Н. и др. Получение волокнистых полуфабрикатов при комплексной переработке соломы риса // Химия растительного сырья. 2007. № 3. С. 47–53.
3. Вураско А.В., Дрикер Б.Н., Земнухова Л.А. и др. Ресурсосберегающая технология получения целлюлозы при комплексной переработке соломы риса // Химия растительного сырья. 2007. № 2. С. 21–25.
4. Сергиенко В.И., Земнухова Л.А. и др. Возобновляемые источники химического сырья: комплексная переработка отходов производства риса и гречихи // Росс. хим. журнал. 2004. Т.48. № 3. С. 116–124.
5. Воронков М.Г., Зельчан Г.И., Лукевич Э.Я. Кремний и жизнь. Рига: Зинатне, 1978. 587с.
6. Патент Великобритании №1508825, 1978.
7. Земнухова Л.А., Томич С.В., Мамонтова В.А. и др. Исследование состава и свойств полисахаридов из рисовой шелухи // ЖПХ. 2004. Т.77. № 11. С. 1901–1904.
8. Земнухова Л.А., Федорищева Г.А., Егоров А.Г., Сергиенко В.И. Исследование условий получения, состава примесей и свойств аморфного
9. Земнухова Л.А., Сергиенко В.И., Давидович Р.Л. и др. Получение ксилита и аморфного диоксида кремния из рисовой шелухи // Вестник ДВО РАН. 1996. № 3. С. 82–87.
10. Марончук И.Е., Масенко Б.П., Повстаной М.И. и др. Получение кремния электродным восстановлением продуктов пиролиза рисовой лузги // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2003. № 1. С. 42–43.
11. Земнухова Л.А., Шкорина Е.Д., Филиппова И.А. Изучение сорбционных свойств шелухи риса и гречихи по отношению к нефтепродуктам // Химия растительного сырья. 2005. № 2. С. 51–54.
12. RU 2259875. 2005.
13. Шевелева И.В., Халамейдик А.Н., Войт А.В., Земнухова Л.А. Сорбенты на основе рисовой шелухи для удаления ионов Fe(III), Cu(II), Cd(II), Pb(II) из растворов // Химия растительного сырья. 2009. № 4. С. 171–176.
14. Оразымбетова Г.Ж., Жандуллаева М.С., Кабулова Л.Б. Изучение физико-химических свойств рисовой лузги и ее золы // Материалы III всероссийской конференции «Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья». Книга 1. 2007. С. 268–270.

УДК 548. 5. + 621.3.049.77 (575.2) (04)

Технология получения монокристаллов в зависимости от размера выращенных кристаллов

С.Т. КОЖОЕВА – канд. тех. наук

If the growth of single crystals larger than ten centimeters is required to determine the width of metastable zone for feeding the growing crystal, then for the growth of single crystals of submicron need a method of deposition mikro drops on substrates. These submicron crystals were studied using an atomic force microscope with a resolution of 10 nm.

В зависимости от температуры процесса различают рост кристаллов из низко-

температурных водных растворов (при температурах не выше 80–90°C), перегретых водных

растворов (гидротермальный синтез – температуры до 800°C), солевых расплавов, из растворов в расплавах. Температуры кристаллизации из расплавов обычно не превышают 1200–1300°C, но иногда достигают 1500°C [1]. Рассмотренные выше технологии выращивания монокристаллов относятся к получению кристаллов больших размеров (>10 см).

Кристаллизация и рост монокристаллов зависят не только от химического состава прекурсора, но и природы растворителя.

Из-за многокомпонентности маточного раствора миграция питающего вещества к кристаллическим граням может быть затруднена, и поэтому важную роль играют диффузионные процессы. Адсорбция растворителя на растущей поверхности кристалла и взаимодействие частиц кристаллизующегося вещества с растворителем (гидратация в водных растворах) усложняют характер гетерогенных реакций на межфазной границе кристалл – раствор.

Все методы выращивания монокристаллов из растворов основаны на использовании зависимости растворимости вещества от термодинамических параметров процесса – температуры, давления, концентрации раствора. В большинстве случаев учитывается зависимость растворимости солей от температуры. Рассмотрим более подробно влияние указанных параметров на растворимость различных соединений в воде.

По характеру растворимости солей металлов в воде определяются режимы роста их кристаллов, поэтому рассмотрение диаграмм состояния систем Р-Т-С является важным при росте кристаллов.

В качестве примера рассмотрим диаграмму состояния системы в проекциях на плоскости Р-Т, Р-С и Т-С (С – концентрации растворенного вещества) (рис.1). Растворимость вещества, т.е. его равновесная концентрация в растворе, непрерывно возрастает с увеличением температуры вплоть до температуры плавления труднотопучного компонента T_0 (проекция Т-С, рис.1, кривая б). Повышение концентрации более труднотопучного NaCl в растворе по сравнению с H₂O происходит с повышением температуры до температуры плавления NaCl. И эта температура является критической температурой ($T_{кр}$) для представленного вещества. Чем больше растворимость соли в воде, тем больше $T_{кр}$. Критическая кривая пересекает область L на графике Т-С при температуре более высокой, чем T_0 . На кривой трехфазного

равновесия (проекция Р-Т, рис. 1,б), система имеет максимум, температура в точке максимума T_{max} связана с температурой плавления T_0 эмпирическим уравнением $1/T_{max} = 1/T_0 + 0,0021$, где температуры выражены в °К.

Проекция пространственной модели фазовой диаграммы системы на координатные плоскости Р-С (а), Р-Т (б), Т-С (в) представляют: а – составы и давления, жидкой и сосуществующей с ней паровой фазы; б – кривая давления пара насыщенных растворов (NaCl + L + G); в – кривая растворимости NaCl в H₂O в зависимости от температуры; $T_{кр}$ – кривые критических температур; точками обозначены проекции критической температуры для воды.

Монокристаллы соединений, дающих при взаимодействии с водой системы с фазовой диаграммой, подобной диаграмме на рис.1 могут быть выращены путем кристаллизации из низкотемпературных водных растворов. Например, дигидрофосфат калия (КДР), дигидрофосфат аммония (АДР) и бифталат калия (БФК) и другие.

Рассмотрим типичные диаграммы, когда растворимость исследуемого вещества возрастает с увеличением температуры и температурный коэффициент растворимости принимает положительное значение (рис. 2). Кривая растворимости

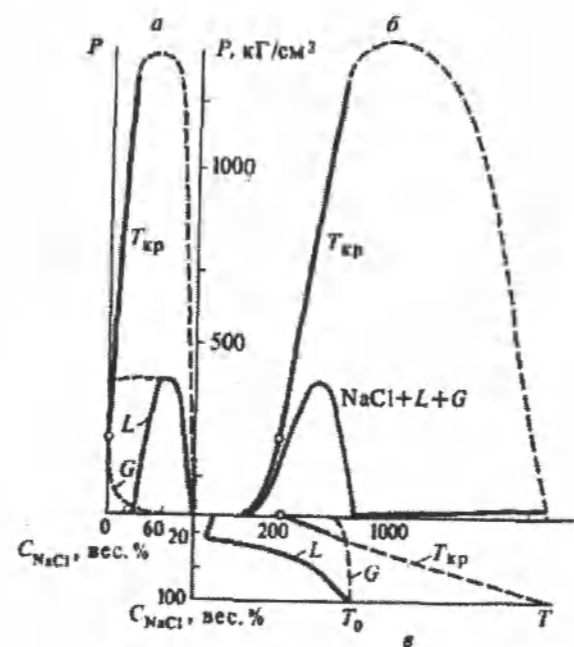


Рис. 1. Пример фазовой диаграммы системы.



Рис.2. Диаграмма растворимости.

или кривая насыщенных растворов (сплошная линия) разделяет все поле диаграммы на две главные области: ненасыщенных растворов (ниже кривой насыщения) и пересыщенных растворов (выше кривой насыщения). В области пересыщенных растворов выделяются метастабильная и лабильная зоны. Образование метастабильной области связано с необходимостью затраты энергии на образование кристаллического зародыша критического размера.

Выращивание монокристаллов ведется только в метастабильной области вблизи кривой растворимости. В зависимости от ширины метастабильной области можно изменить процесс роста. Для быстрого роста кристаллов больших размеров можно использовать растворы КДР, АДР и БФК. Монокристаллы, полученные при высоких скоростях

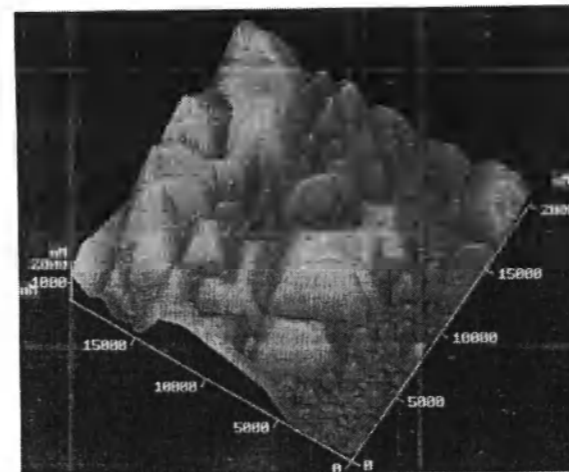


Рис. 3. Монокристаллы, полученные при кратковременном погружении подложки в раствор соли КДР.

роста, имели такие же свойства, что и кристаллы, выращенные при обычных условиях роста [2].

В настоящей работе представлена технология выращивания монокристаллов соли КДР микронных и субмикронных размеров методом осаждения на подложке. Осаждение проводилось двумя способами: а) простым испарением воды из микрокапель раствора (рис. 3); б) испарением воды из микрокапель с помощью ультразвука (рис. 4). Для кристаллизации применялись 20%-е насыщенные растворы КДР при комнатной температуре.

По первой методике охлажденные монокристаллические подложки опускались в насыщенный раствор КДР при комнатной температуре; по второй капли диаметром от десятков нанометров до 1–5 мкм осаждались с помощью ультразвукового испарения.

Форма и размеры выращенных микрокристаллов исследовались с помощью атомно-силового микроскопа (АСМ) в режиме контактного измерения [3]. Предельное разрешение микроскопа составляло 10 нм, что позволило с хорошей точностью наблюдать ростовые грани субмикронного размера и изучить морфологию выращенных кристаллов.

