

ISSN 0002-3221

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН
УЛУТТУК ИЛИМДЕР
АКАДЕМИЯСЫНЫН

КАБАРЛАРЫ

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

2011

3

2

1

ISSN 0002-3221

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН
УЛУТТУК ИЛИМДЕР АКАДЕМИЯСЫНЫН

КАБАРЛАРЫ

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

2011
БИШКЕК



№ 1
“ИЛИМ”

Редакционно-издательская коллегия:
академик *Ш.Ж. Жоробекова* (президент НАН КР) (главный редактор),
академик *В.М. Плоских* (вице-президент НАН КР) (зам. гл. редактора),
академик *Д.К. Кудайров* (вице-президент НАН КР),
член-корр. *Т.Т. Оморов* (вице-президент НАН КР),

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

Секретариат:
член-корр. НАН КР *И.А. Ашимов* (отв. секретарь),
(секретарь)

Журнал основан в 1966 г.

Компьютерная верстка *А. Малдыбаева*
Дизайн обложки – *С.И. Чернобровец*

Подписано в печать 01.02.11. Формат 60х84 1/8.
Печать офсетная.
Объем 17,25 п.л. Тираж 100 экз.

Издательство “Илим”,
720071, Бишкек, проспект Чуй, 265 а

СОДЕРЖАНИЕ

МАЗМУНУ

CONTENTS

ДОКЛАДЫ

- ШАРШЕНАЛИЕВ Ж. Динамика управляемых систем и информационных процессов6
 Башкаруу системаларынын жана маалымат процесстеринин динамикасы
 The dynamics of control systems and information processes

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ

- ДОСБАЕВ А. Ж. Проблемы возведения гирляндных микроГЭС20
 Мончок ГЭСтерди куруудагы түйшүктөр
 Carliand micro HES
- РАИМКУЛОВ М. Н. Эффект Доплера для электромагнитных волн.....25
 Электромагниттик толкундар үчүн Доплер эффекти
 The doplers effect for electromagnetic waves
- МАМЫТБЕКОВ Ж. К., ВЕРШИННИН Г.А., КИДИБАЕВ М.М. Вывод коэффициента распределения примеси на границе раздела фаз с учетом пространственно-временной нелокальности при высокоскоростной перекристаллизации бинарных сплавов.....28
 Убакыт жана мейкиндиктиктеги локалсыздыкты эске алуу менен жогорку ылдамдыктагы бинардык эритмелердин кристалдашуусунун фазалык бөлүктүн чегиндеги кошулманын бөлүштүрүү коэффициенти жыйынтыгы
 The equation deduction of the admixture distribution coefficient on a boundary of phases separation subject to spatial-temporal non-local property at high-speed re-crystallization of binary alloys

АВТОМАТИКА

- ОМОРОВ Т.Т., КОЖЕКОВА Г.А. Синтез логико-динамических автоматических систем на основе критериальных условий.....32
 Мергемдик шарттардын негизиндеги логикалуу-динамикалык автоматтык системанын синтези
 The synthesis of logical and dynamic automation systems based on the criteria conditions

ОСВОЕНИЕ НЕДР ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

- АЛЕШИН Ю.Г. Геоструктуроскопия горных пород на основе геофизических комплексов и алгоритмов нейросетевого программирования.....36
 Геофизикалык комплекстердин жана нейротармактык программа түзүү алгоритмдердин негизиндеги тоо-кендердин геоструктуроскопиясы
 Geostructural researches of rocks on the basis of geophysical complexes algoritms of neural network programming
- КАМБАРОВА Г.Б., ЛИТВИНЕНКО Т.А., САРЫМСАКОВ Ш.С. Физико-химическая характеристика углей новых участков месторождений Кара-Кече и Туура-Кабак43
 Physical and chemical characteristic coals of new layers of coal field -Kara-Kече and Tuura-Kabak
 Кара-Кече жана Туура-Кабак кендеринин жаңы катмарларынын көмүрлөрүнүн физико-химиялык мүнөздөмөлөрү

БАКИРОВ А.Б., МЕЗГИН И.А. Агроруды Кыргызстана и перспективы их использования	47
Кыргызстандагы агрорудаларды келечекте колдонуу	
Kyrgyzstan agro minerals and the prospects for their use	

СЕЙСМОЛОГИЯ И ПРОБЛЕМЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ

АЙТМАТОВ И.Т., АЛЕШИН Ю.Г., ТОРГОВЕВ. И.А. Высокогорные хвостохранилища: концептуальные основы обеспечения безопасности	53
Бийик тоолуу аймактардагы кен байлыктарынын калдыктары сакталуучу жайлар: коопсуздукту камсыздандыруунун концептуалдык негиздери	
High-mountainous tailings: conceptual bases of maintenance of safety	
НУРМАНБЕТОВ К. Трансиссык-Кульский разлом – региональная разрывная структура в системе палеозоид Тянь-Шаня	63
Транс-Ыссык-Көл жаракасы Тянь-Шаньдын палеозой системасындагы регионалдык структураларынын бири	
Trans-Issykkul Fault as a regional disjunctive structure in the Paleozoid system of the Tien Shan	
АКМАТАЛИЕВА М.С. Результаты исследования остаточных напряжений с применением поляризованных поперечных ультразвуковых волн	67
Калдыктуу чыңалууларды поляризацияланган туурасынан таралган ультра үн толкундарын колдонуп изилдөөнүн жыйынтыктары	
The results of investigation of residual stresses with using polarized transverse ultrasonic waves	
ОРМУКОВ Ч.А., АБДРАХМАТОВ К.Е., БУРГЕТТЕ Р., УЕЛДОН Р. Деформация террас как отражение геометрии активных разломов Юго-Западного Прииссыккуля	75
Тектирлердин бузулушу – түштүк-батыш Ысык-Көлдөгү активдешкен жаракалардын геометриялык чагылышы катары.	
Deformation of the terraces as a reflection of the geometry of active faults in Southwestern Priisyykul	
САНЬКОВА В.П., САКИЕВ К.С., УСУБАЛИЕВА Ж.Ж., ГЕРЖА В.А., МОЛДОГАЗИЕВА Г.Т. Картирование оползневых склонов в бассейне р.Кара-Ункур (Джалал-Абадская область, Кыргызстан)	82
Кара-Ункүр суунун алабындагы тоонун капталдарындагы жер көчкүлөрдүү картага түшүрү (Жалалабад облосу, Кыргызстан)	
Mapping of Landslide Slopes in Kara-Unkur Basin (Jalalabad region, Kyrgyzstan)	

ЭКОЛОГИЯ И ВОСПРОИЗВОДСТВО БИОРЕСУРСОВ

ТОКМЕРГЕНОВ Т.З. Изменение климата и ареалов серого и красного сурков Тянь-Шаня и Алая	88
Климаттык жана Тянь-Шань менен Алайдын боз жана кызыл суурларынын ареалынан өзгөрүшү	
Climate change and modification of areas of the Grey and Red Marmots in Tien-Shan and Alai	
ТОКМЕРГЕНОВ Т.З. Сообщества млекопитающих среднегорий Исссык-Кульской котловины	92
Ысык-Көл ойдуңунун бөксө тоолорундагы сүт эмүүчүлөрдүн биологиялык коомдоштугу	
Community of mammals in mid-montane territories of the Issyk-Kul Leik	
БОНДАРЦОВА И.П., РОГОВА Н.А. Эхинацея пурпурная (Echinacea purpurea Moench) в культуре и медицине	96
Маданияттагы жана медицинадагы көчкүл кызыл эхинацея	
Echinacea purpurea	

БИОТЕХНОЛОГИЯ, МЕДИЦИНА И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

Д.К. КУДАЯРОВ. О роли науки в решении прикладных задач педиатрии	99
Педиатриядагы прикладдык маселелерди чечүүдө илимдин орду жөнүндө	
The role of science in solving practical problems in pediatrics	
УМРАЛИНА А.Р., ЧЕРНЫШЕВА Т.П., АСАНАКУНОВ Б.А. Получение быстрорастущих штаммов трансформированных корней фармакологически перспективных видов эндемиков и редких растений Кыргызстана для создания лекарственного сырья нового поколения.....	103
Кыргызстанда жаңы муундагы дарылык касиети бар сейрек түзүү үчүн эндемикалык жана кездешүүчү фармакологияда келечектүү өсүмдүктөрү тез өсүүчү трансформациялык тамырлуу штамды алуу	
Producing of large-scale hairy root cultures of pharmaceutically perspective endemic and rare plant species of Kyrgyzstan for development of new medicinal raw material	
РОГОВА Н.А., МАЛОСИЕВА Г.В. Опыт выращивания розмарина лекарственного (Rosmarinus officinalis L.) в условиях Чуйской долины Кыргызстана	107
Кыргызстандын Чүй өрөөнүн шартындагы дары чөп – розмаринди өстүрүүнүн тажрыйбасы	
Experience of cultivation of a Rosmarinus officinalis L. in the conditions of the Chuy valley of Kyrgyzstan	
МУСУРАЛИЕВ М.С., МАКЕНЖАН УУЛУ А. Инновации лечения массивных кровотечений в акушерстве	110
Төрөт учурундагы көп кан кетүүнү дарылоонун жаңылыктары	
Innovation treatment of massive hemorrhage in obstetrics	

ТОЧКА ЗРЕНИЯ

БЕГАЛИЕВА А.С. Историко-культурный фактор в развитии конного туризма в Кыргызстане	119
Тарыхый-маданий фактор Кыргызстандын ат туризмин өнүктүрүүдө	
Historical-cultural factor in the development of the horse tourism in Kyrgyzstan	
ДЕРБИШЕВА Э.Д. Состояние жилищного фонда Кыргызской Республики	122
Кыргыз Республикасынын турак жай фондунун абалы	
Condition of available housing of the Kyrgyz Republic	
ВАЛЬВАКОВ Р.В. Особенности перевода английских обстоятельственных сложноподчиненных предложений с синкретичной семантикой на русский язык.....	128
Англис бышыктооч татаал багыныңкы сүйлөмдөрдүн синкретикалык мааниси менен орус тилине которуунун өзгөчөлүктөрү	
The peculiarities of the translation of syncretical english complex sentences with adverbial clauses into russian	

ЮБИЛЕИ

АЙТМАТОВ И. Т.	132
ТУРДУКУЛОВ А.Т.....	135

ПАМЯТЬ

УМУРЗАКОВ С.У.	137
---------------------	-----

ДОКЛАДЫ

УДК 681.5.01:658.5 (575.2) (04)

**Динамика управляемых систем
и информационных процессов**

Ж. ШАРШЕНАЛИЕВ – академик НАН КР

The article is about the dynamics of control systems and information processes

Управлять всем, что управляется,
а что не управляется – сделать управляемым.
Я.З. Цыпкин, академик РАН

Основные разработанные и созданные устройства НИОКР и системы охватывают обширную литературу в рамках указанной библиографии [1]. Здесь условно выделен некоторый класс выполненных фундаментальных исследований и прикладных разработок. При этом рассмотрены только некоторые объекты контроля и управления (подводная лодка, космический аппарат, летательный аппарат, автоматическая дистанционная система контроля и управления расходом электроэнергии, телекоммуникационные системы, сканеры, дефлекторы, системы слежения и т.д.).

Приведенные фундаментальные и прикладные научно-технические результаты изложены в виде монографий, книг, авторских свидетельств на изобретения и научных статей. В теоретической части научных исследований рассмотрены: спектральные методы анализа, синтеза, идентификации и распознавания, декомпозиции и оптимизации систем с разделяемыми движениями, управления сложными разнотемповыми динами-

ческими системами, а также проблемы оптимальной стабилизации динамических систем и технологических процессов.

Прикладные исследования и разработки проводились в области определения координат, стабилизации и распознавания движущегося объекта. Был предложен метод позиционного контроля с пространственным регулированием. Разработаны, созданы и внедрены прецизионные устройства и системы сканирования, дефлекторы, следящие системы для комплексов: «Фрагмент-2», «Гребень», «Дефлектор», «Альтаир» в космическом приборостроении. НИИ «Полус» (Москва), НИЭЭ (Вильнюс), п/я М5876 (Москва), п/я 4602 (Москва), ИКИ АН СССР (Москва), НЦ «Каспий» (Баку).

Разработаны высокоэффективные алгоритмы классификации природных объектов на основе DIP – и GIS – технологий, программа Vulkan Photodent, телеметрические и топографические карты для телекоммуникационных систем: БГТС, ОБСЕ, «Кыргызтелеком». Разработана и создана новая автоматизированная дистанционная система контроля и управления расходом электроэнергии (АДСКУЭ), предложены высокоточные эффективные схемотехнические и программные ре-

шения. Система внедрена в ОАО «Северэлектро» и находится на этапе функционального и технологического совершенствования.

В работе приведены анализ и обзор некоторых разработанных и созданных НИОКР по системам автоматического управления и обработке информации.

Был проведен большой объем фундаментальных и прикладных исследований, разработаны и созданы высокоточные аппараты и системы, многие из которых нашли практическое применение в специальных системах, космическом приборостроении, радиотехнической и энергетической областях промышленности (табл. 1–2).

Научные исследования и практические разработки были направлены на [1–9]:

- создание уникальных многоканальных САУ;
- разработку прецизионных устройств и систем распознавания и управления;
- синтез возмущенных многомерных систем с «паразитной» динамикой;
- разработку автоматизированных систем обработки информации в телекоммуникации и энергетике.

Разработку разнотемповых систем управления методами теории оптимального и модального управления и теории стабилизации.

- проблемы разложения сложных САУ на подсистемы со слабыми связями;
- разнотемповые САУ с использованием методов модального управления.

1. Распознавание и управление движущимися объектами

Здесь (рис. 1) конкретным объектом контроля и управления является подводная лодка (ПЛ). Задача – поиск ПЛ, определение ее координат активным методом, т.е. с излучением акустической энергии в виде мощных импульсов. Часть энергии отражается от ПЛ и возвращается в приемник гидролокатора в виде эхосигнала. По направлению возврата и времени запаздывания эхосигнала можно запеленговать цель, определить направление, в котором расположена цель, и расстояние до нее.

На рис. 1 САУ импульсным гидролокатором для поиска подводных целей (ПЛ) и определения их координат, где САУ – система автоматического управления; ППУ – подъемно-поворотное устройство; АА – акустическая антенна; КУ – коммутающее устройство; У – усилитель; Г – генератор электрических колебаний; И – электронный индикатор; ИИ – излучаемый импульс; ЭС – эхосигнал.

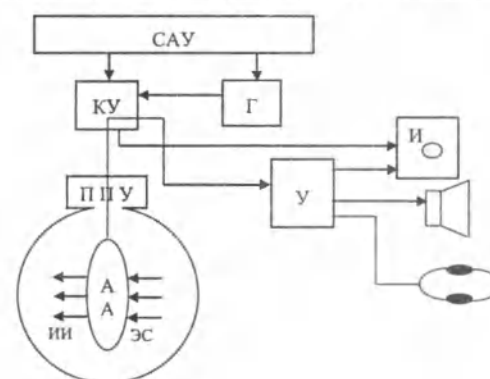


Рис. 1.

Акустическая антенна с острой диаграммой направленности, помещенная в обтекатель из звукопроницаемого материала, механически связана подъемно-поворотным устройством, управляющим разворотом антенны. Генератор электрических колебаний, управляемый САУ, генерирует импульсы необходимой мощности, частоты длительности и формы. Бесконтактный коммутатор обеспечивает переключение антенны с режима передачи сигнала в режим приема и обратно. С помощью САУ осуществляется дистанционное управление подъемом и опусканием антенны по заданной программе.