Микрокристаллы выращивались на подложках трех типов:

- из полированного среза монокристалла КДР в направлении 001,
 - на полированной кремниевой подложке,
 - на свежесколотой пластине слюды.
- Монокристаллы, полученные обычным испарением, ложатся на подложку в виде сплошной

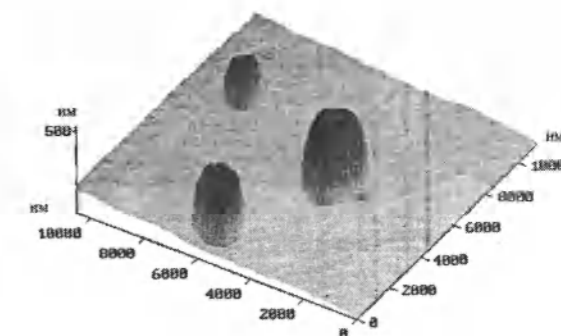


Рис.4. Субмикронные монокристаллы, полученные с помощью ультразвукового испарения раствора КДР.

пленки, в то время как монокристаллы, выращенные с использованием ультразвука, растут в виде одиночных несвязанных между собой субмикронных кристаллов (рис. 4).

Таким образом, впервые проделаны пробные эксперименты по выращиванию ориентированных субмикронных монокристаллов на подложках с контролем роста с помощью зондового микроскопа.

УДК 533.21 (575.2) (04)

Теоретические основы одноэлектронных элементов наноэлектроники

С.А. ТОКТОГОНОВ – канд. физ.-мат. наук,
С.Т. КОЖОЕВА – канд. тех. наук,
К.А. КАЛДЫБАЕВ – докт. физ.-мат. наук

Theoretical base of single electron elements of nanoelectronics is considered in the paper.

Изучение структур и свойств материалов наноэлектроники сопряжено с трудностями, связанными с малыми размерами элементарных ячеек последних. Элементарные ячейки представляют интерес в качестве отдельных элементов электронных схем, например, диодных транзисторных структур. Одним из решений данной проблемы является моделирование структуры нанообъектов на основе уравнения Шредингера при различных допущениях. Примером такого подхода является одноэлектроника.

В одноэлектронике изучаются устройства, работа которых основана на контролируемом движении отдельных электронов. В бесконечном проводнике свободные электроны можно рассматривать как жидкость, перетекающую в электрическом поле. Перетекающий заряд может иметь любую величину и не быть кратным заряду одного электрона. В структурах, состоящих из наночастиц металла (квантовые точки) в диэлектрической матрице, при достаточно малой для туннелирования толщине диэлектрика заряд будет протекать порциями, кратными заряду электрона.



Металлическая пластина в диэлектрике (квантовая точка).

Литература

1. Козлова А.Н. Рост кристаллов. М.: Наука, 1989. 286 с.
2. Чернов А.А., Рашкович Л.Н. и др. Процесс роста кристаллов из водных растворов. Сб.: Рост кристаллов. М.: Наука, 1986. Т. XV. С. 43–88.
3. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнология. М.: Техносфера, 2004. 250с

Таблица 1

n_1	n_2	n_3	R^2
0	0	1	1
0	0	-1	1
0	1	0	1
0	-1	0	1
1	0	0	1
-1	0	0	1

ционарные состояния электрона внутри одной элементарной ячейки, на который не действует какое-либо поле, кроме бесконечных скачков потенциальной энергии на гранях. Они описываются уравнением Шредингера:

$$H\psi(x,y,z) = \varepsilon\psi(x,y,z) \quad (1)$$

с гамильтонианом:

$$H = \frac{1}{2m}(p_x^2 + p_y^2 + p_z^2) = \frac{\hbar^2}{2m}\Delta \quad (2)$$

Здесь Δ – оператор Лапласа. Если направить координатные оси x, y, z по ребрам куба, то решение уравнения (1) удобно искать в виде:

$$\psi(x,y,z) = \psi_1(x)\psi_2(y)\psi_3(z) \quad (3)$$

Подставляя (3) в (1) и разделяя обе части уравнения на $\psi(x,y,z)$, получим:

$$\frac{1}{\psi_1} \frac{d^2\psi_1}{dx^2} + \frac{1}{\psi_2} \frac{d^2\psi_2}{dy^2} + \frac{1}{\psi_3} \frac{d^2\psi_3}{dz^2} = -\frac{2m}{\hbar^2}\varepsilon \quad (4)$$

После разделения переменных получим:

$$\frac{1}{\psi_1} \frac{d^2\psi_1}{dx^2} = -k_x^2; \quad \frac{1}{\psi_2} \frac{d^2\psi_2}{dy^2} = -k_y^2; \quad \frac{1}{\psi_3} \frac{d^2\psi_3}{dz^2} = -k_z^2 \quad (5)$$

Из (4) и (5) следует, что:

$$\varepsilon = \frac{\hbar^2}{2m}(k_x^2 + k_y^2 + k_z^2) = \frac{\hbar^2 k^2}{2m} \quad (6)$$

и

$$\psi_1(x) = A\sin(k_x x) + B\cos(k_x x)$$

Аналогично для $\psi_2(y), \psi_3(z)$. Величины k_x, k_y, k_z можно рассматривать как декартовы составляющие волнового вектора $k(k^2 = k_x^2 + k_y^2 + k_z^2)$ электрона. Из граничных условий $\psi_{x=0} = \psi_{x=a} = 0$ следует, что:

$$A\sin(k_x a) = 0 \text{ и } B = 0 \quad (7)$$

или

$$k_{x,y,z} = n_{1,2,3} \pi/a, \text{ где } n_{1,2,3} = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots, \pm \infty$$

Подставим эти значения в выражения для волновой функции и собственной энергии:

$$\psi(x,y,z) = A \sin\left(\frac{n_1 \pi x}{a}\right) \sin\left(\frac{n_2 \pi y}{a}\right) \sin\left(\frac{n_3 \pi z}{a}\right),$$

$$\varepsilon = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2ma^2}(n_x^2 + n_y^2 + n_z^2), \quad (8)$$

где n_x, n_y, n_z – квантовые числа, определяющие собственные энергии и состояния частицы, m – масса электрона, a – размер элементарной ячейки кластера. Например, одна элементарная ячейка β – вольфрама состоит из 20 атомов, каждый из которых имеет по два $6s$ – электрона на внешней оболочке. Таким образом, общее число электронов в элементарной ячейке 40. Используя формулу (8), рассчитаем энергетические уровни $E_{(n_1 n_2 n_3)}$ для одной элементарной ячейки. Результаты вычислений представлены на рисунке, где $R^2 = (k^2 = n_x^2 + n_y^2 + n_z^2)$, энергия U отсчитывается от дна эффективной потенциальной ямы, величина которой может быть определена предельном случае бесконечного кластера путем вычисления энергии Ферми ε_F и известного значения работы выхода для массивного материала $\varphi = 4.5 \text{ эВ}$.

$$E_{111} = 4.44 \text{ эВ}; R^2 = 3 \text{ (4 электрона)},$$

$$E_{110} = 2.96 \text{ эВ}; R^2 = 2 \text{ (24 электрона)},$$

$$E_{100} = 1.48 \text{ эВ}; R^2 = 1 \text{ (12 электронов)}.$$

Минимальному значению энергии $E_{100} = 1.48 \text{ эВ}$ соответствуют 6 возможных комбинаций значений квантовых чисел n_x, n_y, n_z (табл. 1).

Таблица 2

Элемент	$a, \text{ \AA}$	$e\varphi, \text{ эВ}$	$\varepsilon_1, \text{ эВ}$	$\varepsilon_2, \text{ эВ}$	$\varepsilon_3, \text{ эВ}$	$U, \text{ эВ}$
Cu	3.62	4.4	1.13	2.26	3.39	7.79
Fe	3.65	4.31	1.12	2.23	3.36	7.67
Al	4.050	4.25	0.90	1.8	2.7	6.95
W	3.17	4.5	1.48	2.96	4.44	8.94
Au	4.080	4.30	0.89	1.78	2.67	6.97

Отсюда следует, что уровень $E_{(100)}$ шестикратно выражен и заполняется 12 электронами, так как каждой из этих 6 комбинаций квантовых чисел соответствуют две возможные ориентации спина электрона. Продолжая рассуждения, заполняем электронами уровень за уровнем до тех пор, пока не будут размещены все 40 электронов. Энергию Ферми определяем как энергию электронов на высшем еще заполненном уровне. Таким образом, в кластере W из 20 атомов энергетический спектр электронов дискретен и расстояние для кластера из 8 элементарных ячеек

УДК 546.28:533.9.01 (575.2) (04)

Импульсный способ синтеза нанокристаллического кремния

С.К. СУЛАЙМАНКУЛОВА – докт. хим. наук, профессор,
А.С. МАМЕТОВА – канд. хим. наук, доцент, Ош ГУ,
М.О. САТИЕВ – преподаватель, Ош ТУ им. М. Адышева,
ЭМИЛ ОМУРЗАК – профессор Университета Кумомото,
Япония

The data of X-ray diffraction, electron microscopic analysis and results of processing of Raman spectra of nanocrystalline silicon synthesized by using the energy of pulsed plasma in liquid.

Кремний, традиционно являясь базовым материалом современной микроэлектроники, постоянно находится в центре внимания вновь возникающих нанотехнологий на основе целенаправленного формирования структуры и свойств полупроводников.

В настоящее время для использования кремния в солнечной энергетике применяют пленки аморфного кремния на гибких подложках. Но эффективность преобразования солнечной энергии таких пленок низкая (КПД – 5–6%) и возрастает при переходе от аморфного кремния к поликристаллическому и далее к нанокристаллическому (КПД – 10–12%), приближаясь к КПД (14–17%) монокристаллического кремния.

Монокристаллические элементы имеют самую высокую эффективность преобразования энергии.

(198 атомов) показывает расстояние между соседними уровнями 0,37 эВ.

Аналогично вычисленные значения энергетических уровней и значения высоты потенциальной ямы для тетрагональных структур различных металлов представлены в таблице 2.

Литература

1. Харрисон У. Электронная структура и свойства твердых тел. М.: Мир, 1983. 381с.
2. Плотников Г.С., Зайцев В.Б. Физические основы молекулярной электроники. М.: Физ. фак., МГУ, 2000. 164с.

Основной материал – крайне чистый кремний, из которого изготовлены монокристаллические солнечные панели, хорошо освоены в области производства полупроводников. Кремниевый монокристалл растет на семени, который медленно вытягивается из кремниевого расплава. Стержни, полученные таким путем, режутся на части толщиной от 0,2 до 0,4 мм.

Затем эти диски подвергаются ряду производственных операций, таких как:

- обтачивание, шлифовка и очистка;
- наложение защитных покрытий;
- металлизация;
- антирефлексионное покрытие.

Поликристаллический кремний развивается, когда кремниевый расплав охлаждается медленно и находится под контролем. При производстве

поликристаллических панелей операция вытягивания опускается, она менее энергоемкая и значительно дешевле. Однако внутри кристалла поликристаллического кремния имеются области, отделенные зернистыми границами, вызывающие меньшую эффективность элементов.

Аморфный кремний получается при помощи «техники испарительной фазы», когда тонкая пленка кремния осаждается на несущий материал и защищается покрытием. Эта технология имеет ряд недостатков и преимуществ:

- процесс производства солнечных панелей на основе аморфного кремния относительно простой и недорогой;
 - возможно производство элементов большой площади;
 - низкое энергопотребление.
- Однако:
- эффективность преобразования значительно ниже, чем в кристаллических элементах;
 - элементы подвержены процессу деградации.

Актуальным представляется разработка эффективных методов легирования, включая имплантацию, атомную и кластерную сборки для получения метастабильных материалов с высокой концентрацией энергетически активных центров собственных дефектов, а также вводимых примесей. Процессы формирования нанокластеров, их имплантация в аморфную и кристаллическую матрицу оказывают существенное влияние на фундаментальные свойства получаемых функциональных материалов, изменяя ширину запрещенной зоны, проводимость и др. Именно нанокластеры от нескольких сотен до порядка тысяч атомов образуют так называемые «квантовые элементы», составляющие сложные цепи и ансамбли в современных электронных устройствах [1]. В данном исследовании на основе результатов компьютерного моделирования проведен комплексный анализ принципиальных механизмов формирования структуры, влияния ее на динамические свойства и термическую устойчивость наноразмерных атомных кластеров кремния.

Известен способ получения тонких пленок кремния, содержащих наноразмерные кристаллиты, из силано-водородной смеси методом плазмохимического газофазного осаждения (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition – PECVD) при микроволновой мощности плазмы – (2,45 ГГц), с использованием технологических газов – SiH_4 , H_2 . Для реализации технологических условий, стимулирующих рост нанокристаллической пленки

кремния, используют сильное (>95%) разбавление силана водородом. Высокая концентрация водорода в плазме сдвигает химическое равновесие роста-травления, протекающее на границе плазменной пленки, в направлении интенсивного травления энергетически невыгодных (аморфных) конфигураций структурной сетки растущей пленки, в результате чего происходит преимущественный рост кристаллических зародышей (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition – PECVD) [2].

К основным недостаткам этого метода относится низкая (<1 А/с) скорость роста пленки, высокое энергопотребление, сложность аппаратурно-технологического оформления, дороговизна, необходимость применения токсичного силана и взрывоопасного водорода, противозрывных устройств и холодильников.

Прототипом предлагаемого способа является синтез наноразмерных кремниевых кластеров в модулированном микроволновом плазменном разряде (Time modulated microwave power plasma-enhanced chemical vapor deposition TMW PECVD) в условиях сильного разбавления силана водородом.

Длительность микроволновой мощности (245 ГГц) с 2 мс, горение плазмы микроволнового разряда при давлениях порядка 0,1 Торр сопровождается выделением кремниевого порошка. Выключение разряда в период формирования кремниевых кластеров в плазме должно предотвращать увеличение их размера.

Параметры технологического процесса следующие: электрическая мощность в импульсе – 0,7 кВт, содержание силана в водороде – 0,5–2%, давление – 0,1–0,3 Торр, температура подложки – 200–350°C, суммарный поток газовой смеси – 10–30 см³/мин. Толщина выращенных пленок – 200–300 нм.

Рамановский спектр пленки нанокристаллического кремния, полученного при $T=200^\circ\text{C}$ и $P=0,3$ Торр и концентрации силана в водороде – 1%, содержит линии с максимумом около 520 см⁻¹, сдвинутый в сторону низких частот относительно активной в рамановском рассеянии поперечной фононной моды кристаллического кремния. Объемная доля и средний диаметр кристаллитов определяли из численной обработки спектра рассеяния с учетом сильной пространственной концентрации оптических фононов в нанокристаллитах, составляющий для данного образца ~ 57% и ~ 5 нм, соответственно. Доля нанокристаллитов увеличивается от 57 до 76% при возрастании температуры подложки от 200 до 260°C.

Скорость роста нанокристаллических пленок кремния (0,5–0,7 Å/с) при использовании метода TMW-PECVD позволила увеличить скорость роста нанокристаллических пленок кремния в 4–6 раз по сравнению с стандартным методом PECVD. Полученные пленки nc-Si обладают показателем преломления, существенно меньшим по сравнению со значениями для кристаллического и аморфного кремния ($n \approx 3,9$ при $\lambda = 633$ нм). Такое отличие, вероятнее всего, связано с большой пористостью пленок. Оценка пористости показала, что она достигает ~70%. О высокой пористости полученных пленок свидетельствуют также измерения их электропроводности (10^{-7} – 10^{-5} Ом⁻¹·см⁻¹ в зависимости от значений K и T_p). Это на 5–7 порядков меньше проводимости нанокристаллических пленок кремния с объемной долей кристаллической фазы $\geq 16\%$, полученных по технологии PECVD и в которых наблюдалось образование бесконечного проводящего перколяционного кластера. Применение импульсной модуляции мощности микроволнового разряда в методе плазмохимического газофазного осаждения позволило повысить скорость роста пленок нанокристаллического кремния до 3 Å/с. Характеристика полученных пленок свидетельствует о возможности реализации механизма их роста из фрагментов кластеризации кремния в газовой фазе [3].

Недостаток метода TMW-PECVD – сложность аппаратно-технологического оформления, дороговизна, необходимость применения токсичного силана и взрывоопасного водорода, противозрывных устройств и холодильников.

Задача предлагаемого изобретения – упрощение, удешевление технологического процесса.

Поставленная задача решается в способе получения пленок нанокристаллического кремния в бескислородной среде, в которой кремний диспергируется и осаждается на алюминиевую подложку при энергии единичного импульса плазмы – 0,01–0,03 Дж, частоте единичных импульсов – 60–150 Гц, давлении – $3 \cdot 10^{-8}$ Па.

Этот метод основан на явлении эрозии электродов из токопроводящих материалов при пропуске между ними импульсного электрического тока.

Импульсная плазма между электродами возникает при заполнении межэлектродного пространства диэлектрической средой. При наличии разности потенциалов на электродах происходит ионизация межэлектродного пространства. При определенном значении разности потенциалов – образуется канал

проводимости, по которому устремляется электроэнергия в виде импульсного искрового разряда.

Единичный импульс имеет очень малую длительность (10^{-3} – 10^{-5} с), высокую плотность тока (10^6 – 10^8 А/м²), высокие температуры (10^4 – 10^5 К) и давления ($3 \cdot 10^{-8}$ Па) в зоне воздействия. Происходит мгновенное оплавление и испарение элементарного объема материала электродов как на аноде, так и на катоде.

При непрерывном подведении к электродам импульсного тока процесс эрозии продолжается до тех пор, пока не будет диспергирован весь материал электродов, находящийся между электродами на расстоянии, при котором возможен электрический пробой при заданном напряжении. Для продолжения процесса необходимо сблизить электроды до указанного расстояния. Электроды сближаются автоматически с помощью следящих систем.

Схема диспергирования и осаждения кремния на алюминиевую подложку в импульсной плазме представлена на рис. 1.

Конденсатор C заряжается через резистор R от источника тока напряжением 100...200В. Когда напряжение на электродах 1 и 3, помещенных в диэлектрическую среду (аргон) 2, достигает пробойного значения, образуется канал, через который осуществляется искровой разряд энергии, накопленной конденсатором.

На поверхности подложки осаждается кристаллический кремний. При неоднократном сближении электродов происходит наложение кристаллического кремния с формированием тонкого пятна 5. Данное пятно растет вглубь до диэлектрической пластиковой основы 4.

Таким образом, толщина пленки определяется толщиной слоя алюминия на пластиковой подложке, т.е. процесс формирования слоя кристаллического кремния автоматически приостанавливается при достижении пластиковой основы. При испарении кремния и алюминия частицы кремния, взаимодействуя с частицами алюминия, кристаллизуются на подложке, алюминий собирается на «дне» кремниевого пятна. Алюминий позволяет снизить энергию, необходимую для активизации процесса кристаллизации кремния.

Кристаллизация начинается на поверхности зерен алюминия при достижении некоторой критической толщины алюминиевой пленки. Сначала на границах зерен алюминия формируется не слишком упорядоченный кристалл кремния, однако затем в ходе кристаллизации структура становится всё бо-

лее совершенной и упорядоченной, поскольку этот процесс происходит с понижением свободной энергии (термодинамического потенциала).

Температурный градиент, возникающий в единичном импульсе (10^7 – 10^{10} К/с), способствует самоорганизации и стабилизации нанокристаллов кремния.

Электрод из кремния цилиндрической формы и алюминиевая подложка толщиной 1 мкм на пластиковой основе подсоединяют к источнику питания и помещают в реактор, наполненный инертным газом (аргон) при комнатной температуре. Энергия единичного импульса – 0,01–0,03 Дж, частота импульсов – 60–150 Гц, давление в зоне воздействия единичного импульса – $3 \cdot 10^{-8}$ Па.

При неоднократном сближении электродов образуется слой в виде пятна кристаллического кремния на алюминиевой подложке. Для выяснения фазового состава сформированного пятна с него был сделан соскоб, который затем подвергли рентгенофазовому и электронномикроскопическому анализу на просвечивающем электронном микроскопе (рис. 2). Дифрактограмма получена на рентгеновском аппарате Rigaku Geigerflex X-Ray Diffractometer с Cu K α -излучением.