2. Разработка прецизионной системы сканирования для задачи космического приборостроения

Для целей связи, разведки, навигации, геодезии, метрологии, сельского хозяйства важны разработка методов и средств, наблюдение, обнаружение и исследование объектов контроля. Основа метода дистанционного зондирования (ДЗ) – использование того, что все естественные и искусственные земные объекты испускают электромагнитные волны, содержащие как собственные излучения суши, океана, атмосферы, так и отраженное от них солнечное излучение. Величина и

Разработка, создание и внедрение устройств и систем автоматического управления

№	Направления НИР и НИОКР	Методы исследований и принципы конструирования	Научная новизна	Практическая ценность и реализация (внедрение) НИОКР
I	Разработка многоканальных САУ стабилизация, устойчивость, коррекция, распознавание; адаптивная идентификация и наблюдение; определение координат движущегося объекта	Теория ЛИАС, НИАС, теория сигналов, основы оптикогидроакустики, теория случайных процессов	Разработан метод опознавания и управления объектов с позиционным контролем и программным регулированием. Обеспечены стабилизация, помехозащищенность, распознавание и оптимизация параметров	Создание и внедрение системы обнаружения и слежения за подводной лодкой (заказ предприятий Минобороны СССР)
II	Разработка методов и создание прецизионных устройств контроля, распознавания и управления оценивания и распознавания разнотемповых процессов; анализаторы и дискриминаторы; системы сканирования, дефлекторы, следящие системы (КА – «Фрагмент 2», «Гребень», «Дефлектор», «Альтаир»)	Теория сигналов, принципы конструирования схем микро- и оптоэлектроники, теория спектрального анализа	Разработаны методы и алгоритмы оценивания быстродействующих процессов малой длительности, адаптивных систем и идентификаторов на основе метода ОКОР. Созданы комплекс быстродействующих аппаратов, дискриминаторы сигналов считывания с ОЗУ, анализаторы формы импульсов, АВП, устройства выделения и фиксации медленной компоненты из разнотемповых процессов, сканаторы, дефлекторы и т.д. [получено 10 авторских свидетельств на предмет изобретения]	Созданы и внедрены устройства и программы распознавания п/я Р6922, г. Фрунзе; НИИ «Полнос», г. Москва; НИИЭ, г. Вильнюс; п/я М5876, г. Москва; п/я 4602, г. Москва; ИКИ АН СССР, г. Москва; НЦ «Каспий», г. Баку; ОКБ ИКИ АН СССР, г. Фрунзе; ВНИИ-КАМС, г. Фрунзе; Союзгипроводхоз, г. Москва

III	Системный анализ и оптимальный синтез разнотемповых САУ устойчивость и стабилизируемость; управляемость и наблюдаемость; декомпозиция и редукция; оптимизация и адаптация; синтез квазиоптимальных регуляторов разнотемповых систем.	Теория возмущений, методы усреднения и декомпозиции, теория сингулярно возмущенных уравнений, теория обратных задач динамики управляемых систем. Теория модального и оптимального управления	Развита конструктивная теория синтеза квазиоптимальных регуляторов для систем высокого порядка с разнотемповыми движениями	Разработан комплекс программ оптимальной стабилизации сложных объектов. Осуществлен квазиоптимальный синтез регуляторов для высокоточных систем космического приборостроения (НИИ «Полнос», г. Москва; ИЛ НАН КР, г. Бишкек)
IIIА	Системы управления с регулярными возмущениями			
IIIБ	Системы управления с сингулярными разнотемповыми возмущениями			
IV	Разработка методов и создание автоматизированных систем обработки информации разработка компьютерной технологии процесса дешифрирования и тематической интерпретации данных дистанционного зондирования; разработка устройств сканирования; синтез многозональных аэрокосмофотоснимков.	Теория сигналов, методы цифровой обработки оптоэлектронной информации. Метод ближайшего соседа и Баевский классификатор. Методы оценивания и распознавания	Разработаны высокоэффективные алгоритмы классификации природных объектов, на основе DIP- и GIS-технологий разработана в ИА НАН программа Vulcan Photodent. Разработаны топографические и тематические цифровые карты для телекоммуникационных систем	БГТС ОБСЕ «Кыргызтелеком» ИКИ АН СССР
IVА	Тематическая интерпретация дистанционной информации для изучения природных ресурсов Земли. Цифровые информационные картографические системы, защита информации	Основные операции: радиометрические и геометрические преобразования, представление и сжатие данных, улучшение изображений, статистический и кластерный анализы, выделение признаков, классификация		
IVБ				
IVВ	Разработка системы АДСКУЭ	Радиоуправление, теория координирования, система управления	Разработаны новые высокоточные эффективные схмотехнические и программные решения	Создана система АДСКУЭ ОАО «Северэлектрон».

Таблица 2
Системы управления и сканирования в задачах космического приборостроения

Прибор или тема	Системы или комплекс, включающие данный прибор, узел или систему	Технический параметр											Закон движения	Место и время внедрения
		φ_m	$t_{np,x}$	$t_{ol,x}$	T	δ_e	K_e	ε	β	$\tau_{ш}$	δ_β	N		
Сканирующий объект	Фрагмент	3°	$27,8 \cdot 10^{-3} c$	$9,2 \cdot 10^{-3} c$	$3,7 \cdot 10^{-3} c$	1%	0,1%						1 А	ОКБ ИКИ АН СССР 1978 г.
Система управления световыми потоками	Фрагмент	8°	$57,8 \cdot 10^{-3} c$	$19,2 \cdot 10^{-3} c$	$77 \cdot 10^{-3} c$	0,1%	1%	0,01%					1 А	ОКБ ИКИ АН СССР 1979 г.
Дефлектор ОЗД-1	Анализ многозональных снимков АМС	8°34'	$18,4 \cdot 10^{-3} c$	$1,6 \cdot 10^{-3} c$	$20 \cdot 10^{-3} c$	1%	0,16%	1%					1 А	НИЦ «Каспий» 1980 г.
Сканирующее зеркальное устройство		8°30'	—	—	—	—	10°	1%	0,5'	$10^{-3} c$	0,15β	340	1 В	НИИ «Полос» МЭП СССР 1981 г.
Программная система управления микродвигателем постоянного тока	Спектр-М	135	—	5с	—	1%	—	1%	10°	1с	0,01β	12	1 Б	ОКБ ИКИ АН СССР 1979 г.

ОКБ ИКИ АН СССР 1978 г.

ОКБ ИКИ АН СССР 1979 г.

НЦ «Каспий» 1980 г.

НИИ «Полнос» МЭП СССР 1981 г.

ОКБ ИКИ АН СССР 1979 г.

вид электромагнитных колебаний зависят от вида, строения и состояния объектов.

Известно, что сквозь атмосферу проходят и достигают чувствительных приемников устройств космического аппарата (КА) электромагнитные излучения в следующих диапазонах¹:

Видимый и ближний инфракрасный диапазон 0,375–2,5 мкм.

Промежуточный инфракрасный диапазон 3–6 мкм.

Тепловой инфракрасный диапазон 8–13 мкм.

Сверхвысокочастотный радиодиапазон 0,5 см – 4 м.

Разработка автоматических оптико-электронных систем сканирования показана на рис. 2.

В качестве датчика используется высокопроизводительная многоспектральная сканирующая аппаратура, позволяющая получать метрическую информацию в широком спектральном диапазоне. Спектральная схема позволяет сравнивать яркости различных участков поверхности в различных диапазонах электромагнитного спектра. Полученная информация группируется и обрабатывается с помощью статистических методов и записывается в память компьютера для практического использования.

Многоспектральный сканер имеет большой динамический диапазон электромагнитного спектра.

На бортовом спутнике «Салют» или «Ландстат» многоспектральный сканер (МСС) имеет 3–4 спектральные зоны, и во время каждого поворота зеркала имеем 5–6 строк сканирования. Само зеркало плоское, колеблющееся, а не вращающееся. Спутник обычно движется по солнечно-синхронной орбите со скоростью 6–7 км/с относительно Земли.

Исследуемый объект расчленяется на элементы (элементарные площадки). Разбиение объекта на элементы в строке, т.е. сканирование в направлении, перпендикулярном направлению движения КА, осуществляется перемещением (качением) зеркала 1, а процесс сканирования в направлении движения КА, набор строк в полную «картинку» производится за счет движения самого КА.

Каждый объект, т.е. каждая выделенная площадка на Земле, очерчивается системой, излучает собственную и отраженную энергию. При этом и спектральные, и яркостные характеристики соответствуют виду и свойству излучающего объекта. Разработанная система сканирования является

многозональной, и она позволяет осуществить разделение, расщепление изображений по спектральным зонам.

Через зеркальный объектив 2 по заданным зонам спектра 3 системы разделения потока излучения поступают в фотоприемник, после разделения всего спектра на узкие спектральные зоны от каждой из них ток поступает на соответствующий приемник фотоэлектронного умножителя 4а, 4б, 4в.

Фотоэлектронный умножитель преобразует их в электрические сигналы, соответствующие характеристикам элементарных площадок, а после и целый объект в заданной зоне спектра (рис. 2).

Сигналы с выходов фотоприемника получают цветоразделенными изображениями объекта, а в последующем подвергаются синтезированию.

Величина угла качания зеркала определяет ширину полосы обзора. Частота качания выбирается так, чтобы за время одного цикла КА при движении по орбите переместился бы на расстояние, соответствующее ширине одной строки.

В задачах ДЗ, кроме сканирующей системы, используется многозональная фотографирующая система (МКФ-6) и телевизионная, которые работают в оптическом диапазоне спектра.

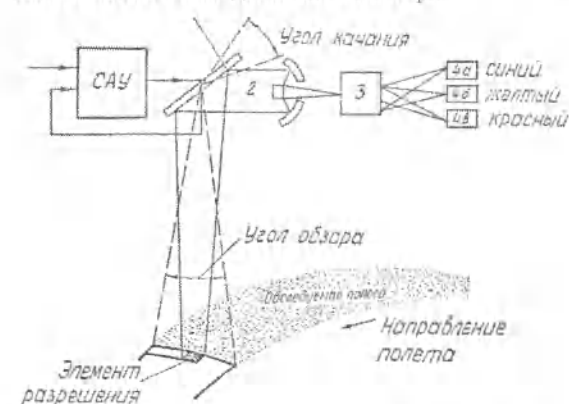


Рис. 2. Оптико-электронная автоматическая система сканирования:
1 – качающееся зеркало, осуществляющее сканирование перпендикулярно трассе полета,
2 – вертикальный объектив, 3 – система разделения по зонам спектра,
4а, 4б, 4в – приемники узкоспектрального излучения, 4а, 4б, 4в – фотоэлектронный умножитель, который преобразует их в электрические сигналы, соответствующие характеристикам элементарных площадок, а затем и объекта в целом в заданной зоне спектра (Большой А.А., Мецераков И.В. и др. Космос–Земля. М.: Наука, 1981).

¹ Космос-Земле. М.: Наука, 1981. 152 с.

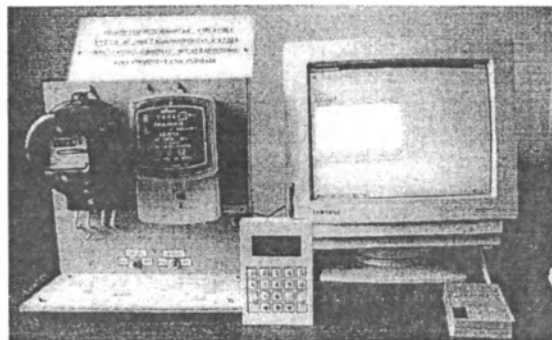


Рис. 3. Автоматизированная дистанционная система контроля и управления электроэнергией (АДСКУЭ).

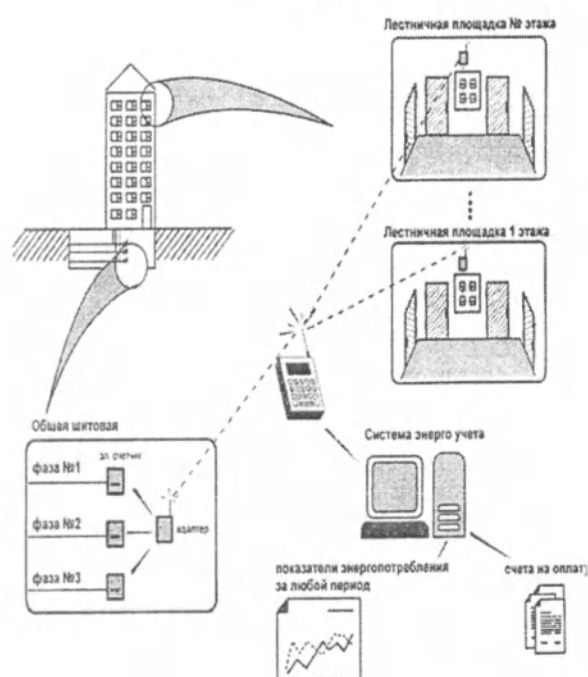


Рис. 3а. Схема работы системы в многоэтажном жилом доме.



Рис. 3б. Схема работы системы на участках индивидуальной застройки.

На рис.2 приведена оптико-электронная автоматическая система сканирования.

На рис. 3 показана разработанная в последние годы в лаборатории «Оптимальные и цифровые системы управления» ИАИТ НАН КР высокоточная автоматизированная дистанционная система, позволяющая решать задачи ликвидации коммерческих и технических потерь электроэнергии для производственных и бытовых объектов республики.

Область применения – дистанционный контроль и учет энергопотребления как на бытовом уровне потребителей, так и на промышленных предприятиях.

Краткое описание

Автоматизированная система предназначена для учета фактически потребленной электроэнергии на уровне распределительной сети 0,4 кВ. Система включает комплекс технических и программных средств, образующих информационно-

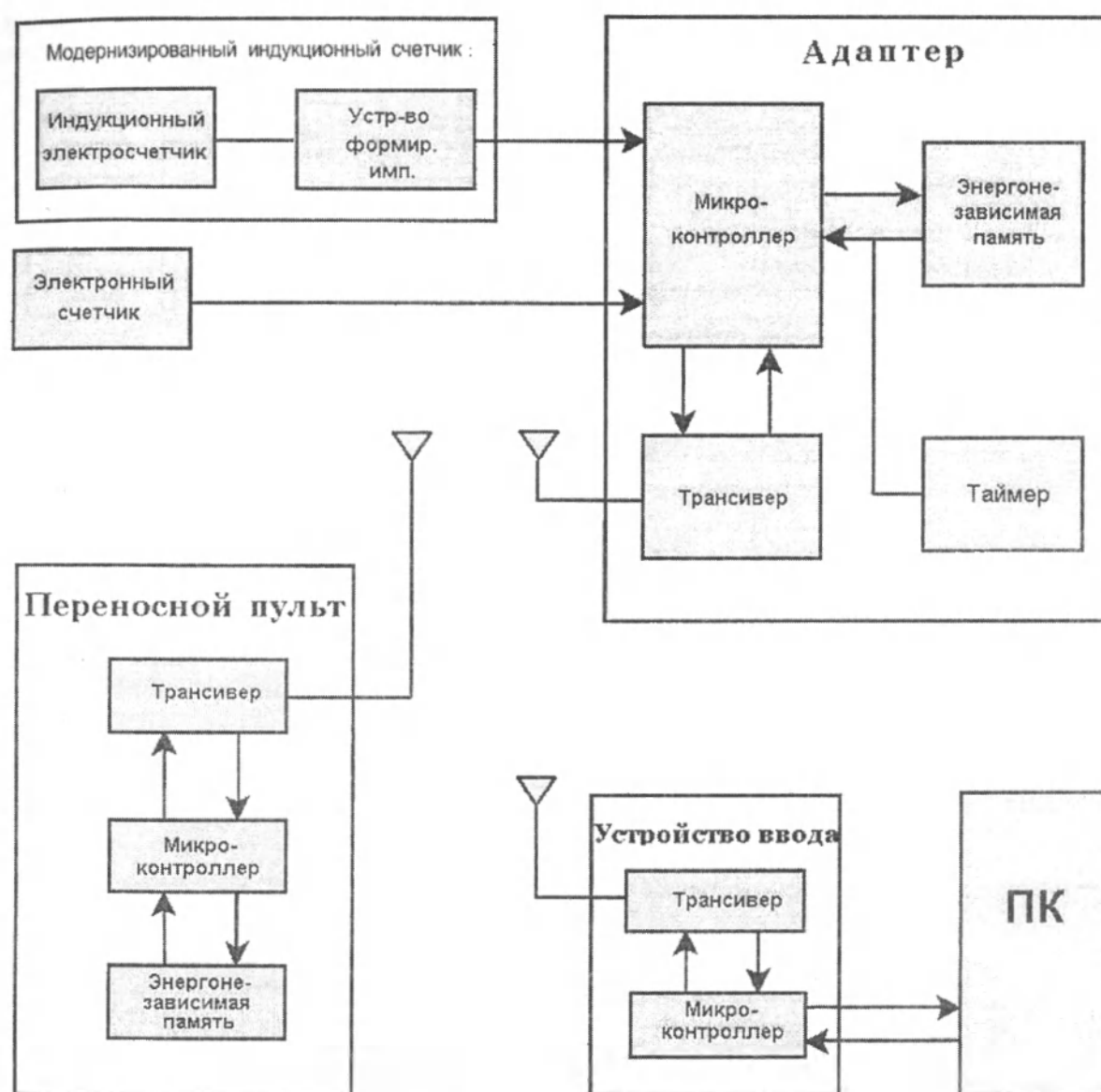


Рис. 4. Структурная схема АДСКУЭ.