Анализ дифрактограммы (см. таблицу) показал, что при кристаллизации расплава кремния на алюминиевой подложке образуются нанокристаллы кремния, кристаллизующиеся в кубической сингонии (пространственная группа Fd3m) с параметром элементарной ячейки $a = 5,43$ Å. Кристаллическая решетка расширена по сравнению с данными ASTM ($a = 5,41$ Å). Размер наночастиц кремния, вычисленный по формуле Шеррера, лежит в пределах 7–30 нм.

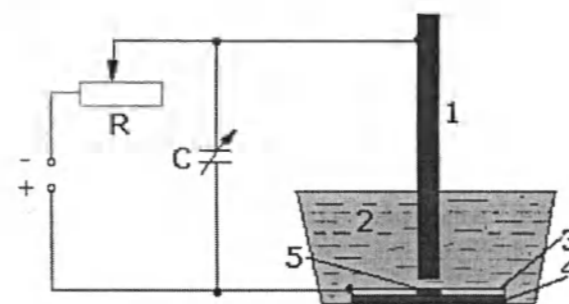


Рис. 1. Схема обработки кремния в импульсной плазме: 1 – кремниевый электрод; 2 – ванна с жидкой либо газообразной диэлектрической средой; 3 – алюминиевая подложка; 4 – пластиковая основа; 5 – пленка кремния.

На дифрактограмме имеются неинтенсивные линии кубического алюминия с параметром кристаллической решетки – 4,06 Å. Присутствие линий кубического алюминия обусловлено тем, что при соскобе в образец попадает и материал подложки.

На электронномикроскопическом снимке (рис. 3), полученном на просвечивающем электронном микроскопе при микронных разрешениях, видно, что образуется плотная пленка нанокристаллического кремния из сферических частиц размерами от 5–7 до 25–30 нм.

Таким образом, при диспергировании кремния в импульсной плазме, создаваемой в инертной атмосфере на алюминиевой подложке, формируются нанокристаллы кремния в виде пленки.

Преимуществами предлагаемого способа являются:

- упрощение аппаратного оформления процесса достигается за счет подключения установки к несложной электрической схеме в обычную электрическую сеть;
- возможность наноструктурирования кремния, самоорганизации нанокристаллов кремния в один и тот же момент, благодаря быстротечности единичного импульса и, поэтому, метастабильности протекания импульсной плазмы;
- высокотемпературная, высокоскоростная стабилизация формирующихся наноструктур в минимальном объеме (нет необходимости в холодильных установках);
- возможность использования кристаллического кремния вместо токсичного силана;

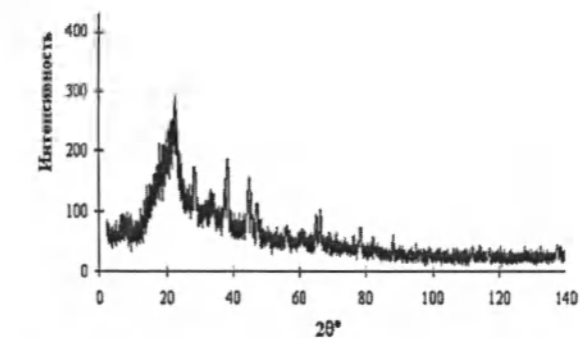


Рис. 2. Дифрактограмма соскоба с пленки нанокристаллического кремния.

Анализ дифрактограммы

№	$2\theta^\circ$	$d, \text{Å}$	I/I_0	HKL для Si наночастиц	$a, \text{Å}$	HKL для Al	$a, \text{Å}$
1	28.36	3.1444	100	111	5.44	111	4,06
2	38.38	2.3434	10			200	4,06
3	44.62	2.0291	5				
4	47.22	1.9233	40	220	5.44		
5	56.040	1.6397	40	311	5.44	220	4,055
6	65.000	1.4336	30				
7	69.123	1.3540	20	400	5,41		
8	69.612	1.2420	25	331	5,41	311	4,05
9	78.140	1.2221	5				

- замена взрывоопасного водорода инертным газом (нет необходимости в использовании противозрывных устройств);
- следует подчеркнуть высокую экономию подводимой энергии, которая затрачивается в основном (~90%) (благодаря быстротечности процесса единичный импульс не успевает распространиться по поверхности электродов сколько-нибудь значительно) на наноструктурирование кремния, в то время как в методах плазмохимического газофазного осаждения 40–50% энергии затрачивается в окружающую среду из-за большого объема зоны разряда. В предлагаемом способе подводимая к электродам энергия сосредоточена в объеме, не превышающем 10^{-3} – 10^{-4} см³, что позволяет ей сконцентрироваться в формирующейся дисперсной среде с образованием высокой удельной поверхности и благодаря этому – нанокристаллам кремния;

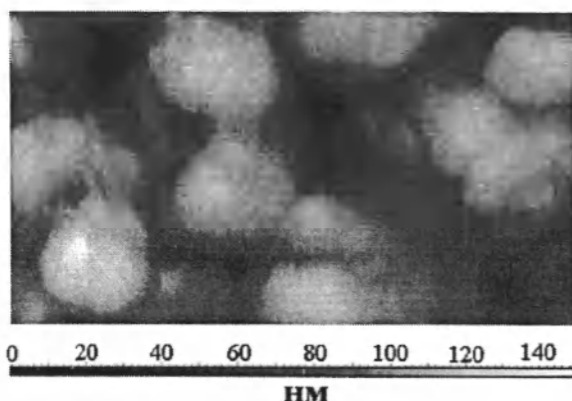


Рис.3. Электронномикроскопический снимок пленки нанокристаллического кремния из импульсной плазмы в жидкости.

- увеличение количества кремниевых электродов, изменение их формы возможно «печатание» кремниевых пятен различной конфигурации на большой поверхности алюминиевой подложки.

В рентгеновских спектрах для слоев, выращенных методом PECVD на сапфире и кремнии, также регистрируются интенсивные максимумы, отвечающие Si (111) при $28,4^\circ$ и Si (220) при $47,3^\circ$. Используя форму Шерера, можно по величине ширины пика Si (111) оценить размер блоков когерентного рассеяния, который составил 3–4 нм.

Подтверждение образования нанокристаллов кремния в плазмохимическом методе PECVD было получено из анализа спектров комбинационного рассеяния (КР): в области 514–516 см⁻¹ регистрируется полоса нанокристаллического кремния, имеющая различную интенсивность и ширину для образцов на подложках из Al₂O₃ и Si. Она смещена на 5–7 см⁻¹ относительно полосы

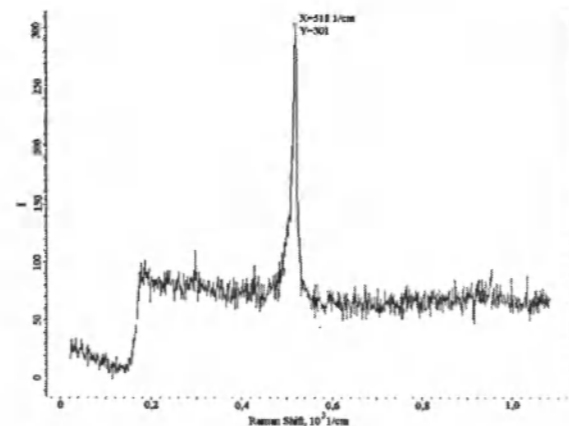


Рис.4. Спектр комбинационного рассеяния нанокристаллического кремния из импульсной плазмы (подложка Al).

оптического фона при 522 см⁻¹ монокристаллического кремния (подложки). Из этого сдвига можно оценить размер кристаллов, он оказался равным 2–3 нм.

На спектре КР нанокристаллического кремния из импульсной плазмы (рис.4) также видна характерная полоса – 518 см⁻¹, сдвинутая относительно полосы оптического поглощения монокристаллического кремния на 4 см⁻¹. По величине этого сдвига можно предположить, что в импульсной плазме формируются в основном наночастицы кремния размерами – 4–6 нм, т.е. данные КР показывают формирование более мелких наночастиц кремния по сравнению с данными рентгенофазового и электронномикроскопического анализа.

УДК 546.86;546.87 (575.2) (04)

Неорганические нанотрубки и способы их синтеза

А.А. МАТКАСЫМОВА – мл. науч. сотрудник

At nanostructurization of bismuth and antimony in pulse plasma in water are formed nanotubes with the sizes from 1 to 1000 nm. Unlike carbon nanotubes, the ends nanotubes bismuth and antimony are always open.

После открытия фуллеренов [1] и углеродных нанотрубок (НТ) начаты интенсивные работы по поиску и получению их аналогов для других элементов и неорганических соединений. В частности, вскоре после синтеза углеродных нанотрубок Иджимой в 1991 г. [2] и первого сообщения (1992 г., [3]) о получении неорганических (WS₂ и MoS₂) нанотрубок последовали многочисленные экспериментальные и теоретические исследования полых цилиндрических наноструктур.

Синтезированные в настоящее время неорганические НТ [4] можно объединить в шесть основных групп:

- НТ халькогенидов переходных металлов: MoS₂, MoSe₂, WS₂, WSe₂, NbS₂, NbSe₂, TaS₂, ZrS₂, HfS₂, TiS₂, ZnS, NiS, CdSe, CdS;

Литература

1. Полухин В.А., Потемкина Е.В. Структура и стабильность нанокластеров кремния SiN ($8 \leq N \leq 60$) при нагреве и термическом разрушении. МД-эксперимент // Изв. Челябинск. науч. центра. Общая и техническая физика. 2000. Вып. 2. С. 17–22.
2. Сенников П.Г., Голубев С.В., Шашкин В.И. и др. Получение слоев нанокристаллического кремния методом стимулированного плазмой осаждения (PECVD) из газовой фазы тетрафторида кремния // Письма в ЖЭТФ. Т.89. Вып. 2. С. 80–83.
3. Левцов А.Б., Феоктистов И.А. Пленки нанокристаллического кремния, полученные методом микроволнового плазмохимического газофазного осаждения в условиях импульсной модуляции мощности разряда // Письма в ЖЭТФ. 2002. Т.28. Вып. 7.

- НТ оксидов металлов: TiO₂, ZnO, GaO/ZnO, VO_x, W₁₈O₄₉, V₂O₅, MoO₃, RuO₂, Al₂O₃, In₂O₃, Ga₂O₃, BaTiO₃, PbTiO₃; оксиды кремния: SiO₂; оксиды РЗМ (Er, Tm, Yb, Lu);
- НТ галогенидов переходных металлов: NiCl₂;
- НТ «смешанных» фаз и допированные металлами НТ: PbNb_nS_{2n+1}, Mo_{1-x}WS₂, W_xMo_{1-x}C₂S₂; Nb-WS₂, WS₂-углеродные НТ, NbS₂-углеродные НТ; Au-MoS₂, Ag-WS₂, Ag-MoS₂, Cu_{5,5}FeS_{6,5};
- НТ на основе бора и кремния: BN, BCN, Si;
- Металлические НТ: Au, Co, Fe, Cu, Ni, Te, Bi, Sb. Наиболее эффективными методами синтеза неорганических нанотрубок являются:
 1. Сульфидирование оксидов металлов.
 2. Пиролиз прекурсора.

Методы синтеза некоторых неорганических нанотрубок

Соединение	Метод	Особенности синтеза
WS ₂ , MoS ₂	Сульфидирование	Нагревание MoO ₃ или WO ₃ в H ₂ S
ZnS	—/—	Нагревание ZnO в H ₂ S
NbS ₂ , TaS ₂	Разложение кристаллов прекурсора	Окисление три- или тетраалкогенидов переходных металлов при повышенной температуре
HfS ₂ , ZrS ₂	—/—	—/—
VOx	—/—	—/—
TiO ₂ , Al ₂ O ₃	Темплатный метод	Золь-гель синтез, электроосаждение
Au, Co, Fe, Si	—/—	—/—
GaN	—/—	—/—
VOx	Слоистые прекурсоры	Сольвотермальный синтез
Bi, Sb	Ламеллярные прекурсоры	Гидротермальный пиролиз
InGaAs/GaAs	Свертывание	Свертывание гетероструктур
MoS ₂ , WS ₂	Прямой синтез из газовой фазы	Химическая транспортная реакция
Au-MoS ₂	—/—	—/—
PbNbnS _{2n+1}	—/—	—/—

3. Темплатный синтез.

4. Свертка пленок.

5. Прямой синтез из газовой фазы.

Примеры трубок, полученных с применением данных методов, представлены в таблице.

Полученные в 1992 году результаты исследований показали, что нанотрубчатые и фуллереноподобные структуры формируются не только углеродом [5]. В частности, наночастицы слоистого соединения WS₂, являясь нестабильными в виде плоскости, спонтанно формируют закрытую структуру, родственную фуллеренам и УНТ. Такая активность объясняется появлением открытых химических связей у атомов серы и вольфрама на границах слоев. В результате незамкнутый лист WS₂ стремится свернуться. Позже нанотрубки

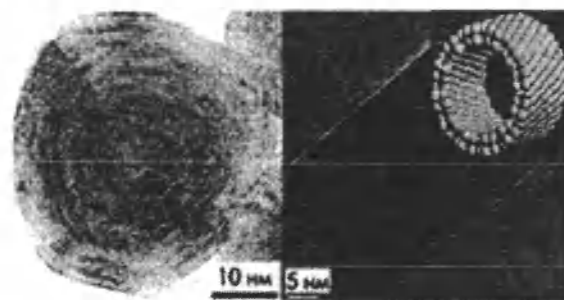


Рис.1. Неорганический фуллерен и модель строения многостенной НТ MoS₂ и WS₂

были получены для MoS₂ (рис.1). Подобные нанобразования получили название неорганических фуллереноподобных структур и неорганических нанотрубок (ННТ).

Нанотрубки висмута и сурьмы были получены ранее [6–9] гидротермальным методом при 120°C с использованием водных растворов солей этих металлов. Установлено, что грани нанотрубки построены из кристаллических плоскостей (012) ромбоэдрического висмута и сурьмы, что является необычным при формировании стенок нанотрубок.

Авторами [6–7] было исследованы нанотрубки висмута (рис. 2) на просвечивающем электронном микроскопе (ТЕМ) Hitachi 800. Существенная часть (приблизительно 30%) образца, рассеянного на сетках ТЕМ (рис.2), показывает трубчатые структуры, хотя наблюдаются и нанослои. Нанотрубки и нанослои возникают благодаря слоистой структуре ромбоэдрического висмута. На (рис. 2А, В, С) представлены нанотрубки висмута с однородными диаметрами ~5 нм и длинами 0.5–5 мкм. Рентгеновский анализ химического состава (EDX) (рис. 2D) подтвердил, что получены индивидуальные нанотрубки чистого металлического висмута.

Нанотрубки сурьмы с диаметрами 15–80 нм, толщинами стенок 10–30 нм и длиной до нескольких микрометров была синтезирована авторами [8–9]. На основе наблюдений ТЕМ нанотрубки сурьмы (рис. 3а, б) показывают трубчатую морфологию с открытыми концами и имеют внутрен-

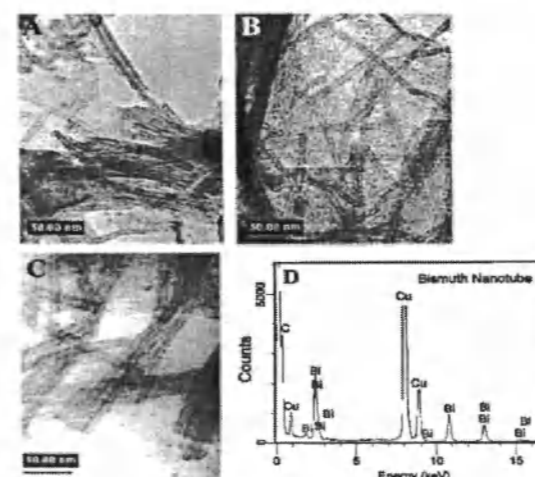


Рис.2.Электронно-микроскопические снимки нанотрубок висмута.

ний диаметр 15–80 нм, толщина стенок – 10–30 нм, длина – несколько микрометров. Большинство нанотрубок гибкие и имеют тенденцию к прогибанию (рис.3с,д).

Одним из самых локализованных и эффективных высокоэнергетических воздействий на твердое тело с целью наноструктурирования и превращения в нанотрубки является импульсная плазма, создаваемая в жидкостях [10].

Предлагаемое нами наноструктурирование висмута и сурьмы проводилось в дистиллированной воде при энергии единичного импульса – 0,05 Дж. Полученные дисперсные порошки подвергли

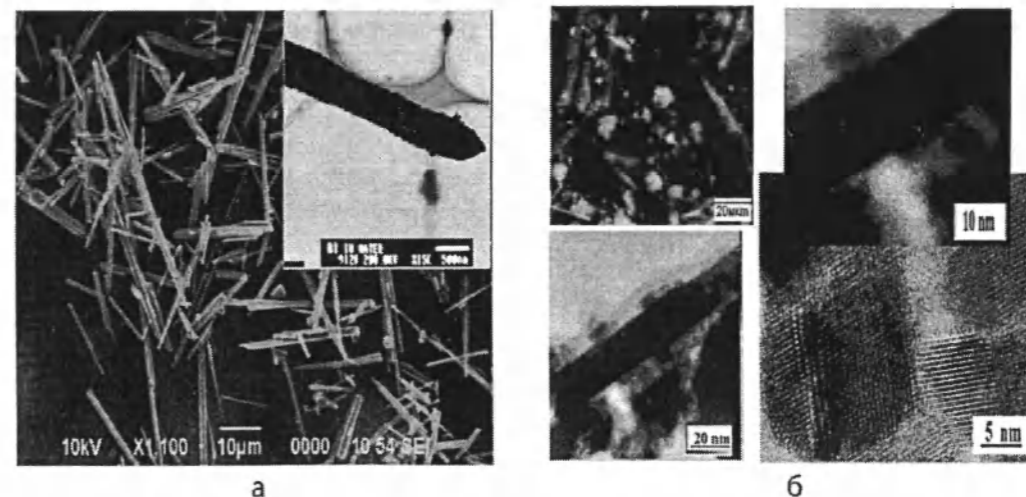


Рис. 4. Электронно-микроскопические снимки нанотрубок: а – висмута; б – сурьма.

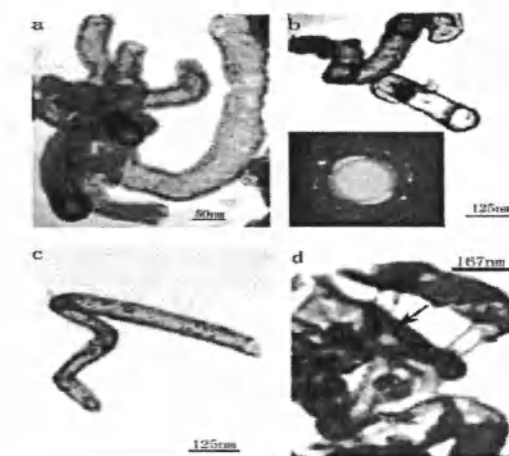


Рис.3.Электронно-микроскопические снимки нанотрубок сурьмы.

анализу на рентгеновском аппарате ДРОН-3 с Cu Kα – излучением ($\lambda = 1.54187 \text{ \AA}$) и сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM-6490LA.

На дифрактограммах, обработанных винной кислотой образцов висмута и сурьмы, обнаружены линии только нанотрубок этих металлов с ромбоэдрической структурой (пространственная группа R3m) и параметрами кристаллической решетки: $a = 4,546 \text{ \AA}$ и $c = 11,86 \text{ \AA}$ – для висмута; $a = 4,308 \text{ \AA}$ и $c = 11,28 \text{ \AA}$ – для сурьмы. На электронно-микроскопических снимках очищенных продуктов диспергирования висмута и сурьмы (рис.4) – нанотрубки.