измерительную систему для удаленного (по радиоканалу) считывания данных со счетчиков электроэнергии.

Аппаратная часть системы состоит из следующих блоков: электронный или индукционный счетчик электроэнергии, адаптер, малогабаритный переносной пульт, устройство ввода-вывода и компьютер, обрабатывающий информацию. Схематично процесс контроля электроэнергии показан на рис. 5 и 6.

Счетчики энергопотребителей оснащаются приставками (адаптерами), которые имеют автономное питание и обеспечивают накопление информации о потребленной электроэнергии. Импульсы с выходов электронных или индукционных счетчиков передаются в блок памяти адаптера, который осуществляет их подсчет и формирует информацию о потребленной электроэнергии в виде, удобном для определения суммы оплаты, – в киловатт/часах. Данные опроса с адаптера счетчика



Рис. 5. Контроль на участках индивидуальной застройки.

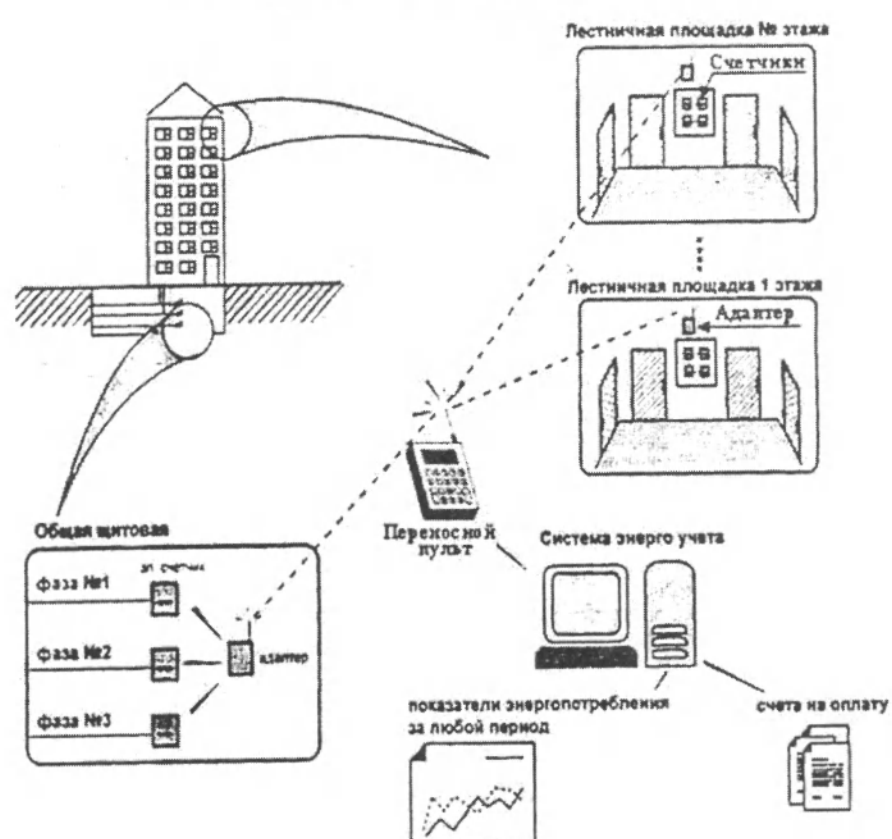


Рис. 6. Контроль в многоквартирном доме.

дистанционно записываются в память малогабаритного переносного пульта с автономным питанием, а затем с помощью специального устройства ввода считываются и дистанционно передаются в компьютер энергокомпании, где автоматически расшифровываются и заносятся в базу данных для дальнейшей обработки, хранения и отображения.

Имеется возможность при помощи программных средств перейти на расчет с потребителями на условиях предоплаты без электронных карточек оплаты. При этом отпадает необходимость закупки за рубежом электронных карточек и дорогостоящего оборудования для чтения/записи этих карточек. Предоплата, произведенная абонентами одного или нескольких маршрутов, записывается оператором Энергосбыта в цифровой малогабаритный переносной пульт. Контролер Энергосбыта на месте по радиоканалу дистанционно закачивает в адаптер каждого электросчетчика количество оплаченных кВт/часов. Программа адаптера сравнивает количество потребленной электроэнергии с оплаченной и при превышении первой над второй на заранее оговоренную величину отключает абонента.

Система:

- обеспечивает снижение коммерческих потерь;
- использует современные способы учета с применением процессорной техники и компьютерной обработки информации;
- имеет возможность дистанционного съема показаний (без входа в квартиру) не только с электронных, но и с индукционных электросчетчиков;
- снабжена пакетом программных средств;
- осуществляет автоматический, удаленный опрос электросчетчиков учета по заданному кодированию;
- производит первичную обработку и хранение поступающих данных со счетчиков с привязкой к системе реального времени и размещение их в централизованной базе данных;
- имеет возможность введения многотарифного отсчета за потребленную электроэнергию;
- осуществляет анализ и обработку накопленных данных с последующим формированием разнообразной отчетности;
- имеет возможность введения режима предоплаты.

Технические характеристики

- Съём показаний счетчика и передача информации в компьютер осуществляются по радиоканалу на частоте 433 МГц.

- Дальность устойчивой связи при дистанционном опросе электросчетчиков до 50 м.

Количество счетчиков, опрашиваемых одним пультом, – до 1500 шт.

4. Теоретические проблемы оптимизации и стабилизации сложных динамических систем

ТОУ, начавшая бурно развиваться в 60-е годы, уже в 80-е годы подверглась некоторому критическому анализу из-за необходимости учета возникающих неопределенностей в описании математических моделей динамических систем.

Обычно понятие «неопределенность» связывают с внешними как случайными, так и детерминированными возмущениями, а также с внутренними параметрическими возмущениями – «пертурбациями». Однако для использования оптимального управления необходима полная информация о задачах движения, фазовых координатах, об имеющихся внутренних и внешних возмущениях.

Так, начиная с 80-х годов инженеры, использующие принцип обратной связи в условиях неопределенности, стали использовать теорию робастного управления для обеспечения важных факторов разработки и обеспечения режимов устойчивости и стабилизации.

Известно, что для стабилизируемости линейной системы достаточно ее полной управляемости. В случае стационарных или периодических систем достаточно управляемость их координат с корнями характеристического уравнения с неотрицательной действительной частью.

Управляемая система

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) \quad (4.1)$$

$$y(t) = cx(t)$$

$$(\forall x_0 \in X)(\forall x_1 \in X)(\exists \|u\| < \infty)(\exists T_1 < \infty) \quad (4.2)$$

$$W(p) = C(PE_n - A)B.$$

Система полностью управляема, если для любых заданных точек $x(0) = x_0$ и x_1 фазового пространства X существует ограниченное (измеримое) управление $u(\bullet)$, при котором переход от x_0 к x_1 возможен и происходит в течение некоторого конечного времени $t < \infty$ (\forall для всех, \exists – существует).

$\det(\lambda_n E_n - A) = 0$ – характеристические уравнения для матриц состояния объекта управления A из (4.1), (4.2), λ – собственные значения матрицы A , собственные коды колебаний ОУ.

Квадратная матрица $A(n \times n)$ имеет n собственных значений. Важнейшей характеристикой ОУ является чувствительность ее собственных значений. Она характеризует изменения соб-

ственных значений при малых вариациях элементов матрицы A .

Для модели ОУ (1) с одним входом и одним выходом

$$\begin{aligned}\dot{x}(t) &= Ax(t) + bu(t) \\ y(t) &= C^T x(t) \\ W(p) &= C^T (pE_n - A)^{-1} b.\end{aligned}$$

Передаточная функция управляемой и наблюдаемой системы может быть разложена на элементарные множители (факторизована) следующим образом:

$$W(p) = k \frac{(p - z_1)(p - z_2) \dots (p - z_l)}{(p - \lambda_1)(p - \lambda_2) \dots (p - \lambda_l)} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Res}_i W}{(p - \lambda_i)},$$

$\lambda_1, \dots, \lambda_n$ – полюсы $W(p)$ или собственные значения матрицы A ; z_1, \dots, z_l – нули $W(p)$, другими словами – решения элементарных уравнений; $\text{Res}_i W$ – вычет передаточной функции $W(p)$ для полюса λ_i .

Вычет $\text{Res}_i W$ определяется с использованием правых и левых собственных векторов $\text{res}_i W = C^T R_i L_i b$. Вычеты $W(p)$ характеризуют чувствительность соответствующих полюсов (собственные значения) к обратной связи. Они оказываются полезным инструментом при определении сигнала обратной связи, максимально влияющего на данную моду колебаний.

Поведение динамической системы при $t \geq 0$ описывается уравнением

$$\dot{x} = Ax + bu \quad (x \in R^n, u \in R, \text{rank}(b, Ab, \dots, A^{n-1}b) = n). \quad (4.3)$$

Система (1) имеет возможное состояние равновесия

$$X_0 = \{x \in R^n : Ax + bu_x = 0 \mid |u_x| \leq L\}.$$

Как теория стабилизации, так и классическая теория автоматического управления решают свои проблемы организацией необходимых обратных связей без учета ограничений на значения управления.

В наших работах решались задачи оптимальной стабилизации. Исследования опирались на теорию оптимального управления особенностями разнотемповых систем и на теорию модального управления.

Необходимо отметить, что оптимальное управление возможно только тогда, когда имеется полная информация об ОУ, т.е. при отсутствии неопределенностей.

Суть поиска необходимых обратных связей – найти то состояние системы, при котором она приобретает новое устойчивое состояние равновесия.

При этом исключается понятие «точного» перевода системы в новое состояние равновесия

за заданное время, которое в реальных ситуациях невозможно. Задачи рассматриваются как задачи стабилизации около нового состояния равновесия.

В задачах управления в условиях неопределенности требуется обеспечение робастной устойчивости системы с обратной связью от параметрических и силовых возмущений.

5. Разнотемповые САУ

Многие системы управления, в частности все САУ движением, обладают парциальными движениями, протекающими во времени с различной интенсивностью, т.е. имеют быстрые и медленные составляющие движения.

Динамическая модель разнотемповых САУ представляется в виде:

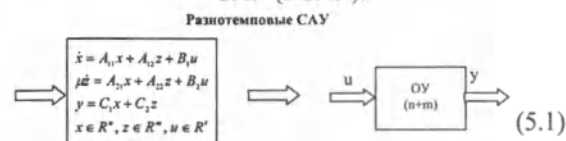
$$\begin{aligned}\mu \dot{x} &= f_1(t, x, y), \\ \dot{y} &= f_2(t, x, y), \quad 0 \leq t \leq T, \\ x|_{t=0} &= x^0, \quad y|_{t=0} = y^0,\end{aligned}$$

где μ – малый параметр.

В общем случае РСАУ имеют высокий порядок из-за учета малых «второстепенных» факторов. Решение «в лоб» не всегда возможно из-за вычислительных трудностей, из-за необходимости интегрирования уравнений высокого порядка с очень малым шагом интегрирования, учета накопленных ошибок и т.д. Однако необоснованное пренебрежение малым параметром приводит к принципиальным ошибкам не только количественного, но и качественного характера.



Рис. 7. Система управления разнотемповыми САУ (РСАУ).



n – медленные «доминирующие»
 m – быстрые «паразитные» } вектора состояния

$$n \rightarrow 0(1), \quad m \rightarrow 0\left(\frac{1}{\mu}\right), \quad \mu > 0.$$

Особенность – разномасштабность скорости изменения фазовых переменных.

При несингулярности A_{22} и $\mu = 0$ имеется единственный корень

$$\bar{z} = -A_{22}^{-1}A_{21}\bar{x} - A_{22}^{-1}B_2u \quad (5.2)$$

$$\begin{bmatrix} E & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{\bar{x}} \\ \dot{\bar{z}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \bar{x} \\ \bar{z} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \end{bmatrix} u \quad (5.3)$$

$\bar{X}_M = A_0 X_M + B_0 u_M$ – редуцированная система

$$A_0 = A_{11} - A_{12}A_{22}^{-1}A_{21}, B_0 = B_1 - A_{12}A_{22}^{-1}B_2$$

$$y_M = (C_1 - C_2A_{22}^{-1}A_{21})X_M - C_2A_{22}^{-1}B_2u_M = C_0X_M + D_0u_M, \quad (5.4)$$

где $C_0 = C_1 - C_2A_{22}^{-1}A_{21}$, $D_0 = -C_2A_{22}^{-1}B_2$.

При несингулярности матрицы A_{22} отсутствуют импульсные движения (5.3) и система переводится в регулярную (5.4) и нединамическую (5.2).

В случае сингулярности матрицы A_{22} система (5.3) при определенных начальных условиях допускает собственные импульсные движения.

Задача – определение условий асимптотической устойчивости, стабилизируемости и автономности.

Примем некоторые допущения (нестационарный случай).

Допущение №1. Пусть при фиксированных $t \in [t_0, t_1]$ и несингулярности $A_{22}(t)$ пары $\{A_{22}(t), B_2(t)\}$ управляемы. Тогда для любого $\mu_0 > 0$ существует параметр μ такой, что при $\mu \in (0, \mu_0)$ и $\forall t > t + \mu_0$ переходная функция $\Phi(t, t_0)$ быстрой составляющей разнотемповой системы удовлетворяет соотношению $\frac{1}{\mu_0} \Phi(t, t_0) = 0(\mu)$.

Допущение №2. $\text{rang}\{B_0, A_0B_0, \dots, A_0^{n-1}B_0\} = n$ и система (5.3) управляема (управляемость зависит от вида матриц A_0 и B_0 и способа включения управлений $u_i(t)$, $i = 1, r$).

Утверждение. Система (3) стабилизируема управлением

$$u = -R^1 B_0^T p x = K_0 x, \quad (5.5)$$

и замкнутая система асимптотически устойчива.

Для многосвязных разнотемповых САУ важен вопрос обеспечения статической автономности.

Предложен регулятор, обеспечивающий статическую автономность вида

$$u = Kx + Mv, \quad (5.6)$$

K и M $p \times m$ и $p \times r$ – матрицы регулятора.

Теорема. Если $\{A_0, B_0\}$ – стабилизируемая пара, A_{22} – матрица Гурвица $\text{rank} \begin{bmatrix} A_0 & B_0 \\ C_0 & D_0 \end{bmatrix} = n + q$,

то существуют матрицы регулятора K и M такие, что для каждого $\mu \in (0, \mu_0)$ разнотемповая система (5.1), (5.2), (5.3) является статистически автономной и для каждого $\mu \in (0, \mu_0)$ система является такой, что

$$x = A_{11}(t)x + A_{12}(t)z + B_1(t)u,$$

$$\mu \dot{z} = A_{21}(t)x + A_{22}(t)z + B_2(t)u,$$

$$J = \int_0^\infty [y^T(t)Q(t)y(t) + u^T(t)R(t)u(t)]dt,$$

$$y^T Q y > 0, y \neq 0, u^T R u > 0, y = \begin{bmatrix} x(t, \mu) \\ z(t, \mu) \end{bmatrix} \in R^{n+m},$$

$x \in R^n$ – вектор переменных состояния медленно-го движения,

$z \in E^m$ – вектор переменных состояния быстрого движения.