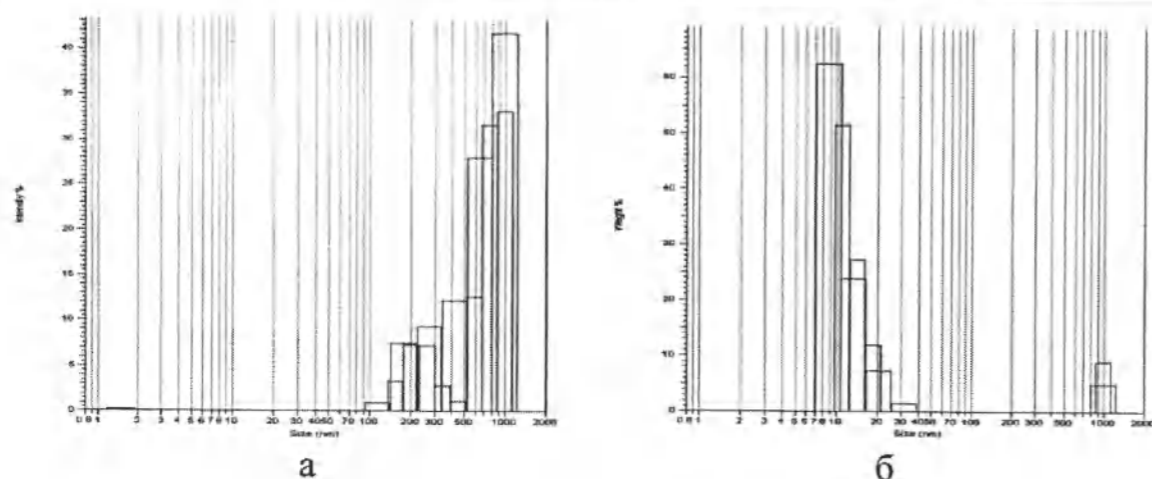


Рис. 5. Распределение частиц нанотрубок: а – висмута; б – сурьмы.

Распределение частиц НТ висмута и сурьмы по размерам (рис.5) было изучено с использованием Beckman Coulter N4 Plus Submicron Particle Size Analyzer (PCS). Оказалось, что (рис.5а) в продукте диспергирования висмута частицы с размерами от 91,5 нм до 1000 нм составляют 99,5%, а остальные 0,5% – частицы с размерами 1–1,7 нм; в образце сурьмы (рис.5б) – 90,8% нанотрубок сурьмы с размерами 7–40 нм и 9,2% с размерами 800–1200 нм.

Таким образом, при наноструктурировании висмута и сурьмы в импульсной плазме в воде формируются нанотрубки. Предлагаемый нами метод получения наноструктур одностадийен, прост в аппаратном оформлении, при этом нет потерь подводимой к электродам энергии во внешнюю среду, благодаря быстротечности единичного импульса.

В отличие от углеродных нанотрубок концы нанотрубок висмута и сурьмы всегда открыты. Химические и физические свойства ННТ зависят от количественного соотношения образующих их элементов. Структуры могут быть диэлектриками, полупроводниками, проводниками, а при определенных условиях – сверхпроводниками.

Литература

1. Kroto H.W., Heath J.R., O'Brien S.C. et al. C_{60} : Buckminsterfullerene // Nature. 1985. V. 318. P. 162.

2. Iijima S. Helical microtubules of graphitic carbon // Nature. 1991. V. 354. P. 56.
3. Tenne R., Margulis L., Genot M. and Hodes G. Polyhedral and cylindrical structures of tungsten disulphide // Nature. 1992. V. 360. P. 444.
4. Ивановская В.В. Электронное строение и химическая связь в наноклстерах, нанотрубках и их композитах с участием s, p, d металлов: Дисс... к.ф.-м.н. Екатеринбург, 2005. 202 с.
5. Tenne R. Inorganic nanotubes and fullerene-like nanoparticles // Nature
6. Nanotechnology. 2006. V.1. P. 103–111.
7. Li Y., Wang J., Deng Z. et al. Bismuth Nanotubes: A Rational Low-Temperature Synthetic Route // J. Am. Chem. Soc. 2001. V.123. P. 9904–9905.
8. Yang B., Li C., Hu H. et al. A Room-Temperature Route to Bismuth Nanotube Arrays // Eur. J. Inorg. Chem. 2003. P. 3699–3702.
9. Wang D., Yu D., Peng Y. et al. Formation of antimony nanotubes via a hydrothermal reduction process // Nanotechnology. 2003. V.14. P. 748–751.
10. Hu H., Mo M., Yang B. et al. A rational complexing-reduction route to antimony nanotubes // New J. Chem. 2003. V.27. P. 1161–1163.
11. Сулайманкулова С.К., Асанов У.А. Энергонасыщенные среды в плазме искрового разряда / Кыргызпатент. Бишкек, 2002. 264с.

РЕЦЕНЗИИ

Первый в русистике словарь эвфемизмов

А.С. Цой – Международный университет «Ататюрк-Алатоо»

In the review the importance and necessity of «The dictionary of euphemisms of the Russian Language» are revealed. The dictionary is by E.P. Senichkina. The given dictionary is the first dictionary of euphemisms in the Russian Philology and Lexicography.

Русская лексикография, имеющая впечатляющий фонд произведений различных типов и разной направленности, пополнилась фундаментальным трудом. «Словарь эвфемизмов русского языка» Сеничкина Е.П. М.: Флинта: Наука, 2008. 464 с. (далее – словарь), в котором произведена кодификация эвфемизмов.

Эвфемизм – это лексическая замена запретного слова, которая обусловлена сохранением традиционных культурных языковых норм в социуме, идеологией существующего общественно-экономического строя, манипулированием массовым сознанием¹. Языковому запрету подвергается не содержание слова, не понятие, а само слово. Эвфемизация представляет собой естественный и закономерный процесс, характерный для любого развитого языка. Необходимость использования эвфемизмов вызывается прежде всего потребностями говорящего обозначить, назвать предмет, явление более благозвучным, стилистически нейтральным словом, стремлением построить беседу в рамках этических норм, т.е. эвфемизмы являются эмоционально нейтральными субститутами нежелательных или обесцененных обозначений.

Эвфемия, как известно, представляет собой функционально-семантическую категорию, средства выражения которой находятся на разных грамматических уровнях и разных лексических

ярусах русского языка. Д.Н. Шмелев относил к эвфемизмам «слова или выражения, служащие в определенных условиях для замены таких обозначений, которые представляются говорящему нежелательными, не вполне вежливыми, слишком резкими»². Он отмечал, что эвфемизмы некоторыми исследователями рассматриваются как разновидность синонимов.

Отсутствие изданий лексикографического жанра в области эвфемии ставило специалистов русского языкознания в положение научного вакуума. «Словарь эвфемизмов» Е.П. Сеничкиной – это первый словарь подобного рода в русистике.

Словарь следует рассматривать как нормативный справочник, который включает эвфемизмы русского литературного языка. В основу словаря положена авторская концепция Е.П. Сеничкиной, которая представлена в теоретической части словаря³. Как отмечает автор словаря, в практике общения сложилась стройная система языковых предпочтений носителей русского языка – эвфемизмы. «Расхождения в понимании эвфемизмов приводят к тому, что целый пласт заменных наименований русского языка остается нигде не учтенным как в теоретическом, так и в практическом плане»⁴. Материалы словаря убедительно показывают, что объединяющим все приве-

¹ Баскова Ю. С. Эвфемизмы как средство манипулирования в языке СМИ: на материале русского и английского языков: Дисс.... канд. филол. наук: 10.02.19. – Краснодар, 2006. –162 с.

² Шмелев Д.Н. Современный русский язык. Лексика. – М.: Просвещение, 1977. С. 199.

³ Сеничкина Е.П. Словарь эвфемизмов русского языка. – М.: Флинта: Наука, 2008. С. 6–21.

⁴ Сеничкина Е.П. Там же. С. 6.

ленные лексические единицы признаком является их семантическая редукция. При этом под редукцией понимается сокращение доли информации в языковой единице, сокращение числа ее дифференцирующих признаков по сравнению с единицей, которая подвергается ситуационной замене¹.

В основу рецензируемого словаря положена концепция Е.П. Сеничкиной, которая позволяет рассмотреть ядерную и периферийную лексику и фразеологию русского языка под углом функционально-прагматического статуса эвфемизма. Эвфемизмы, как справедливо отмечает она, охватывают все сферы человеческого бытия, заменяя прямую номинацию в сфере социальных вербальных контактов заменными словами.

Е.П. Сеничкина различает следующие виды: эвфемизмы-табуизмы, факультативные эвфемизмы, дезэвфемизмы, исторические эвфемизмы, эвфемизмы по происхождению, языковые и окказиональные эвфемизмы. Принципиальным свойством эвфемизмов-табуизмов автор называет отсутствие стилистически нейтрального эквивалента. Дезэвфемизмы – это, как правило, бывшие эвфемизмы-табуизмы, которые перестали восприниматься в качестве заменных наименований. Автор глубоко и убедительно характеризует такие языковые феномены, как эвфемизмы по происхождению и исторические эвфемизмы. Предлагаемая автором стройная таксономия эвфемизмов проявляется в том, что эвфемизмы одного выявляемого автором вида характеризуются одними словообразовательными и семантическими особенностями, а эвфемизмы другого вида обладают иными словообразовательными и семантическими особенностями. Теоретическая часть словаря дает перечень признаков эвфемизмов, что является ценным для пользователя словаря, так как позволяет ему отграничивать эвфемизмы из большого числа языковых единиц, связанных с переносным наименованием. Знание эвфемизмов способствует расширению кругозора человека, знакомит его с мелiorативной лексикой, помогает ему повышать культуру устной и письменной речи.

Рецензируемый словарь ставит своей целью не только ознакомить пользователя словаря со стройной системой языковых предпочтений, но и помочь носителям русского языка и изучающим русский язык как иностранный сделать их русскую речь этически и эстетически оправданной с функционально-прагматической точки зрения. Содержание словаря актуально: овладение эвфе-

мизмами позволяет правильно оценить скрытый смысл высказывания как в письменной речи, так и в непосредственном акте коммуникации.

Большая заслуга Е.П. Сеничкиной в том, что она не только предложила свою таксономию эвфемизмов, но и собрала в одном словаре лексику различных стилей, дала возможность пользователю ознакомиться с дополнительными способами общения людей, передачи информации эстетически облагороженной лексикой.

Словарь призван помочь пользователю правильно понимать и употреблять эвфемизмы, которые можно услышать на улице, по радио и телевидению, прочитать в произведениях художественной литературы, в газетах и журналах. Он позволяет пользователю из нескольких единиц эвфемистического ряда выбрать один эвфемизм, наиболее соответствующий конкретной ситуации для уместного использования в речи, что обогащает язык пользователя, повышает его культуру устной и письменной речи.

Е.П. Сеничкина создала уникальный по полноте и конкретике словарь языковых средств носителей русского языка, с чрезвычайной точностью передающий систему заменных слов как устаревших и выпавших из употребления (например, советизмов), так и вошедших в последнее время в речевой оборот неологизмов.

Макроструктура словаря содержит следующие компоненты: вводно-объяснительный и собственно словарный. Вводно-объяснительный компонент состоит из следующих частей: предисловия; теоретического обоснования словаря; списков 1) лексикографических источников (30 словарей), 2) научной лингвистической библиографии (133 наименования), 3) литературных источников (536 произведений), 4) периодических изданий (33 газеты, 9 журналов), 5) сводного списка принятых в словаре сокращений.

В корпусе словаря также размещены слова, являющиеся эвфемизмами только с точки зрения истории языка. Там, где это необходимо, словарная статья содержит этимологический комментарий.

Примечательно, что автор раскрывает эвфемизмы в диахронии. Например, в словарной статье на слово «колония» последовательно даются следующие пометы: *Эвф. по происх. и соц. эвф., эвф.-совет. в наст. вр. – стерт. эвф.*². Благодаря такой системе подачи эвфемизмов складывается четкое представление о функционировании лексической единицы в различные периоды

¹ Сеничкина Е.П. С. 8–11.

² Там же. С. 158.

общества, ее функциональной и стилистической квалификации. Несомненным плюсом рецензируемого словаря является то, что, адресуя словарь преподавателям русского языка, студентам гуманитарных факультетов, Е.П. Сеничкина включает в него теоретический материал, предполагая тем самым возможность использования словаря в вузовской практике преподавания русского языка, а также в старших классах средней школы.

Выскажу пожелания, которые появились в процессе рецензирования словаря.

Большая часть специальных медицинских, технических, физиологических и др. эвфемизмов лана без иллюстративного материала (См. например, вокабулу «Андрофобия»¹). Необходимо иллюстративный материал приводить во всех словарных статьях.

Полагаю, что для уменьшения словника словаря, а значит – его объема, необходимо отказаться от подачи эвфемизмов, относящихся к разным морфологическим классам (частям речи), но семантически одинаковых, в отдельных словарных статьях. Взамен целесообразно подавать эти лексические единицы в одной словарной вокабуле, т.е. некоторые словарные статьи необходимо размещать в алфавитно-гнездовом порядке. Например, вместо четырех словарных статей на эвфемизмы «недозревать (недозреть)»², «недозревший»³, «недозрелость»⁴, «недозрелый»⁵, достаточной явится словарная статья на эвфемизм «недозревать (недозреть)» с

¹ Там же. С. 57. «АНДРОФОБИЯ – в.м. мужененавистничество, Инояз. < гр. aner (andros) – мужчина + фобия – страх. Спец. (Крысин, 61). Эвф. по происх.».

² Там же. С. 239. «НЕДОЗРЕВАТЬ (НЕДОЗРЕТЬ) – в.м. быть (стать) слабым, неполноценным [Не достигать (достигнуть) совершенства, не вполне оформляться (оформиться) (БАС, 7, 820)]. Перен., в преуменьш. знач., мин. ст. эвф. – Конечно, это такая студенческая работа. Автор еще *недозрел* в своих *рассуждениях*».

³ Там же. С. 240. «НЕДОЗРЕВШИЙ – в.м. слабый, неполноценный. Прич. в знач. прил. Перен., в преуменьш. знач., мин. ст. эвф. *Недозревшая мысль* // в.м. слабая, неполноценная мысль //».

⁴ Там же. С. 240. «НЕДОЗРЕЛОСТЬ – в.м. слабость, неполноценность. Об уме, суждениях и т.п. Перен., в преуменьш. знач., мин. ст. эвф.»

⁵ Там же. С. 240. «НЕДОЗРЕЛЫЙ – слабый, неполноценный. Об уме, суждениях и т.п. [Не достигший совершенства; недоразвитый]. Перен., в преуменьш. знач., мин. ст. эвф. *Недозрелый ум*».

перечислением его лексико-семантических вариантов. Или, например, из 2 словарных статей «Вертикаль власти»⁶ и «Властная вертикаль»⁷ целесообразно оставить первую словарную статью, как наиболее емкую и достаточно полно иллюстрированную примером, а второй эвфемизм следует подать в скобках как вариант первого.

Тираж этого словаря составил всего 3 тыс. экземпляров, что практически сразу ставит его в разряд редкого библиографического издания. Надеюсь, что при переиздании этого словаря будут учтены высказанные выше пожелания, которые, как представляется, только улучшат справочные параметры словаря.

Считаю, что Е.П. Сеничкина создала важное и нужное в теоретическом и практическом планах лексикографическое произведение, позволяющее научной филологической общественности и вузовской аудитории значительно расширить представление об эвфемии как о продуктивном функционально-прагматическом явлении в современном русском дискурсе.

⁶ Там же. С.79. «ВЕРТИКАЛЬ ВЛАСТИ – в.м. жесткая система государственного управления [Система государственного управления, основанная на безусловном подчинении нижних уровней управления верхним. Сильная эффективная президентская власть]. Перен. соц. эвф., фикс. как эвф. публ. речи с 1991 г. (Мейриева = эвф.). То же, что властная вертикаль. При употр. полит. термина *вертикаль власти* имеется в виду жесткая система государственного управления, однако реч. оформление термина сохраняет привлекательность, некий «политический романтизм». *Почти сто лет назад социолог Макс Вебер придумал классификацию, включающую три типа лидеров. (...) Наконец, когда власть традиций рушится, а народная любовь иссякает, приходит лидер бюрократический. Он укрепляет «вертикаль власти» и опирается на две основы: бюрократический аппарат и словесные структуры, создавая полицейско-чиновничье правление. Вот собственно и все (Россия, Москва, 2002 – пример Мейриевой).*

⁷ Там же. С. 83. «ВЛАСТНАЯ ВЕРТИКАЛЬ – в.м. жесткая система государственного управления [Система государственного управления, основанная на безусловном подчинении нижних уровней управления верхним. Сильная эффективная президентская власть]. Перен. соц. эвф., фикс. как эвф. публ. речи с 1991 г. (Мейриева = эвф.). При употр. полит. термина *вертикаль власти* (властная вертикаль) имеется в виду жесткая система государственного управления, однако реч. оформление термина сохраняет привлекательность, некий «политический романтизм».

ЮБИЛЕИ



Исполнилось 65 лет со дня рождения члена-корреспондента Национальной академии наук Кыргызской Республики, академика Международной и Национальной инженерной академий, действительного члена Нью-Йоркской академии, заслуженного деятеля науки и техники КР, доктора технических наук, профессора

ОРМОНБЕКОВА Тынымбека Ормонбековича.

Т.О. Ормонбеков родился 4 октября 1945 г. в селе Акчий-Карасуу Токтогульского района Жалал-Абадской области Кыргызской Республики. Имеет два высших образования, служил в пограничных войсках КГБ СССР, где занимал должности зам. начальника пограничной заставы и начальника ТХС войсковой части.

С 1971 г. по настоящее время работает в Кыргызском государственном техническом университете (КГТУ) им. И. Раззакова, где прошел путь от ассистента до заведующего кафедрой.

Аспирантскую подготовку проходил (заочно) на кафедре газовой и волновой динамики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова под руководством выдающегося ученого, Героя Социалистического труда, лауреата Государственных премий СССР, академика Халила Ахмедовича Рахматулина. В дальнейшей своей научной деятельности Т.О. Ормонбеков развивает идеи академика Х.А. Рахматулина. В результате многолетних научных поисков, уже как результат научной школы, созданной Т.О. Ормонбековым, обосновано существование новой волновой картины процессов, происходящих в упругой среде, содержащих только два типа волн. На основе этого явления Т.О. Ормонбеков создал новое направление в механике контактного взаимодействия деформируемых тел, в научных кругах называемого как «модель деформируемого основания Ормонбекова».

Научная деятельность Тынымбека Ормонбековича ярко характеризует многогранность его научных интересов. Его исследования охватывают динамические проблемы различных областей механики, техники и технологии. Им получены фундаментальные результаты, имеющие научные и прикладные знания в таких областях, как теория распространения упругих волн в стержнях, динамика стержневых систем с внешним сухим трением, распространение волн деформаций, одномерные модулированные волны в средах с дисперсией, применение тонкослойных резинометаллических элементов (ТРМЭ) в сейсмозащите зданий, сооружений и инженерного оборудования, технология базальтовых волокон, механика композиционных материалов и др. Во всех перечисленных направлениях Т.О. Ормонбекову принадлежат основополагающие научные результаты решений прикладных проблем механики, вошедшие в копилку отечественной науки. Эти результаты находят широкое применение в важнейших областях техники, технологии, в научно-исследовательских и конструкторских организациях различных отраслей промышленности.

Под руководством Т.О. Ормонбекова разработана новая технология получения базальтовых волокон и изделий на их основе с использованием местных базальтовых пород. На базе разработанной технологии построен ряд заводов, выпускающих до несколько тысяч тонн волокон и изделий, приносящих определенный доход государству.

Т.О. Ормонбеков – автор фундаментальных исследований по механике, отличающихся глубиной идей, эффективностью методов исследований. Многие его идеи и методы стали отправными для ряда крупных исследований кыргызских и зарубежных ученых по проблемам контактного взаимодействия деформируемых твердых тел, контакта жесткого фундамента с деформируемым основанием, динамике системы балка – упругое полупространство, физики колебаний и волновых процессов в упругих средах.