Для редуцированной системы ($\mu = 0$) имеем положительно полуопределенное решение уравнения Риккати

$$\dot{p}(t) = -p(t)A_0(t) - A_0^T(t)p(t) + p(t)B_0(t)R^{-1}(t)B_0^T(t)p(t) - Q(t),$$

где $A_0 = A_{11}(t) - A_{12}(t)A_{22}^{-1}(t)$, $B_0(t) = B_1(t) - A_{12}(t)A_{22}^{-1}(t)B_2(t)$, $K_0(t) = -R^{-1}(t)B_0^T(t)p(t)$, $\hat{R}(t) = A_0(t) + B_0(t)K_0(t)$.

Тогда справедливо

Утверждение 1. Если матрицы $A_0(t)$, $B_0(t)$, $Q(t)$ и $R(t)$ ограничены равномерно по t при $t \in [0, \infty)$, $Q(t) > 0$, $R(t) > 0$, а также управляема пара матриц $\{A_0(t), B_0(t)\}$ и все неустойчивые собственные значения матрицы $A_0(t)$ ($\text{Re } \lambda_i > 0$), а матрицы $A_{22}(t)$ и $R(t)$ являются Гурвицевыми. Тогда существует такое $\mu_0 > 0$, что для всех $\mu \in (0, \mu_0)$ положение равновесия ($x = 0, z = 0$) замкнутой системы аналитически устойчиво и стабилизируемо, если $u(t) = R^{-1}(t)B_0^T(t)p(t)x(t) = K_0(t)x(t)$.

Разнотемповые САУ: построение

фундаментальной матрицы с выделением погранстройной и регулярной частей

Объектом исследования является следующая разнотемповая управляемая система:

$$E_\varepsilon \frac{dx}{dt} = Ax + Bu, \quad (5.7)$$

где $A - n \times n$, $B - n \times r$ – постоянные матрицы, элементы которых принадлежат некоторому алгебраически замкнутому полю K , $x - n \times 1$ – вектор столбец, характеризующий состояние системы, $u - r \times 1$ ($r \leq n$) – вектор столбец управления, $E_\varepsilon - n \times n$ – мерная диагональная матрица вида

$$E_\varepsilon = \{E_p, \varepsilon E_q\}, \quad p + q = n, \quad (5.8)$$

$\varepsilon > 0$ – малый параметр, E_p, E_q – единичные матрицы порядка p и q соответственно.

В классических работах Н.Н. Красовского и В.И. Зубова отмечена важность аналитического

представления фундаментальной матрицы математических моделей систем управления (когда $E_\varepsilon = E$ и $u = 0$) для решения задач теории управления: устойчивость, управляемость, наблюдаемость колебаний и др. В частности, указано, что аналитическая природа функций, образующих фундаментальную матрицу, почти не изучена, хотя аналитическое представление этой фундаментальной матрицы весьма важно иметь для решения ряда задач теории управления и колебаний. С учетом этих замечаний строятся фундаментальные матрицы для (1) ($u = 0$) в зависимости от того, какие характеристические числа имеет матрица A и выявлены аналитические выражения зависимости элементов фундаментальной матрицы от этих характеристических чисел и от малого параметра.

В частном случае, когда $n = 2$, $q = p = 1$, построена фундаментальная матрица в замкнутом виде с выделением погранслойной и регулярной частей. Решение задачи Коши, записанной с помощью этой фундаментальной матрицы, совпадает с решением, полученным с помощью асимптотического метода.

Рассмотрена задача построения фундаментальной матрицы для

$$E_\varepsilon \frac{dx}{dt} = Ax, \quad (5.9)$$

когда матрица A является матрицей простой структуры. Для этого удалось получить аналитические связи между характеристическими числами матриц A и E_ε^{-1} в произвольном базисе e_1, e_2, \dots, e_n , а также в некотором специальном базисе в R_n -мерном пространстве.

Используя теорию функций, от матриц построена фундаментальная матрица в комплексной форме с выделением погранслойной и регулярной частей.

Рассмотрен также особый случай, когда характеристическое уравнение матрицы A имеет один n -кратный корень λ_0 и один элементарный делитель $(\lambda - \lambda_0)$. В этом случае в R_n построен базис, состоящий из одного собственного вектора ℓ_1 , матрицы A и добавлением к нему $(n-1)$ присоединенных векторов $\ell_2, \ell_3, \dots, \ell_n$, которые позволяют вскрыть связи между λ_0 и $\varepsilon > 0$.

Для (5.9) фундаментальной матрицей является $e^{E_\varepsilon^{-1}At}$. Такой вид фундаментальной матрицы не дает полную информацию о структуре, связанной с влиянием малого параметра $\varepsilon > 0$ и свойствах такой матрицы, пригодных для качественного и аналитического исследования вопросов управле-

мости, наблюдаемости, оптимальной стабилизированности и др.

Построению фундаментальной матрицы, устраняющей отмеченные недостатки $e^{E_\varepsilon^{-1}At}$, посвящена работа. В ней также построена в замкнутом виде фундаментальная матрица (5.9) в произвольном базисе, явно выражающая связи между собственным значением λ_0 и малым параметром $\varepsilon > 0$ с выделением также регулярной и погранслойной частей.

Построению фундаментальной матрицы в общем случае посвящена работа. В ней предполагается, что матрица A имеет $k < n$ линейно независимых собственных векторов, отвечающих собственным значениям $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$. Для выяснения связи между $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ и малым параметром $\varepsilon > 0$, а также вида минимального многочлена $\Psi(\lambda)$ матрицы $E_\varepsilon^{-1}A$ строится базис, состоящий из групп векторов $\ell_1, \dots, \ell_{p_1}; h_1, \dots, h_{p_2}; f_{p_1}, \dots, f_{p_k} (p_1 + \dots + p_k = n)$.

Выясняются различные возможные связи между $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ и $\varepsilon > 0$?

Предложена методика построения фундаментальной матрицы в замкнутом виде с выделением регулярной и погранслойной частей.

Исследование разнотемповых систем методом модального управления

Для синтеза систем с обратной связью $U = u(x(t))$, т.е. для задачи синтеза корректирующих устройств, можно использовать метод АКОР А.М. Летова. Однако здесь проблематичным остается вопрос выбора оптимизирующего функционала даже для стационарных систем, особенно в вычислительном отношении.

Одним из эффективных путей решения этой проблемы является метод модального управления (1962 г., Розенброк). Идея заключается в выборе такой обратной связи системы управления, чтобы замкнутая система имела бы заданный спектр собственных чисел характеристического уравнения системы $\lambda = (\lambda_1^*, \dots, \lambda_n^*)$, где n – порядок системы.

Модальное управление – это управление модами системы, т.е. качеством её переходного процесса. Можно сказать, что задача модального управления – это алгебраическая задача, позволяющая построить систему с заданным спектром, т.е. с заданными декрементами затухания.

Для уравнения (5.1) рассматривается поведение характеристического уравнения матрицы A . $\det(\lambda E - A) = (\lambda - \lambda_1)(\lambda - \lambda_2) \dots (\lambda - \lambda_n) = 0$. (5.10)

Исследованы 3 случая:

1) когда (5.8) имеет различные корни $\lambda_1, \dots, \lambda_n$;

2) когда (5.8) имеет n -кратных корней λ_0 ($\lambda_1 = \lambda_2 = \dots = \lambda_n$);

3) когда (5.8) имеет кратные корни $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ с кратностью P_1, \dots, P_n .

При отсутствии управления фундаментальная матрица $e^{E_\mu^{-1}At}$ в модели $\frac{dx}{dt} = E_\mu^{-1}Ax$ имеет известные собственные значения матрицы A , влияющие на структуру, режимы устойчивости и стабилизации.

Предложен подход, использующий интерполяционный полином Лагранжа-Сильвестра, а функциональную матрицу разделить на две составляющие с регулярными и пограничными частями, учитывающие разнотемповость процессов в зависимости от собственных значений и малого параметра.

Метод модального управления формирует цепи обратных связей, придающих системе желаемое распределение корней. Здесь корням соответствуют составляющие свободного движения системы – моды. Управление модами – это способ построения системы с заданным спектром, т.е. с заданными декрементами затухания.

$$E_\mu \frac{dx}{dt} = Ax + Bu, \quad (5.11)$$

где E_μ – 2×2 , A – 2×2 , B – 2×1 – матрицы, u – скалярное управление, $\mu > 0$ – малый параметр.

$$E_\mu = \begin{Bmatrix} \mu, 1 \\ \mu, 1 \end{Bmatrix}, \quad A = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{pmatrix}, \quad i, j = 1, 2, \quad B = \begin{Bmatrix} B_1 \\ B_2 \end{Bmatrix}.$$

Систему (5.1) представим в виде

$$\frac{dx}{dt} = A_\mu x + B_\mu u, \quad (5.12)$$

$$\text{где } A_\mu = \begin{bmatrix} \mu^{-1}A_{11} & \mu^{-1}A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix}, \quad B_\mu = \begin{bmatrix} \mu^{-1}B_1 \\ B_2 \end{bmatrix}.$$

Постановка задачи. Требуется найти такую матрицу $k(\mu)$ – (1×2) , чтобы матрица

$$\bar{A} = A_\mu - B_\mu k(\mu) \quad (5.13)$$

имела бы произвольно заданный набор собственных чисел $\lambda_1(\mu), \lambda_2(\mu)$.

Для линейной стационарной системы

$$\frac{dx}{dt} = Ax + bu,$$

где A – $n \times n$, b – $n \times 1$, x – $n \times 1$ – матрицы, u – скалярное управление.

Пусть P_0, P_1, \dots, P_{n-1} – коэффициенты характеристического многочлена матрицы A

$$|\lambda E - A| = \lambda^n + P_{n-1}\lambda^{n-1} + \dots + P_1\lambda + P_0.$$

Если v_1, v_2, \dots, v_n – требуемые собственные числа матрицы $A = A - bM$, где M – $1 \times n$ – матричный коэффициент усиления управления, то $u = -Mx$.

Далее задача сводится к нахождению такой матрицы M , чтобы матрица $A - bM$ имела бы заданный набор собственных чисел v_1, v_2, \dots, v_n .

Литература

1. Шаршеналиев Ж. Библиография. Бишкек: Илим, 2010. 94с.
2. Шаршеналиев Ж. Оптимизация систем с разделяемыми движениями и ограниченными ресурсами. Фрунзе: Илим, 1980. 195 с.
3. Шаршеналиев Ж., Петровская И.А. Спектральные квазиоптимальные методы оценивания и распознавания динамических процессов с ограниченной энергией. Фрунзе: Илим, 1982. 209 с.
4. А.Н.Дмитриев, Егунов Н.Д., Шаршеналиев Ж. Спектральные методы анализа, синтеза и идентификации систем управления. Фрунзе: Илим, 1986. 233 с.
5. Шаршеналиев Ж., Калманбетов М.К. Декомпозиция и квазиоптимальный синтез систем с разделяемыми движениями. Фрунзе: Илим, 1989. 296 с.
6. Шаршеналиев Ж. Маматов А. Методы управления динамических систем с разнотемповыми движениями. Бишкек: Илим, 1993. 164 с.
7. Шаршеналиев Ж. Автоматическое управление сложными динамическими процессами и системами. Бишкек: Илим, 2003. 377 с.
8. Мамытов Дж., Шаршеналиев Ж. Аналитические методы оптимального стабилизирующего управления динамическими системами. Бишкек: Илим, 2003. 202 с.
9. Шаршеналиев Ж., Самохвалова Т.П., Сактанов У. Моделирование и оптимизация управляемых технологических процессов. Бишкек: Илим, 2009. 15 п.л..

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ

УДК: 620.92

Проблемы возведения гирляндных микроГЭС

А. Ж. ДОСБАЕВ – Институт энергоресурсов и геоэкологии
ЮО НАН КР, г. Джалал-Абад.

In the article was considered new technical decisions of micro HES for mountainous river with unequal ways. Such micro HES do not demand special construction to hydroelectric power station and easy setting in the beach of the river.

В последние годы на территории Кыргызской Республики появились проблемы дефицита обеспечения электроэнергией, в то время как в республике имеются огромные запасы гидроэнергии. На территории Кыргызстана насчитывается более 3000 малых водотоков, которые образуют 292 реки. На всех этих водотоках можно строить малые, мини- микро- и гирляндные гидроэлектростанции. От них можно получать до 1,15 млрд. кВт·ч электрической энергии.

В данное время от существующих ГЭС получаем всего лишь 10% от имеющихся гидроэнергетических запасов, которые можно увеличить с помощью возведения малых гидроэнергетических установок.

Одни из видов этих установок – гирляндные микроГЭС. Их можно установить практически на всех существующих быстротечных водотоках (скорость течения более 2 м/сек.), в том числе оросительных каналах. Гирляндные микроГЭС практически не требуют больших затрат на возведение стационарных баз.

В статье предлагаются новые технические решения в возведении микроГЭС на горных реках с неравномерными потоками. Такие микроГЭС не требуют специального строительства гидроэлектростанции и легко устанавливаются на берегах рек.

В 50-е годы прошлого века предлагались в качестве микроГЭС свободнопоточные установки с тихоходными генераторами малой мощности (скорость вращения 3 – 20 об/мин.). Эти установки были предназначены для установки в реках глубиной не менее 1 м. Но они не нашли широкого применения из-за малой мощности и сложности конструкции [1] (рис.1).

В настоящее время в связи с актуальностью проблемы обеспечения населения дополнительными источниками электрической энергии и острой необходимостью сохранения экологии окружающей среды и лесных массивов потребности в установке микроГЭС увеличиваются.

Для повышения быстроходности и мощности установок микроГЭС разработаны новый вид свободнопоточной установки, гирляндные турбины с поперечными лопастями и воздушными подушками, закрепленные по несколько штук на общем гибком валу (тросу). Эти микроГЭС с генераторами в форме гирлянд предлагается называть «гирляндными микроГЭС».

Для установки предлагаемых гирляндных микроГЭС не требуется построения специальных дорогостоящих сооружений, их можно легко собрать и установить там, где есть водные потоки требуемой скорости и объема. С другой стороны,

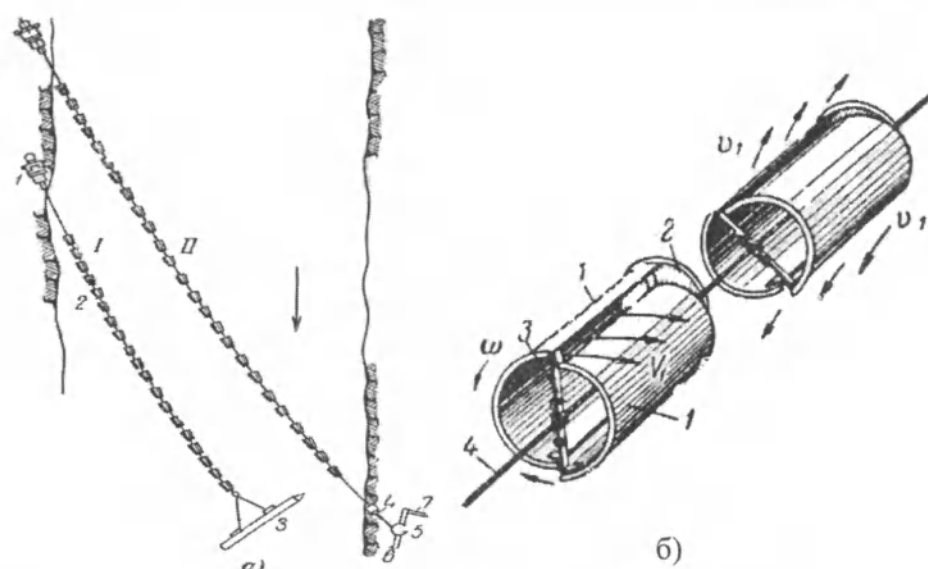


Рис. 1. Торцовые турбины и торцовые гирлянды:

- а – варианты натяга торцовых гирлянд: I) – натяг торцовой гирлянды парованным устройством, II) – то же воротом; 1 – генераторная опора;
 2 – гирлянда; 3 – парованное устройство; 4 – узел упорного подшипника;
 5 – ворот; 6 – вага; 7 – стопор ворота; б – схема обтекания торцовых турбин;
 1 – обечайка; 2 – торцовая шайба; 3 – лобовая стойка; 4 – трос.