Основополагающими явились также исследования Т.О. Ормонбекова в теории тонкослойных резинометаллических элементов. Им были выявлены физико-механические характеристики резиновых элементов конструкций. Предложены математическая модель тонкослойного резинометаллического элемента и модель воздействия сейсмической нагрузки, а также расчетная схема здания с ТРМЭ для проектирования.

Научно-педагогическая, организаторская, общественная деятельность Тынымбека Ормонбековича многогранна и тесно связана со становлением и развитием науки, технологии и инновационной деятельности в Кыргызской Республике. В течение ряда лет профессор Т.О. Ормонбеков занимал различные высокие государственные должности (1996–2008 гг.): Председателя Госкомитета по науке и новым технологиям Кыргызской Республики, заместителя министра образования, науки и культуры Кыргызской Республики, заместителя директора Госагентства по науке и интеллектуальной собственности Кыргызской Республики, заведующего отделом социальной политики Администрации Президента Кыргызской Республики, ответственного секретаря Координационного Совета по науке и инновационным технологиям при Президенте Кыргызской Республики, директора института физико-технических проблем и материаловедения НАН КР. С 2009 г. он Президент Международного университета инновационных технологий.

Т.О. Ормонбеков непрерывно ведет большую научно-организационную работу в международном масштабе. Он представлял Кыргызскую Республику в таких Международных организациях, как МНТЦ, ИНТАС (Европейский Союз), CRDF (Американский фонд гражданских исследований), является полномочным представителем Правительства Кыргызской Республики в Комитете Полномочных представителей Международного научно-исследовательского центра – геодинамического полигона в г. Бишкек (МНИЦ – ГП), образованного соглашением между Правительствами Российской Федерации и Кыргызской Республики.

Т.О. Ормонбеков внес значительный вклад в подготовку высококвалифицированных научных и инженерных кадров. Им подготовлено 5 докторов и 18 кандидатов наук, большое количество инженеров-механиков. Он автор более 150 научных работ, в том числе 22 монографий, 3 учебников и 8 изобретений.

За успехи в развитии науки, в подготовке высококвалифицированных специалистов, а также за укрепление международных научных связей Т.О. Ормонбеков удостоен высоких правительственных и международных наград.

*Президиум НАН КР,
Отделение физико-технических, математических
и горно-геологических наук*



Исполнилось 60 лет со дня рождения члена-корреспондента Национальной академии наук Кыргызской Республики, академика Инженерной академии КР, члена-корреспондента Международной инженерной академии, заслуженного деятеля науки КР, заслуженного работника НАН КР, доктора технических наук, профессора, директора Института геомеханики и освоения недр НАН КР, заместителя председателя Отделения физико-технических, математических и горно-геологических наук НАН КР

КОЖОГУЛОВА Камчибека Чонмуруновича.

К.Ч. Кожогулов родился 6 сентября 1950 года в селе Мыкан Аламединского района Киргизской ССР. В 1967 году закончил среднюю школу № 1 в г. Пржевальске. После окончания в 1972 году Фрунзенского политехнического института работал в Институте физики и механики горных пород Академии наук Кыргызской ССР, где прошел путь от старшего инженера до директора Института.

К.Ч. Кожогулов внес большой вклад в развитие научной школы Кыргызстана в области горной геомеханики. Является автором 249 научных работ, в том числе 9 монографий, 8 авторских свидетельств и патентов на изобретение.

Его научная деятельность связана с актуальными проблемами геомеханики нетронутого породного массива верхней части земной коры и установлению закономерностей изменения напряженно-деформированного состояния пород при открытой и подземной обработке месторождений полезных ископаемых, а также вопросами геомеханики при прогнозе и предупреждении природно-техногенных катастроф при освоении горных территорий.

Выдвинутая им новая научная гипотеза о природном поле напряжений в консолидированных участках верхней части земной коры позволила разработать надежные методы оценки удароопасности месторождений, а результаты этих исследований использованы при составлении общесоюзных межотраслевых горнотехнических документов и внедрены на ряде рудников и в проектных организациях цветной металлургии Центральноазиатского региона. Вместе со своими учениками он разработал способы комбинированной разработки рудных тел сложного строения, крутопадающих и наклонных рудных тел, новизна которых подтверждена полученными патентами Кыргызской Республики. Результаты научных исследований в области прогноза природно-техногенных катастроф в горных районах республики нашли свое практическое применение и внедрены на ряде объектов МЧС КР, а также при реабилитации автомобильной дороги Бишкек-Ош.

Выдвинутая им новая научная гипотеза о природном поле напряжений в консолидированных участках верхней части земной коры позволила разработать надежные методы оценки удароопасности месторождений, а результаты этих исследований использованы при составлении общесоюзных межотраслевых горнотехнических документов и внедрены на ряде рудников и в проектных организациях цветной металлургии Центральноазиатского региона. Вместе со своими учениками он разработал способы комбинированной разработки рудных тел сложного строения, крутопадающих и наклонных рудных тел, новизна которых подтверждена полученными патентами Кыргызской Республики. Результаты научных исследований в области прогноза природно-техногенных катастроф в горных районах республики нашли свое практическое применение и внедрены на ряде объектов МЧС КР, а также при реабилитации автомобильной дороги Бишкек-Ош.

Профессор К.Ч. Кожогулов ведет большую научно-организационную и общественную деятельность. Им подготовлены 6 докторов и 13 кандидатов наук. К.Ч. Кожогулов является председателем Диссертационного совета по защите докторских и кандидатских диссертаций по трем основным горным специальностям, членом двух диссертационных советов в Кыргызстане и Казахстане.

Свидетельством признания его достижений в науке и образовании является награждение Почетной Грамотой Кыргызской Республики, Почетными Грамотами Министерства образования и культуры, Министерства транспорта и коммуникаций КР, золотой медалью им. академика НАН РК Ш.М.Айтиалиева.

*Президиум НАН КР,
Отделение физико-технических, математических
и горно-геологических наук,
Институт геомеханики и освоения недр*

Исполнилось 60 лет со дня рождения члена-корреспондента НАН КР, академика Международной и Национальной инженерной академий, действительного члена Нью-Йоркской академии наук, доктора технических наук, профессора, директора Технопарка НАН КР

ОМОРОВА Романа Оморовича.

Р.О. Оморов родился в селе Чаек Джумгалского района Нарынской области Кыргызстана.

В 1973 году окончил Фрунзенский политехнический институт по специальности «Автоматика и телемеханика». Затем работал во Фрунзенском ПКБ «Среднеавтоматика», преподавателем на кафедре «Автоматика и телемеханика» ФПИ.

В 1985 году защитил кандидатскую диссертацию, в 1993 – докторскую.

С 1993 г. руководил Патентным ведомством Кыргызской Республики, а с 1996 по май 2007 года – Государственным агентством по интеллектуальной собственности при Правительстве КР (в период с 2001 по 2005 гг. – Госагентством по науке и интеллектуальной собственности при Правительстве КР). С ноября 2007 года – главный научный сотрудник Института теоретической и прикладной математики НАН КР, а с марта 2008 года и по настоящее время – директор Технопарка НАН КР.

Р.О. Оморов является видным ученым, внесшим большой вклад в теорию и практику систем управления, синергетику и исследования синергетических систем различной физической природы – в области физики, химии, экологии, геофизики, геодинамики, техники и т.п. Основные результаты получены в области теории грубости (робастности) и бифуркации (катастроф) систем различной природы.

Круг его научных интересов связан с проблемами синергетики, а также синергетической геологии, геофизики и геодинамики. Им разработаны теория и метод топологической грубости, которые применяются для исследования синергетических явлений и систем различной природы, в частности, для разработки нового подхода к прогнозированию землетрясений.

Результаты его работ опубликованы во многих престижных зарубежных журналах, прошли апробации на многочисленных Международных научных конференциях и симпозиумах.

Р.О. Оморовым исследованы процессы в геосистемах, которые позволили получить результаты по прогнозированию бифуркаций (катастроф) в соответствующих системах; предложены критерии по прогнозированию землетрясений с применением метода «топологической грубости» и на основе показателя Кср – параметра плотности сейсмогенных разрывов. Ретроспективные исследования крупных землетрясений, произошедших на территории Кыргызстана, показали перспективность предложенного подхода к прогнозированию сейсмокатастроф.

Р.О. Оморовым опубликовано более 260 научных и методических работ, в том числе 3 монографии, 14 учебников и учебных пособий, более 100 работ посвящены охране интеллектуальной собственности. Имеет патенты на изобретения, в том числе патент Кыргызской Республики на изобретение «Способ среднесрочного прогнозирования места и времени сильных землетрясений» (соавторы М. Омуралиев, Э. Мамыров, 1999 г.).

За заслуги в научной деятельности Р.О. Оморов удостоен почетного звания «Заслуженный деятель науки Кыргызской Республики», награжден Почетной грамотой Кыргызской Республики, Золотой медалью Всемирной организации Интеллектуальной собственности, 2006, Золотой медалью им. В.И. Блинникова Евразийской патентной организации (г. Москва) «За достижения в области патентного дела и изобретательства».



*Президиум НАН КР,
Отделение физико-технических, математических
и горно-геологических наук*

ПАМЯТКА ДЛЯ АВТОРОВ

Документы

- Сопроводительное письмо на имя главного редактора журнала печатается на бланке учреждения, представляющего статью.
- Рецензия.

Правила оформления материалов для публикации

- Объем статьи не должен превышать 10 с. компьютерного набора (шрифт Times New Roman, кегль 14, через 2 интервала).
- Материал представляется на дискете (Word for Windows) с распечаткой на бумаге формата А4 (210×297 мм); поля: верхнее, нижнее – 2,5 см, левое – 3 см, правое – 2 см.
- *Графический материал (фото, рисунки, графики, схемы, в том числе сканированные) представляется в графическом формате (jpg, cdr, psd, tif и т.д.).*
- Обязательно должны быть указаны УДК, имя, отчество, фамилия автора, ученая степень, название организации.
- Название статьи – в центре, прописным, жирным шрифтом, 14 кегль, ФИО авторов – в центре, строчным жирным.
- Название статьи дается в трех вариантах: на русском, кыргызском и английском языках. Аннотация на английском языке (3–5 строк).
- Текст, табличный материал, список литературы оформляются в соответствии с требованиями ГОСТа.

Редколлегия