из-за дешевизны установки себестоимость получаемой электрической энергии будет низкой, а самоокупаемость составит не более одного года. Гирляндные микроГЭС можно использовать для обеспечения водой богарных земель, расположенных не так далеко от водотоков, для освещения и приготовления пищи в сельской местности и на летних пастбищах в качестве дополнительного источника электрической энергии. Такие установки не нанесут никакого вреда окружающей среде, наоборот, окажут положительное воздействие, так как не будет необходимости вырубать деревья на дрова, соответственно сократятся выбросы CO_2 в атмосферу, с сохранением площадей деревьев и кустарников значительно сократятся такие стихийные явления, как селевые потоки, оползни, деградация почв.

Гирляндные микроГЭС могут работать на широких и узких (0,3 м шириной и более), глубоких и мелких (от 0,3 м глубиной и выше) потоках рек со скоростью течения 1,2 м/сек. и более. Установки можно возводить также на каналах и лотках шириной не менее 0,3 м и 0,3 м глубиной.

В торцовых турбинах гирляндного микроГЭС скорость вращения зависит от скорости течения воды.

Мощность гирляндной микроГЭС зависит от количества отдельных турбин и от длины гирлянды.

Отличительная особенность разработанной гирляндной турбины от ранее разработанных гирляндных турбин в том, что данная турбина оснащена воздушными подушками, поэтому она может работать на расстоянии 5 см от дна и от боковины русла рек, каналов и лотков. Вращение гибкого вала происходит без колебаний, так как отдельные турбины имеют одинаковые угловые сдвиги друг от друга с интервалом, равным длине турбины. При увеличении толщины водяного потока скорость вращения гибкого вала не изменяется. При увеличении потока колебания гибкого вала не происходит, так как гибкий вал находится в растянутом положении и работает на скручивание.

Конструктивное отличие новой разработки от существующих ранее конструкций в том, что в ней поплавки и лопасти объединены (рис. 1,2,3). В новой конструкции каждая лопасть имеет вид конуса и два слоя, между двумя слоями находится воздух. Такая конструкция в одно и то же время работает и как лопасть, и как поплавок. Мате-

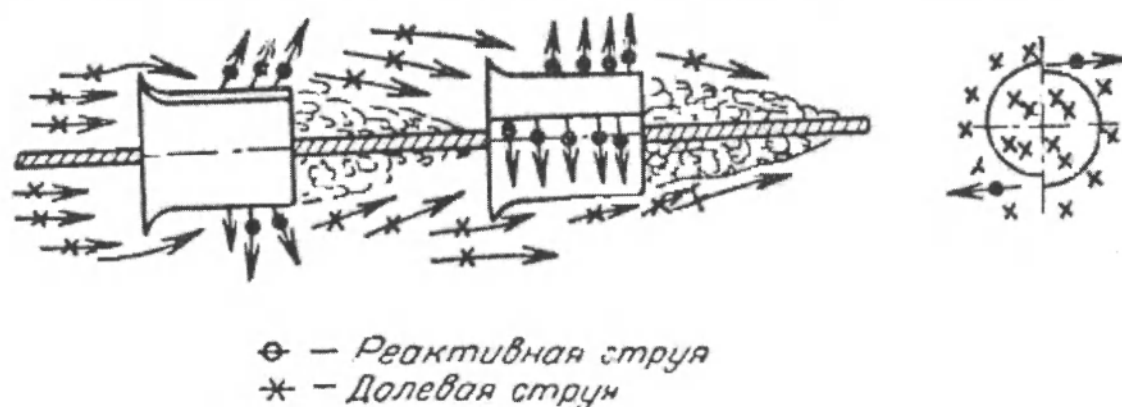


Рис. 2. Принцип работы торцовых гирляндных гидротурбин.

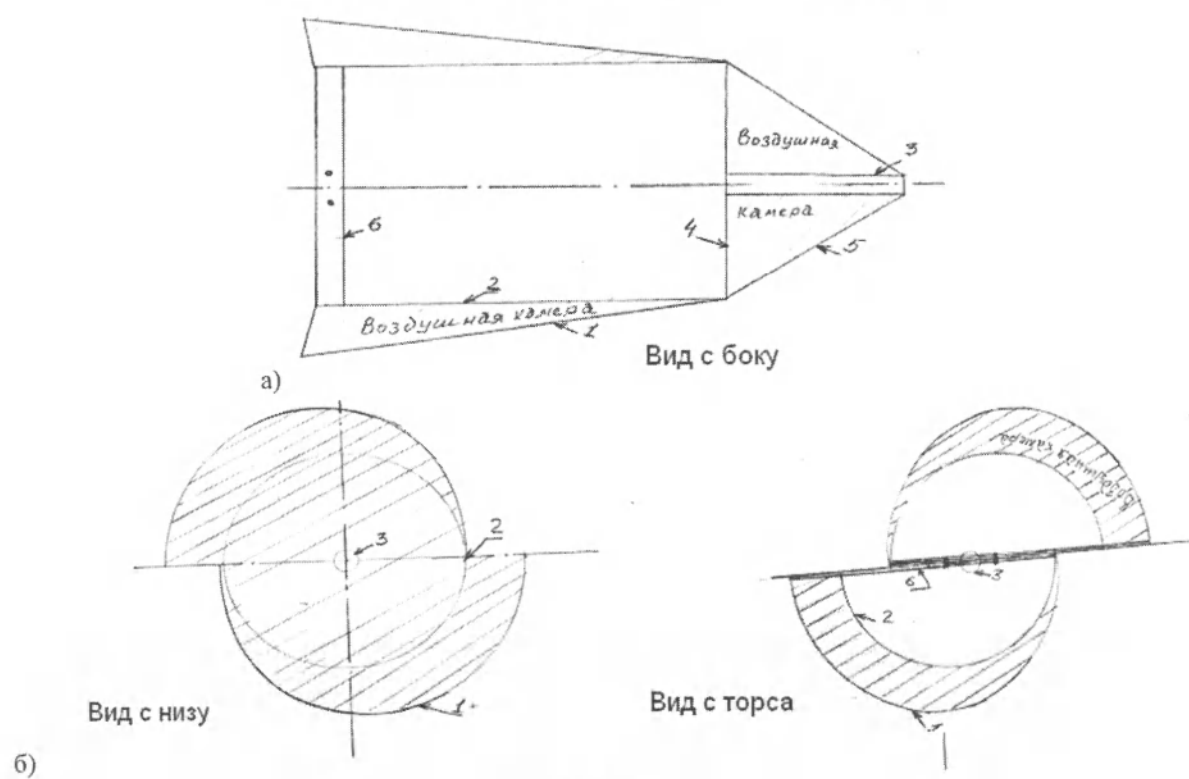


Рис. 3.

риалов для изготовления таких лопастей сегодня достаточно на наших рынках строительных материалов.

Но при решении этих задач возникают вопросы использования энергии руслового потока, особенно использования течений на перекатах, расщепления русла на завалах, стеснения продольного и поперечного течения русла. Необходи-

мо провести практические исследования по изучению форм руслового рельефа водотоков, типа течения, транспортировки влекаемых наносов.

Исследовательские работы в этом направлении ведутся в Институте энергоресурсов и геоэкологии ЮО НАН КР. Процесс возведения гирляндных микроГЭС необходимо разделить на два этапа: установка на естественных водотоках, где

имеются естественные донные и сезонные наносы (селевые и воднокаменные потоки), и установка на искусственных водотоках очистных, оросительных и поливных каналов. Гирляндные микроГЭС возведены на реке Чычкан в Токтогульском районе и на канале в селе Кара-Дарыя Сузакского района.

Возведение гирляндных микроГЭС позволит внести весомый вклад в энергообеспечение республики и будет способствовать сохранению и улучшению экологической среды.

Расчет одной гирлянды МикроГЭС [1]:

1. Мощность одной гирлянды:

$$N_{\text{гир}} = DL \frac{V^3}{2} \eta_n, \text{ где } N_{\text{гир}} - \text{мощность одной}$$

гирлянды(кВт),

D – диаметр турбины (м);

L – длина всей активной части гирлянды (м);

V – скорость течения потока (м/сек.);

η_n – нагечный к.п.д. турбины.

2. Мощность генератора:



Фото 1. Сборка гирляндной гидротурбины.



Фото 2. Общий вид гирляндной гидротурбины.

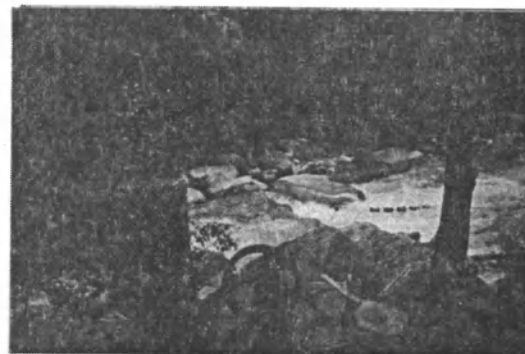


Фото 3. Общий вид гирляндной микроГЭС.

$N_{ген} = N_{гир} * \eta_{ред} * \eta_{ген}$, где $N_{ген}$ – мощность на зажимах генератора (кВт);

$\eta_{ред}$ – к.п.д. редуктора;

$\eta_{ген}$ – к.п.д. генератора.

3. Крутящий момент, создаваемый гирляндой:

$M_{кр} = 16,21 \frac{N_{сир}}{n}$, где $M_{кр}$ – крутящий момент (Кг*м);

n – скорость вращения;

$n = C_n \frac{V}{D}$ (об/сек), где C_n – коэффициент скорости вращения.

4. Лобовое давление:

$$P = S_3 \frac{\rho V^2 c_x}{2} \text{ (кг)}.$$

где S_3 – площадь заборника турбины (m^2),

c_x – коэффициент сопротивления,

ρ – плотность воды, $кг \cdot сек.^2 / м^3$.

V – скорость набегающего потока, м/сек.

5. Мощность торцевой турбины:

$$N = k S_3 V^3 \text{ (кВт)}.$$

k – коэффициент (от 0,09 до 0,114 – относится ко всей линии).

Делением мощности линии на число турбин получаем мощность одиночной торцевой турбины.

За закрытым торцом турбин образуется конус завихрений потока, например (рис.2.), при скорости 1,2 м/сек., равной по высоте 1,35 D турбины по оси троса, в боковые щели турбины поток от-

брасывается по периферии (реактивная струя), но основная масса воды устремляется на обтекание внешней поверхности турбины и торцового конуса, огибая его. От этого потока стенки турбины увеличивают скорость. Например, при скорости свободного потока $v=1,2$ м/сек. скорость около турбины доходит до 1,7 м/сек.

Турбины при вращении создают своими цилиндрическими поверхностями так называемую донную подушку, которая не дает им опускаться на дно. Конструкция турбины приведена на рис.3.

В Институте энергоресурсов и геоэкологии ЮО НАН КР изготовлен опытный образец гирляндной микроГЭС. На фото1, 2 и 3 приведены процессы сборки и установки опытного образца гирляндной микроГЭС. Пробные испытания микроГЭС показали работоспособность гирляндного генератора.

Литература

1. Казинский Б. Б. Свободнопоточные гидроэлектростанции малой мощности. М.: Госэнергоиздат, 1950.
2. Блинов Б. С. Гирляндная ГЭС. М.: Госэнергоиздат, 1963.
3. Научно-техническая информация по лесной промышленности №20, ИБТИ лесной промышленности. М.: Гослесбумиздат, 1961.
4. Мостиков М.А. Очерки теории руслового потока. М.: Изда-во Академии наук СССР, 1959.

УДК 535.225

Эффект Доплера для электромагнитных волн

М. Н. РАЙМКУЛОВ – к.т.н., Институт физико-технических проблем и материаловедения НАН КР

At this article is considering the Doppler's effect for electromagnetic waves which is analyzed and described on the basis of addition of speeds of a source and the wave. It is shown, that such logic allows to come to the universal principle of the description of Doppler's effects, both for sound, and for electromagnetic waves.

Ранее было сделано предположение [1] о том, что электромагнитная волна представляет собой вращающийся вихрь, состоящий из физических точек, имеющих массу и соответственно подверженных закону передачи импульса. Данное предположение подтверждается тем фактом, что электромагнитная волна обладает не только волновыми, но и корпускулярными свойствами, о чем мы, возможно, иногда забываем. Исходя из этого, сделано предположение, что электромагнитная волна, и световая в частности, подвержена принципу сложения скоростей источника и самой волны. На примере рассмотрения опыта Майкельсона-Морли [2], на основе которого когда-то было сделано предположение о независимости скорости света от движения источника и приемника, эта вероятность не была опровергнута. Также был рассмотрен и описан эффект Доплера для звуковых волн, подверженных принципу сложения скорости звука со скоростью источ-

ника звука, где на опыте подтверждено сложение скоростей и логически обоснован новый принцип понимания данного эффекта для звуковых волн [3,4]. А поскольку электромагнитные волны обладают, также как и звуковые волны, и корпускулярными свойствами, то, по предположению автора, скорость света должна соответствовать закону передачи импульса корпускулами света и соответственно складываться со скоростью источника света так же, как это было показано для звуковых волн. Поэтому, чтобы еще раз попытаться понять, способна ли световая волна при своем движении складываться со скоростью источника, разберем эффект Доплера для электромагнитных волн (рис.1).

Свяжем с приемником света начало координат системы K , а с источником – начало координат системы K' . Оси X и X' направим вдоль вектора скорости v_u , с которой система K' (т.е. источник) движется относительно системы K (т.е.

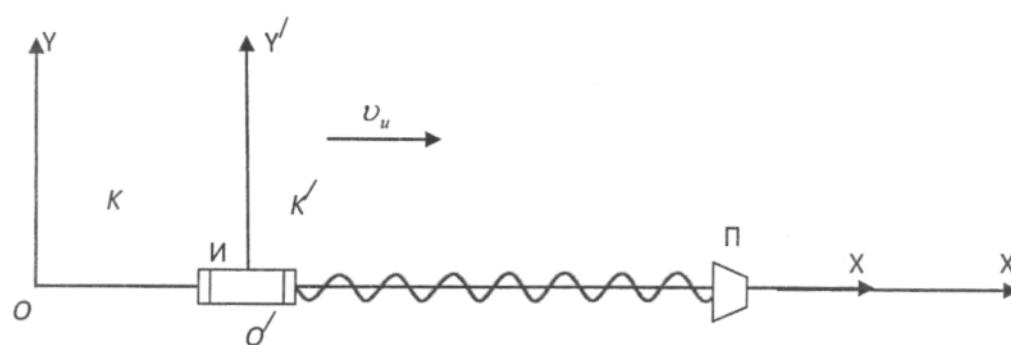


Рис. 1

приемника). Уравнение плоской световой волны, испускаемой движущимся источником (находящимся в системе координат K') по направлению к неподвижному приемнику, в системе K будет иметь вид:

$$E(x, t) = A \cos(\omega(t - \frac{x}{v_c}) + \alpha), \quad (1)$$

где: v_c – скорость света в системе координат K ;

ω – частота волны, фиксируемая в системе координат K , связанная с приемником.

В подвижной системе координат K' уравнение плоской световой волны, испускаемой источником света, находящимся в этой системе и соответственно движущимся вместе с этой системой, будет иметь вид:

$$E'(x', t') = A' \cos(\omega'(t' - \frac{x'}{v_c}) + \alpha'). \quad (2)$$

Так как мы предполагаем, что движение электромагнитной волны подвержено первому закону Ньютона, то уравнение волны в системе K можно получить из уравнения в системе K' , перейдя от значений α', A', x', t', v_c к значениям α, A, x, t, v_c , используя преобразования Галилея:

$$\begin{cases} A' = A \\ \alpha' = \alpha \\ t' = t \\ x' = x - v_u t' = x - v_u t \\ v_c' = v_c - v_u \end{cases} \quad (3)$$

где: v_c' – скорость света в системе координат K' ;

ω' – частота волны, фиксируемая в системе координат K' , связанной с источником света;

v_u – скорость удаления системы координат K' от системы координат K и соответственно это скорость движения источника света.

Тогда, подставив полученные значения в формулу (2), мы получим:

$$\begin{aligned} E'(x, t) &= A \cos(\omega'(t - \frac{x - v_u t}{v_c - v_u}) + \alpha) = \\ &= A \cos(\omega'(\frac{v_c t - v_u t - x + v_u t}{v_c - v_u}) + \alpha) = \\ &= A \cos(\omega'(\frac{v_c t - x}{v_c - v_u}) + \alpha) = \\ &= A \cos(\frac{v_c}{v_c - v_u} \omega'(t - \frac{x}{v_c}) + \alpha). \end{aligned} \quad (4)$$

Из формул (2) и (4) видно, что частота, воспринимаемая приемником в неподвижной системе координат, равна:

$$\omega = \frac{v_c}{v_c - v_u} \omega'. \quad (5)$$

Из этой формулы видно, что чем больше скорость источника v_u , тем больше частота электромагнитной волны, воспринимаемой приемником. Это как раз то, что фиксируют приемники, когда, например, определяют радиальную скорость звезд, измеряя относительное смещение линий в спектрах звезд. При этом важно отметить, что данный вывод был получен не на основе преобразований Лоренца, а на основе преобразований Галилея, согласно которым скорость движущегося объекта относительно системы координат, в которой он был запущен, складывается со скоростью движения самой системы координат в случае, когда их направления движения совпадают. В данном случае это сложение было применено к движению света.

Сравним полученные зависимости для изменения частоты электромагнитной волны при рассмотрении эффекта Доплера с известными ранее. При классическом описании эффекта Доплера [5] зависимость изменения частоты воспринимаемой электромагнитной волны получается с использованием преобразований Лоренца, согласно которым мы имеем следующие зависимости для координаты и времени относительно приемника:

$$x' = \frac{x - v_u t}{\sqrt{1 - \frac{v_u^2}{c^2}}}; \quad t' = \frac{t - \frac{v_u}{c^2} x}{\sqrt{1 - \frac{v_u^2}{c^2}}}. \quad (6)$$

И имея в виду в данном случае, что: $v = v_c$, $C = v_c$, $\alpha' = \alpha$, $A' = A$, подставив эти значения в формулу (2), получим:

$$\begin{aligned} E'(x, t) &= A \cos(\omega'(\frac{t - \frac{v_u}{c^2} x}{\sqrt{1 - \frac{v_u^2}{c^2}}} - \frac{x - v_u t}{v_c \sqrt{1 - \frac{v_u^2}{c^2}}}) + \alpha) = \\ &= A \cos(\frac{\omega'}{\sqrt{1 - \frac{v_u^2}{c^2}}} (t - \frac{v_u}{c^2} x - \frac{x}{v_c} + \frac{v_u}{v_c} t) + \alpha) = \\ &= A \cos(\frac{\omega'}{\sqrt{1 - \frac{v_u^2}{c^2}}} (\frac{v_u}{v_c} (t - \frac{x}{v_c}) + t - \frac{x}{v_c}) + \alpha) = \\ &= A \cos(\omega' \frac{1 + \frac{v_u}{v_c}}{\sqrt{1 - \frac{v_u^2}{c^2}}} (t - \frac{x}{v_c}) + \alpha) = \end{aligned}$$

$$= A \cos\left(\omega' \sqrt{\frac{1 + \frac{v_u}{v_c}}{1 - \frac{v_u}{v_c}}} \left(t - \frac{x}{v_c}\right) + \alpha\right). \quad (7)$$

Поскольку уравнение (7) описывает в системе K ту же волну, что и уравнение (1), то должно выполняться соотношение:

$$\omega = \omega' \sqrt{\frac{1 + \frac{v_u}{v_c}}{1 - \frac{v_u}{v_c}}} = \frac{\omega'}{\sqrt{\frac{1 - \frac{v_u}{v_c}}{1 + \frac{v_u}{v_c}}}}. \quad (8)$$

В случае если $v_u \ll v_c$, формулу (8) можно приближенно записать следующим образом [4]:

$$\omega \approx \frac{\omega'}{1 - \frac{1}{2} \frac{v_u}{v_c}} \approx \frac{\omega'}{(1 - \frac{1}{2} \frac{v_u}{v_c})(1 - \frac{1}{2} \frac{v_u}{v_c})} = \frac{\omega'}{1 + \frac{1}{2} \frac{v_u}{v_c}}. \quad (9)$$

Ограничившись членами $\frac{v_u}{v_c}$, получим:

$$\omega = \frac{\omega'}{1 - \frac{v_u}{v_c}} = \frac{v_c}{v_c - v_u} \omega'. \quad (10)$$

Как видно, полученная величина воспринимаемой частоты движущегося источника неподвижным приемником одна и та же как при использовании преобразований Лоренца (10), так и при использовании преобразований Галилея (5). Разница заключается в том, что: а) при использовании преобразований Лоренца вывод осуществлялся с помощью приближений (при $v_u \ll v_c$), тогда как при использовании преобразований Галилея вывод зависимости частоты от скорости источника получился не приближенным, а точным; б) классическое понимание эффекта Доплера говорит о том, что изменяется частота волны по отношению к приемнику, а предложенная логика говорит о том, что частота волны остается неизменной, а изменяется скорость ее прохождения относительно приемника, которая фиксируется им как изменение частоты. Конечно, окончательный ответ может дать экспериментальный результат, но, к сожалению, замерить сложение скорости света со скоростью движения источника – задача весьма сложная. Однако мы помним, что существует также эффект Доплера для зву-

ковых волн, измерить скорость которых задача гораздо более простая. Поэтому и были проведены эксперимент и расчеты, которые показали, что принцип сложения для скоростей звука и источника звука выполняется. Также следует отметить, что объяснение эффектов Доплера для звуковой и электромагнитной волн в данном случае одинаково. *Т.е. это как универсальный принцип, применимый к обоим случаям, что может служить дополнительным косвенным доказательством того, что электромагнитная волна также подвержена принципу сложения скоростей источника и самой волны, а существование эффекта Доплера лишь подтверждает этот принцип.*

Выводы:

1. Эффект Доплера для электромагнитной волны может быть описан с использованием преобразования Галилея, т.е. принцип сложения скоростей электромагнитной волны и движения источника, её излучающего.
2. Предложенная логика говорит о том, что частота электромагнитной волны остается неизменной, а изменяется скорость ее прохождения относительно приемника, которая фиксируется им как изменение частоты и вызывает эффект, известный сегодня как эффект Доплера.
3. Логика действия и описания эффекта Доплера для электромагнитных и звуковых волн идентична. Поэтому имеет универсальное описание как для двух видов волн (электромагнитной и звуковой), так и для влияния движения источника и движения приемника на частоту воспринимаемого сигнала, которые раньше описывались поразному.

Литература

1. Раимкулов М.Н. Исследование возможностей использования нанотехнологии при создании новых материалов и совершенствовании оптико-информационных систем. Раздел: «Исследование принципов распространения и взаимодействия электромагнитной волны». Отчет НИР, № гос. рег. 0005488 НАН КР. Бишкек, 2010. С. 51 – 54.
2. Раимкулов М.Н. Новый взгляд на опыт Майкельсона-Морли // Физика. №2. 2010. С. 123 – 128.
3. Раимкулов М.Н., Жээнбеков А.А. и др. Эффект Доплера для звуковых волн и сила инерции // Известия вузов. №4. 2010. С. 5 – 9.
4. Раимкулов М.Н. Исследование возможностей использования нанотехнологии при созда-

нии новых материалов и совершенствовании оптико-информационных систем. Раздел: «Исследование принципов распространения и взаимодействия электромагнитной волны». От-

чет НИР, № гос. рег. 0005488 НАН КР. Бишкек, 2010. С.72 – 76.

5. Савельев И.В. Общий курс физики. Т. 2. – М.: Наука. 1988. С. 476 – 478.

УДК 543.123.7; 669.24

Вывод коэффициента распределения примеси на границе раздела фаз с учетом пространственно-временной нелокальности при высокоскоростной перекристаллизации бинарных сплавов

Ж. К. МАМЫТБЕКОВ – аспирант, Омский государственный университет им.Ф.М. Достоевского;

Г.А. ВЕРШИНИН – к.ф.-м.н., доцент, Омский государственный университет им.Ф.М. Достоевского;

М.М. КИДИБАЕВ – член-корр. НАН КР

Spatial non-local property influence on mass transfer was studied in binary metallic systems at concentrated energy flows impact. It was established that the accounting of spatial non-local property levels a surface of heavy break in the concentrated field, which takes place at accounting only a temporal non-local property and predicts a diffusion layer width increase.

Введение

Одним из перспективных направлений получения материалов с качественно новыми свойствами является модифицирование их приповерхностных слоев концентрационными потоками энергии (КПЭ) высокой мощности. В качестве КПЭ используются лазерное излучение, мощные (сильноточные) электронные пучки, мощные ионные пучки [1].

Из основных процессов, которые приводят к модификации поверхностных свойств материала при данном виде радиационной обработки, можно выделить изменение микроструктуры при перекристаллизации и интенсивный массоперенос примесных атомов и компонентов сплава в глубь обрабатываемого материала. Решающее значе-

ние при формировании свойств материала имеют условия процесса затвердевания, к которым, в частности, относится скорость охлаждения тонкого поверхностного слоя после оплавления. По проведенным количественным оценкам [2] она может достигать значений $10^6 - 10^{11}$ К/с в зависимости от удельной мощности поглощенного потока, длительности облучения и теплофизических характеристик обрабатываемого материала. Кроме того, расчеты температурных полей в металлических системах показывают [3], что средняя скорость затвердевания расплава по порядку величины совпадает со скоростью распространения концентрационных возмущений V_c в среде (для расплавов металлов $V_D = 1 - 10$ м/с). В этой ситуации массоперенос при высокоскорост-

ном плавлении и затвердевании протекает, по-видимому, в локально-неравновесных условиях, что в результате позволяет получать материалы с уникальными физико-химическими свойствами, представляющими большой практический интерес.

Существующие теории затвердевания бинарных сплавов принимают во внимание только отклонение от термодинамического равновесия на поверхности раздела фаз [4], вводя коэффициент межфазного разделения примеси K , зависящий от скорости движения межфазной границы V . Однако при этом предполагается, что в объеме обеих фаз существует локально термодинамическое равновесие и процессы тепло-массопереноса в них могут быть описаны классическими, локально равновесными уравнениями переноса параболического типа. Такое приближение справедливо только при относительно низких скоростях движения межфазной границы $V \ll V^*$, где V^* – характерная скорость процесса. В противном случае, т.е. когда $V \sim V^*$ состояние системы заметно отклоняется от локального равновесия, что может оказать существенное влияние на процессы тепло-массопереноса вблизи границы фаз.

Основным параметром, описывающим процесс релаксации системы к локальному равновесию, является характерное время τ , необходимое для перехода системы из локально-неравновесного в локально-равновесное состояние, т.е. время релаксации. При высокоскоростном затвердевании время кристаллизации $\tau_K = D/V^2$ сопоставимо по величине со временем диффузионной релаксации $\tau_{D1} = D/V_{D1}^2$ (средняя скорость затвердевания по порядку величины совпадает со скоростью распределения концентрационных возмущений $V \sim V_{D1}$). Таким образом, при высокоскоростной кристаллизации имеет место временная нелокальность массопереноса.

Оценим характерный диффузионный масштаб процесса. Коэффициент диффузии в жидкой фазе $D_L \sim 10^{-8} \text{ м}^2/\text{с}$, скорость затвердевания поверхности при лазерном плавлении сплава $V \sim 1 \div 10 \text{ м/с}$. Таким образом, $l_D = D/V \sim 10 \text{ нм}$, что вполне сопоставимо с глубинами проплавления образцов, составляющими десятки и сотни нанометров [1]. С учетом приведенных оценок становится вполне оправданным учет не только временной, как в работах Соболева и Галенко [4-6], но и пространственной нелокальности процесса кристаллизации.

Математическая модель

высокоскоростной кристаллизации

Для описания высокоскоростной кристаллизации воспользуемся обобщенным уравнением диффузии, учитывающим как временную, так и пространственную нелокальность процесса переноса [7].

$$V \frac{dJ_i}{dx} + D_i(1 - \gamma_i^2) \frac{d^2 J_i}{dx^2} - D_i^2 \frac{\gamma_i^2}{V} \frac{d^3 J_i}{dx^3} = 0. \quad (1)$$

Рассмотрим квазистационарное ($V = \text{const}$) движение плоского фронта кристаллизации в химически инертном бинарном сплаве. Идеализируя условия тепло-массопереноса, пренебрежем изменением удельного объема при фазовом переходе, диффузией в твердой фазе, конвективным движением и температурной зависимостью коэффициента диффузии D_L в расплаве. Ось x направим вдоль скорости движения фронта затвердевания. В этом случае для концентрации примеси C_L в жидкой фазе обобщенное уравнение диффузии в подвижной системе координат, связанной с фронтом затвердевания $\xi = x - Vt$, принимает следующий вид [5, 7]:

$$V \frac{dJ_i}{d\xi} + D_i(1 - \gamma_i^2) \frac{d^2 J_i}{d\xi^2} - D_i^2 \frac{\gamma_i^2}{V} \frac{d^3 J_i}{d\xi^3} = 0. \quad (2)$$

Здесь степень локальной неравновесности определяется параметрами $\gamma_1 = V/V_{D1}$ и $\gamma_2 = V/V_{D2}$, где введены дополнительно характерные диффузионные скорости: $V_{D1} = \sqrt{D_L/\tau}$ (скорость распространения диффузионных возмущений в системе, связанная с временной нелокальностью) и (скорость выравнивания градиента концентрации, связанная с пространственной нелокальностью).

Для того чтобы получить граничное условие на фронте затвердевания, проинтегрируем уравнение по замкнутой поверхности, включающей поверхность раздела между жидкой и твердой фазами:

$$\int_{-l}^l \left(V \frac{dJ_i}{d\xi} + D_i(1 - \gamma_i^2) \frac{d^2 J_i}{d\xi^2} - D_i^2 \frac{\gamma_i^2}{V} \frac{d^3 J_i}{d\xi^3} \right) d\xi = 0. \quad (3)$$

После интегрирования выпадения (3), используя соотношение $dJ_i/d\xi = V dP_i/d\xi$, получаем уравнение для плотностей вероятности:

$$\left[VJ_i + VD_i(1 - \gamma_i^2) \frac{dP_i}{d\xi} - D_i^2 \gamma_i^2 \frac{d^2 P_i}{d\xi^2} \right]_{-l}^l = 0. \quad (4)$$

Используя значения для степеней локальной неравновесности γ_1 и γ_2 , видим, что из выражения (4) следует разность потоков в виде:

$$J_L - J_S = - \left[D_L \left(1 - \frac{V^2}{V_{D_1L}^2} \right) \frac{dP_L}{dz} - D_S \left(1 - \frac{V^2}{V_{D_1S}^2} \right) \frac{dP_S}{dz} - \frac{1}{V} \left\{ D_L^2 \frac{V^2}{V_{D_2L}^2} \frac{d^2 P_L}{dz^2} - D_S^2 \frac{V^2}{V_{D_2S}^2} \frac{d^2 P_S}{dz^2} \right\} \right]. \quad (5)$$

Рассмотрим случай, когда $V_{D_1L} \approx V_{D_1S}$, $j = 1, 2$.

Тогда из уравнения (5) получим выражение

$$J_L - J_S = - \left(1 - \frac{V^2}{V_{D_1L}^2} \right) \frac{d}{dz} [D_L P_L - D_S P_S] + \frac{V}{V_{D_1L}^2} \frac{d^2}{dz^2} [D_L^2 P_L - D_S^2 P_S]. \quad (6)$$

Здесь диффузионные скорости жидкой V_{D_1L} и твердой V_{D_1S} фаз определяются как $V_{D_1L} = D_L/l_D = \vartheta_L l_D$ и $V_{D_1S} = D_S/l_D = \vartheta_S l_D$, где l_D – диффузионная длина примеси на границе раздела фаз. Принимая во внимание то, что множитель $(1 - V^2/V_{D_1L}^2)$ связан с объемной диффузией и используя конечную разность $-dz = l_D$, баланс (6) переписывается в виде

$$J_L - J_S = - \left(1 - \frac{V^2}{V_{D_1L}^2} \right) [V_{D_1L} P_L - V_{D_1S} P_S] + \frac{V}{V_{D_1L}^2} [V_{D_1L} V_{D_2L} P_L - V_{D_1S} V_{D_2S} P_S]. \quad (7)$$

Из теории фазовых переходов известно [8], что частоты прохождения атомов через межфазную границу определяются как

$$\vartheta_L = \vartheta_0 \exp\left(-\frac{Q_D}{RT}\right), \quad \vartheta_S = \vartheta_0 \exp\left(-\frac{Q_D + \Delta\mu}{RT}\right), \quad (8)$$

что их отношение дает равновесный коэффициент распределения примеси

$$\vartheta_S/\vartheta_L = \exp[-\Delta\mu'/RT] \equiv k_e, \quad (9)$$

где Q_D – энергия активации атомов, проходящих через границу раздела фаз, а $\Delta\mu'$ – разность химических потенциалов.

Тогда, согласно (9), уравнение баланса (7) запишется

$$J_L - J_S = V_{D_1L} \left(1 - \frac{V^2}{V_{D_1L}^2} \right) [P_L - k_e P_S] + \frac{V \cdot V_{D_1L}}{V_{D_2L}} [P_L - k_e^2 P_S]. \quad (10)$$

В рамках нашей теории мы предполагаем, что $V \geq V_{D_1L}$, откуда $J_L \neq J_S$. Тогда разность потоков J_D можно определить как диффузионный поток

$$J_D = (X_L - X_S) \frac{V}{\Omega}. \quad (11)$$

По сути плотности вероятностей жидкой P_L и твердой P_S фазы прямо пропорциональны концентрации атомов в фазах [5]

$$P_L = X_S(1 - X_L)/\Omega, \quad P_S = X_L(1 - X_S)/\Omega, \quad (12)$$

где Ω – атомарный объем.

Подставляя в (10) выражение (12) и приравняв к диффузионному потоку (11), получим

$$(X_L - X_S) \frac{V}{V_{D_1L}} = \left(1 - \frac{V^2}{V_{D_1L}^2} \right) [X_S(1 - X_L) - k_e X_L(1 - X_S)] + \frac{V}{V_{D_2L}} [X_S(1 - X_L) - k_e^2 X_L(1 - X_S)]. \quad (13)$$

Отсюда, разрешая уравнения (13) относительно функции неравновесного распределения примеси $K(V) = X_S/X_L$, получим

$$K(V, X_L^*) = \frac{(1 - V^2/V_{D_1L}^2)k_e + V/V_{D_1L} + k_e^2 V/V_{D_2L}}{(1 - V^2/V_{D_1L}^2)[1 - (1 - k_e)X_L^*] + V/V_{D_1L} + [1 - (1 - k_e^2)X_L^*]V/V_{D_2L}} \quad (14)$$

где X_L^* – концентрация примеси на границе. Отметим, что при $V_{D_2L} \rightarrow \infty$ ($\gamma_2 \rightarrow 0$), т.е. при уменьшении влияния пространственно-нелокальных эффектов, решение (14) сводится к решению, полученному с учетом только временной нелокальности [5]. В свою очередь, при дополнительном условии $\gamma_1 \rightarrow 0$ выражение (14) приводит к классическому решению локально-равновесного уравнения массопереноса.

Из аналитического решения задачи о быстром затвердевании в стационарном режиме [6] концентрация на плоской границе раздела

$$X_L^* = X_0/k(V), \quad (15)$$

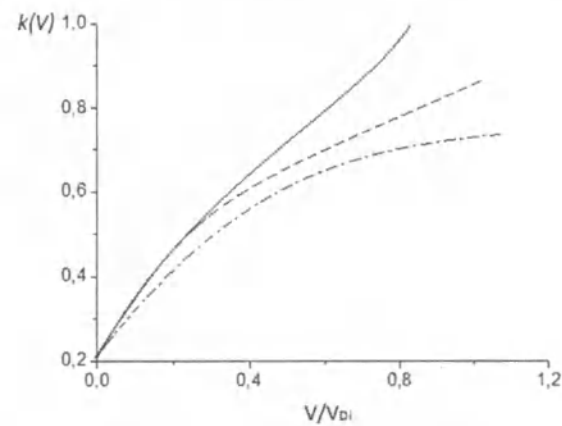


Рис.1 Зависимости коэффициента распределения примеси от безразмерной скорости фронта V/V_{D_1L} . Пунктирная линия с точкой – локально-равновесная модель [4], пунктир – локально-неравновесная модель с учетом только временной нелокальности (т.е. $V_{D_2L} \rightarrow \infty$, $\gamma_2 \rightarrow 0$), сплошная линия – локально-неравновесная модель с учетом пространственно-временной нелокальности (16).

где X_0 — начальная концентрация примеси в системе. Подставляя (15) в (16), получаем выражение для функции неравновесного распределения примеси на границе:

$$k(V, X_0) = \frac{(1 - V^2/V_{D1}^2)[k_e + (1 - k_e)X_0] + V/V_{D1} + [k_e^2 + (1 - k_e^2)X_0]V/V_{D2}}{(1 - V^2/V_{D1}^2) + V/V_{D1} + V/V_{D2}} \quad (16)$$

На рис.1 приводятся теоретические зависимости коэффициента распределения примеси от безразмерных скоростей фронта затвердевания V/V_{D1} и V/V_{D2} по формуле (16) с использованием параметров: $X_0 = 0.25$, $k_e = 0.1$, $V_{D1} = 5$ м/с, $V_{D2} = 7$ м/с.

При относительно невысоких скоростях $V \ll V_{D1}$, когда локально-неравновесными эффектами диффузии примеси в жидкой фазе можно пренебречь, коэффициент сегрегации локально-равновесной k_e и неравновесной $k(V)$ модели практически совпадает и лимитирующей стадией процесса разделения примеси является ее диффузия через границу раздела фаз. Когда $V \sim V_{D1}$, то локально-неравновесные эффекты приводят к существенному отличию k_e от $k(V)$. При дополнительном учете пространственной локальности ($\gamma_2 \neq 0$) переход к бездиффузионному механизму затвердевания не предсказывается; даже при скоростях $V > V_{D1}$ в расплаве сохраняется зона, в которой идет сегрегация примеси из твердой фазы в жидкую, что качественно меняет механизм фазообразования при высокоскоростной кристаллизации сплавов. С ростом вклада пространственно-нелокальных эффектов (с ростом τ_2 или γ_2) увеличивается ширина диффузионного слоя.

Предлагаемые локально-неравновесные модели процессов переноса, с одной стороны, находят в соответствии с существующими версиями локально-неравновесной термодинамики, а с дру-

гой — расширяют круг возможных объектов исследований и имеют относительно простой вид, позволяющий использовать их для анализа конкретных физических задач.

Литература

1. Быковский Ю.А., Невалин В.Н., Фоминский В.Ю. Ионная и лазерная имплантация металлических материалов. М.: Энергоатомиздат, 1991. 240 с.
2. Бойко В.И., Валяев А.Н., Погребняк А.Д. Модификация металлических материалов импульсными мощными пучками частиц // Успехи физических наук. 1999. №11. С. 1243–1271.
3. Блейхер Г.А., Кривобоков В.П., Пащенко О.В. Теплофизические процессы в твердом теле при воздействии мощных импульсных пучков заряженных частиц // Известия Томского политехнического университета. 2000. №2. С. 71–91.
4. Соболев С.Л. Влияние локальной неравновесности на высокоскоростное затвердевание бинарных сплавов // Журнал технической физики. 1998. Том 68. №3. С. 45–51.
5. Galenko P. Solute trapping and diffusionless solidification in a binary system // Physical review E. 2007. V.76. P (031606-1)–(031606-9).
6. Sobolev S.L. Local-nonequilibrium model for rapid solidification of undercooled melts // Physics letters A. 1995. V.199. P. 343 – 352.
7. Вершинин Г.А., Геринг Г.И., Афонькина Е.А. Описание в локально-неравновесном приближении массопереноса в кристаллах при воздействии высокоинтенсивными пучками заряженных частиц // Поверхность. 2003. №5. С. 14–16.
8. Christian J.W. The theory of transformations in metals and alloys, 2nd ed. (Pergamon Press, Oxford, 1975), Pt. 1, Chap.3.

АВТОМАТИКА

УДК 681.5.01

Синтез логико-динамических автоматических систем на основе критериальных условий

Т.Т. ОМОРОВ – докт.техн.наук, член-корр. НАН КР,
Г.А. КОЖЕКОВА – с.н.с. НАН КР

The problem of control by multivariate objects in conditions of parametrical uncertainty is considered. The method of construction of an adaptive regulator for linear dynamic system is offered.

В теории и практике автоматизации технических объектов и технологических процессов достаточно большой класс систем составляют логико-динамические системы автоматического управления (САУ). В таких САУ алгоритм функционирования Φ объекта (рис.1) включает логические условия.

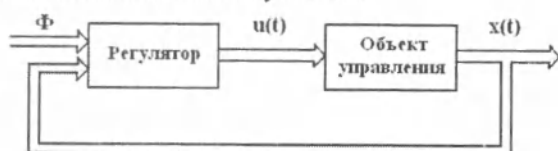


Рис.1. Общая структура САУ.

Регулятор обеспечивает формирование вектора управления $u(t)=[u_1(t), u_2(t), \dots, u_m(t)]^T$ на объект с целью поддержания (изменения) его текущего состояния, описываемого вектора $x(t)=[x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)]^T$ в соответствии с заданным алгоритмом Φ . При этом последний задается различным способом. В частности, он определяется в виде:

- программы движения объекта во времени, определяемом вектором $g(t)=[g_1(t), g_2(t), \dots, g_n(t)]^T$, где $g_i(t)$ – задающее воздействие для координаты $x_i(t)$ вектора состояния $x(t)$;

- функциональных соотношений:

$$\tilde{\Phi}_k[x(t)] = 0, \quad k = \overline{1, N}. \quad (1)$$

Логико-динамические системы управления (1), кроме обычных, включают и логические условия (соотношения). Далее рассмотрим задачу синтеза регулятора логико-динамической САУ многомерным линейным объектом, модель которого задана следующим векторным дифференциальным управлением:

$$\dot{x}(t) = f[x(t), u(t)]. \quad (2)$$

где компоненты вектор-функции $f[x(t), u(t)] = [f_1(x, u), f_2(x, u), \dots, f_n(x, u)]^T$.

Предполагается, что

- объект (2) обладает свойством управляемости [1];
- переменные состояния $x_i(t)$, $i = \overline{1, n}$, непрерывно измеряются;
- соблюдается условие $N \leq m$, т.е. общее число функциональных соотношений не больше размерности вектора управления $u(t)$.

Задача синтеза регулятора состоит в определении вектора управляющих воздействий $u(t)$ для объекта (2), обеспечивающего выполнение функциональных соотношений (1), содержащих логические условия. Предполагается, что последние задаются логическими операциями,

такими, как обобщенные дизъюнкция, конъюнкция и инверсия.

Далее для задания указанных логических функций используется аппарат непрерывной логики [2, 3, 4]. При этом:

➤ обобщенная конъюнкция:

$$x_i \wedge x_j = \max(x_i, x_j), \quad i \neq j; \quad (3)$$

➤ обобщенная дизъюнкция:

$$x_i \vee x_j = \min(x_i, x_j), \quad i \neq j; \quad (4)$$

➤ обобщенная инверсия:

$$\bar{x}_i = 2\beta - x_i. \quad (5)$$

В целях разрешимости сформулированной выше задачи синтеза регулятора целесообразно преобразование логических операций, заданных соотношениями (3), (4) и (5), через операции традиционной алгебры. Эти преобразования даются следующими соотношениями:

$$x_i \wedge x_j = 0,5(x_i + x_j - |x_i - x_j|), \quad (6)$$

$$x_i \vee x_j = 0,5(x_i + x_j + |x_i - x_j|), \quad (7)$$

$$\bar{x}_i = 2\beta - x_i. \quad (8)$$

где $\beta = 0$.

Необходимо отметить, что в работах [2, 3] получены более общие формулы, дающие алгебраические представления логических функций (3) и (4):

$$x_i \wedge x_j = 0,5(x_i + x_j - \sqrt{x_i^2 + x_j^2 - 2bx_ix_j}), \quad (9)$$

$$x_i \vee x_j = 0,5(x_i + x_j + \sqrt{x_i^2 + x_j^2 - 2bx_ix_j}), \quad (10)$$

где b – вещественное число ($-1 < b \leq 1$).

В результате указанных операций функциональные соотношения (1), содержащие логические связи, будут преобразованы в обычные алгебраические соотношения:

$$\varphi_k[x(t)] = 0, \quad k = \overline{1, N}. \quad (11)$$

Далее рассмотрим возможность применения метода синтеза многомерной САУ, предложенной в работах [5, 6, 7], для построения регулятора для объекта (2), обеспечивающего выполнение функциональных соотношений (11).

Предварительно следует отметить, что в общем случае в начальный момент времени $t = t_0$ норма $\|\varphi[x(t_0)]\| \neq 0$, где $\varphi = [\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_N]^T$.

В процессе управления при $t > t_0$ необходимо стремиться, чтобы $\|\varphi[x(t)]\| \rightarrow 0$, т.е.

$$\varphi_k[x(t)] \rightarrow 0, \quad k = \overline{1, N}. \quad (12)$$

Введем следующие функции:

$$J_k(t) = \int_{t_0}^t \varphi_k(\tau) \dot{\varphi}_k(\tau) d\tau, \quad k = \overline{1, N}. \quad (13)$$

Теперь сформулируем основную теорему указанного метода применительно к рассматриваемой задаче синтеза логико-динамической САУ.

Теорема. Пусть $\varphi_k(t_0) \neq 0$, $i = \overline{1, N}$ и для каждого t_0 и $t > t_0$ выполняются условия

$$\int_{t_0}^t \varphi_k(\tau) \dot{\varphi}_k(\tau) d\tau < 0, \quad k = \overline{1, N}. \quad (14)$$

Тогда модули невязок $|\varphi_k(t)|$ с течением времени убывают и

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \varphi_k(t) = 0, \quad k = \overline{1, N}.$$

Решение задачи синтеза. Для построения требуемого закона управления $u(t)$ будем использовать условия (14). Для этой цели вначале векторное уравнение объекта (2) запишем в координатной форме:

$$\dot{x}_i(t) = f_i[x(t), u(t)], \quad i = \overline{1, n}. \quad (15)$$

Производные по времени

$$\dot{\varphi}_k(t) = \sum_{i=1}^n F_{ki} \dot{x}_i(t), \quad k = \overline{1, N}, \quad (16)$$

где F_{ki} – компоненты вектор-градиента

$$\nabla \varphi_k(x) = [F_{k1}, F_{k2}, \dots, F_{kn}] = \left[\frac{\partial \varphi_k(x)}{\partial x_1}, \frac{\partial \varphi_k(x)}{\partial x_2}, \dots, \frac{\partial \varphi_k(x)}{\partial x_n} \right].$$

С учетом соотношений (15) и (16) выражение для критериальных функций $J_k(t)$ имеет вид

$$J_k(t) = \sum_{i=1}^n \int_{t_0}^t \varphi_k(\tau) F_{ki} f_i[x(\tau), u(\tau)] d\tau, \quad k = \overline{1, N}. \quad (17)$$

Теперь потребуем, чтобы вектор управления $u(t)$ обеспечивал выполнение следующих соотношений:

$$\sum_{i=1}^n F_{ki} f_i(x, u) = \alpha_k \varphi_k(x), \quad k = \overline{1, N}. \quad (18)$$

где α_k – вещественные параметры, которые необходимо определять так, чтобы выполнялись условия (14). С учетом соотношений (18) выражение (17) для критериальных функций $J_k(t)$ запишется в виде

$$J_k(t) = \alpha_k \int_{t_0}^t \varphi_k^2(\tau) d\tau, \quad k = \overline{1, N}.$$

Отсюда легко заметить, что условия (14) выполняются, если параметры α_k принимают отрицательные значения:

$$\alpha_k < 0, \quad k = \overline{1, N}. \quad (19)$$

Таким образом, при выборе параметров α_k , удовлетворяющих условию (19), соотношения (18) представляют собой уравнения синтеза закона управления $u(t)$, обеспечивающего приближенное выполнение функциональных соотношений (1).

На основе полученных результатов можно сформулировать следующее утверждение.

Утверждение. Пусть модель объекта управления и цель управления задаются соотношениями (2) и (1). Тогда для выполнения критериальных условий (14) закон управления $u(t)$ должен удовлетворять следующим соотношениям:

$$\nabla \varphi_k(x) f(x, u) = \alpha_k \varphi_k(x), \quad k = \overline{1, N}. \quad (20)$$

В практике автоматического управления многомерными объектами последние могут принадлежать к классу линейных и нелинейных систем. Рассмотрим эти случаи.

Синтез линейных логико-динамических систем функционального управления. В случае линейного объекта векторное уравнение (2) принимает вид

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t), \quad (21)$$

где A и B – вещественные матрицы:

$$A = \{a_{ij}\}_{n \times n}, \quad B = \{b_{iv}\}_{n \times m}.$$

При этом компоненты вектор-функции $f[x(t), u(t)]$ определяются по формуле

$$f_i(x, u) = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + \sum_{v=1}^m b_{iv} u_v, \quad i = \overline{1, n}.$$

Тогда с учетом последних выражений уравнения синтеза (20) запишутся в виде

$$\sum_{i=1}^n F_{ki} \left[\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + \sum_{v=1}^m b_{iv} u_v \right] = \alpha_k \varphi_k, \quad k = \overline{1, N}. \quad (22)$$

Введем обозначения

$$\hat{a}_{kj} = \sum_{i=1}^n F_{ki} a_{ij}, \quad \hat{b}_{kv} = \sum_{i=1}^n F_{ki} b_{iv},$$

следующие матрицы $\hat{A} = \{\hat{a}_{kj}\}_{N \times n}$, $\hat{B} = \{\hat{b}_{kv}\}_{N \times m}$ и вектор $\hat{\alpha} = [\alpha_1 \varphi_1, \alpha_2 \varphi_2, \dots, \alpha_N \varphi_N]^T$. Тогда системе линейных уравнений (22) можно записать в векторно-матричной форме

$$\hat{B}u = \hat{\alpha} - \hat{A}x. \quad (23)$$

Укажем некоторые варианты определения закона управления $u(t)$, которые зависят от соотно-

шений между размерностью m вектора управления $u(t)$ и количеством функциональных равенств N .

В случае когда $N=m$, а для матрицы \hat{B} существует обратная матрица \hat{B}^{-1} , закон функционального управления определяется по явной формуле

$$u(t) = \hat{B}^{-1} [\hat{\alpha} - \hat{A}x]. \quad (24)$$

Рассмотрим случай, когда $N \neq m$. Введем m -мерные вектор-столбцы a_j , $j = \overline{1, N}$, составленные из строк матрицы B :

$$\begin{bmatrix} a_1^T \\ a_2^T \\ \vdots \\ a_N^T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{b}_{11} & \hat{b}_{12} & \dots & \hat{b}_{1m} \\ \hat{b}_{21} & \hat{b}_{22} & \dots & \hat{b}_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \hat{b}_{N1} & \hat{b}_{N2} & \dots & \hat{b}_{Nm} \end{bmatrix}.$$

Пусть векторы a_j , $j = \overline{1, N}$ линейно независимы. Тогда закон управления $u(t)$, имеющий минимальную норму $\|u(t)\|$, можно определить в виде линейной комбинации векторов a_j [8]:

$$u(t) = \sum_{j=1}^N c_j a_j, \quad (25)$$

где c_j – скалярные коэффициенты, составляющие вектор $c = [c_1, c_2, \dots, c_N]^T$.

Вектор c определяется так, чтобы обеспечить выполнение исходного векторного уравнения (23). Путем подстановки выражения (25) для $u(t)$ в левую часть (23) получаем следующее соотношение:

$$\hat{B}a_1 c_1 + \hat{B}a_2 c_2 + \dots + \hat{B}a_N c_N = \hat{\alpha} - \hat{A}x.$$

Последнее векторное равенство эквивалентно следующей системе линейных уравнений:

$$\tilde{B}c = \hat{\alpha} - \hat{A}x, \quad (26)$$

где $N \times N$ -мерная матрица

$$\tilde{B} = [\hat{B}a_1, \hat{B}a_2, \dots, \hat{B}a_N].$$

Поскольку векторы a_j , $j = \overline{1, N}$ линейно независимы, матрица \tilde{B} имеет обратную матрицу \tilde{B}^{-1} [8]. Следовательно, искомый вектор c определяется по формуле

$$c = \tilde{B}^{-1} [\hat{\alpha} - \hat{A}x]. \quad (27)$$

В результате с учетом (27) закон функционального управления имеет следующий вид:

$$u = B^T \tilde{B}^{-1} [\hat{\alpha} - \hat{A}x]. \quad (28)$$

Следует отметить, что функциональные соотношения (1) также могут иметь линейные или нелинейные формы. В первом случае имеем, что $\varphi_k(x) = c_{k1}x_1 + c_{k2}x_2 + \dots + c_{kn}x_n + b_k$, $k = \overline{1, N}$. (29) где c_{ki} – заданные вещественные числа.

Тогда частные производные

$$F_{ki} = c_{ki}, \quad k = \overline{1, N}, \quad i = \overline{1, n}.$$

В рассматриваемом случае компоненты вектора-градиента $\nabla \varphi_k(x)$ не зависят от координат состояния $x(t)$. Тогда вектор $\hat{\alpha}$ с учетом (29) можно представить в виде

$$\hat{\alpha} = \hat{C}x, \quad (30)$$

где матрица

$$\hat{C} = \begin{bmatrix} \alpha_1 c_{11} & \alpha_1 c_{12} & \dots & \alpha_1 c_{1n} \\ \alpha_2 c_{21} & \alpha_2 c_{22} & \dots & \alpha_2 c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \alpha_N c_{N1} & \alpha_N c_{N2} & \dots & \alpha_N c_{Nn} \end{bmatrix}.$$

В результате формула (28) для закона управления с учетом (30) имеет вид

$$u(t) = B^T \tilde{B}^{-1} [\hat{C} - \hat{A}] x(t). \quad (31)$$

Таким образом, искомый регулятор реализуется в виде линейной обратной связи

$$u(t) = Kx(t), \quad (32)$$

где матрица регулятора

$$K = B^T \tilde{B}^{-1} (\hat{C} - \hat{A}).$$

Синтез законов управления нелинейными объектами. Рассмотрим случай, когда вектор управления $u(t)$ в уравнение объекта входит линейно:

$$\dot{x}(t) = \hat{f}[x(t)] + B(x)u(t), \quad (33)$$

где $\hat{f}[x(t)] = [\hat{f}_1(x), \hat{f}_2(x), \dots, \hat{f}_n(x)]^T$ – n -мерная вектор-функция, компоненты которой зависят только от вектора состояния $x(t)$ объекта управления.

Векторное уравнение (33) в координатной форме имеет вид

$$\dot{x}_i(t) = \hat{f}_i(x, u) + \sum_{v=1}^m b_{iv}(x) u_v(t), \quad i = \overline{1, n}. \quad (34)$$

В рассматриваемом случае уравнения синтеза (22) имеют следующий вид:

$$\sum_{i=1}^n F_{ki} \left[\hat{f}_i(x) + \sum_{v=1}^m b_{iv}(x) u_v \right] = \alpha_k \varphi_k, \quad k = \overline{1, N}. \quad (2.2.26)$$

Вводя соответствующие обозначения, получаем уравнения, аналогичные соотношениям (23). При этом элементы матрицы A определяются по другой формуле:

$$\hat{a}_{kj} = \sum_{i=1}^n F_{ki} \hat{f}_i(x),$$

а элементы матрицы \hat{B} и вектора $\hat{\alpha}$ вычисляются, как и в линейном случае.

Таким образом, процедура синтеза логико-динамической САУ линейным объектом (21) на основе сформулированной выше теоремы включает следующие основные операции:

Шаг 1. Задание модели объекта (21) в переменных состояниях.

Шаг 2. Определение функциональных соотношений (1), содержащих обобщенные логические операции (3) – (5).

Шаг 3. Преобразование функциональных соотношений (1) в традиционные алгебраические соотношения (11).

Шаг 4. Формирование уравнений синтеза (18).

Шаг 5. Решение уравнений синтеза (18) и определение искомого закона управления $u(t)$.

Литература

1. *Справочник по теории автоматического управления*/Под ред. А.А.Красовского. М.: Наука, 1987. 712 с.
2. Гинзбург С.А. Математическая непрерывная логика и изображения функций. М.: Энергия, 1968.
3. Рвачев В.Л. Геометрические приложения алгебры логики. Киев.: Техніка, 1967.
4. Бойчук Л.М. Метод структурного синтеза нелинейных систем автоматического управления. М.: Энергия, 1971. 112 с.
5. Оморев Т.Т., Кожекова Г.А. Синтез систем управления многомерными объектами по критериальным ограничениям // Известия НАН КР. Б. 2009. №1.
6. Оморев Т.Т., Кожекова Г.А. Синтез законов управления взаимосвязанными электроприводами // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. М.: 2009. №10.
7. Оморев Т.Т., Кожекова Г.А. Синтез адаптивного регулятора многомерной системы управления в условиях параметрической неопределенности // Известия НАН КР. Б. 2010. №2.
8. Беллман Р. Введение в теорию матриц. М.: Наука, 1976. 352с.

ОСВОЕНИЕ НЕДР ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 550.83:622.001.12 (575.2) (04)

Геоструктуроскопия горных пород на основе геофизических комплексов и алгоритмов нейросетевого программирования

Ю.Г. АЛЁШИН – канд. техн. наук.

Methodological problems of automatic recognition of structural characteristics of rocks are considered. Efficiency of geophysical complexes for the decision of these issues using neural network algorithms is investigated.

Обоснование общего методического подхода. Процесс принятия решений при геофизическом изучении структурных образований горного массива можно рассматривать как игру статистического характера, которую распознающая система, включающая коллектив специалистов, совокупность технических средств получения и переработку информации, алгоритмов и вычислительных устройств принятия решений, ведёт с природой. Этот процесс аналогичен игре двух лиц с нулевой суммой, в которой игроком А является природа, а игроком В – классифицирующий механизм системы распознавания. В такой интерпретации проблема распознавания допускает глубокую формализацию в постановке и решении основных задач, позволяющих сконструировать оптимальные процедуры выбора и схемотехнические показатели аппаратуры.

Обращение к вероятностным мерам в традиционных алгоритмах решения задач распознавания ведёт к использованию законов распределения, которые отражают лишь вероятностные соотношения и исключают учёт причинно-следственных связей, имея завершённую форму, они подчинены жёстким ограничениям. В то же время экспериментально полученные распределения свойств горных пород обладают не

только самыми разнообразными распределениями, но также демонстрируют неустойчивость параметров этих распределений. Для этих свойств вообще неприемлемо понятие «генеральной совокупности» – эти свойства изменяются при переходе от одного участка, региона, субрегиона на другие аналогичные объекты; любое свойство определяется целым комплексом других характеристик, совокупность которых специфична для любого достаточно малого участка горного массива. Аппроксимации распределений, полученные на участке обучения, отличаются от таковых на участках «рабочего» распознавания. Поэтому необходимы такие процедуры распознавания, которые не оперировали бы законами распределения как информативными параметрами и их взаимными корреляционными связями, так и распределениями самих структурных классов. На сегодняшний день подобная идея в наилучшей мере реализована в нейросетевых распознающих автоматах.

Принципиальное отличие нейросетевого автомата в роли орудия переработки информации от традиционных методов статистических решений заключается в том, что в них средства обработки информации (алгоритмы) не задаются априорно, а создаются в процессе обучения. Априорно име-

ются лишь элементы для создания необходимых в каждом конкретном случае средств и существуют в какой-то форме общие приёмы использования имеющихся элементов. Компьютерные нейросетевые автоматы используют свойства подсознательного функционального уровня нервной системы.

На рис. 1 представлены описанные выше два подхода к разработке процедуры распознавания структуры горных пород. Хорошо виден существенный выигрыш в общих подготовительных процедурах и объёме априорной информации, которые необходимы для обучения компьютерных автоматов; многие из них переложены на плечи нейросетевого автомата при использовании нейросетевого подхода, который и использован нами в дальнейших исследованиях.

Нейросетевые автоматы реализуют подход к оценке плотности вероятности, основанный на ядерных оценках [1]: тот факт, что наблюдение расположено в данной точке пространства (в общем случае многомерного) входных данных, свидетельствует о том, что в этой точке имеется некоторая плотность вероятности. Кластеры из близлежащих точек указывают на то, что в этом месте плотность вероятности большая или значимая. Вблизи наблюдения имеется большее доверие к уровню вероятности, а по мере отдаления от него доверие убывает и стремится к нулю. Это, в общем, довольно нечёткое утверждение формализуется таким образом, что в точках, соответствующих каждому наблюдению, помещается некоторая простая функция (например, гауссова), затем все они складываются, и в результате получается оценка для общей плотности вероятности. Если обучающих примеров достаточно, то такой метод даёт хорошее приближение к «истинной» плотности вероятности для данной конкретной совокупности исходных данных без всякой аналитической аппроксимации «гладкими» функциями.

Формирование словаря информативных признаков. Основу принятой нами классификации горных пород, представляющей практический интерес при постановке экспериментальных исследований, составляет изменчивость важнейших показателей горного массива, таких как:

- микротрещиноватость и пористость (в том числе при заполнении пор и микротрещин продуктами выветривания);
- изменение минерального состава, появление дополнительных окислов, разрыхление горной массы, разрушение минералов, умень-

шение сцепления кристаллов в процессе выветривания породы, их прочностных и деформационных свойств;

- сланцеватость текстуры, появление плоскостей ослабления породы, резкая анизотропия прочностных и деформационных свойств;
- микротрещиноватость породы в массиве по признаку количества микротрещин на единицу длины разведочного пересечения; ориентировка трещин; зон дробления; брекчиевидное состояние породы.

Подобное направление классификации, которое охватывает существенно разномасштабные уровни дефектности или нарушенности монолитных структур, представляет весьма специфическое и основное требование к набору первичных информативных признаков и в целом к методу исследования структуры горной породы. Это требование заключается в чувствительности информативных признаков и метода в целом к изменению структуры горной породы различного масштаба, имеющих порядок от 10^{-3} до 1 м в однозначной функциональной или надёжной корреляционной связи с целым комплексом физико-механических свойств горных пород, определяющих их прочностные и деформационные свойства.

Невозможность использования в подобных задачах распознавания единственного информативного признака очевидна, возникает необходимость комплексации информативных признаков.

С этих позиций можно сформулировать ещё несколько принципиальных общих требований к методу, определяющих совместимость информативных параметров и в целом возможность построения рациональных технических средств:

- требование информационной совместимости измеряемых параметров самих измерительных алгоритмов, согласованность объёмов породы и масштабов неоднородности, по которым получена информация с использованием всех параметров, с характеристиками физических сигналов;
- требования конструктивной совместимости технических устройств — согласованность конструктивных параметров модулей и функциональных узлов при аппаратной обработке физических сигналов информативных параметров во время их совместного использования;
- требование энергетической совместимости технических устройств — согласованность параметров энергетических источников;

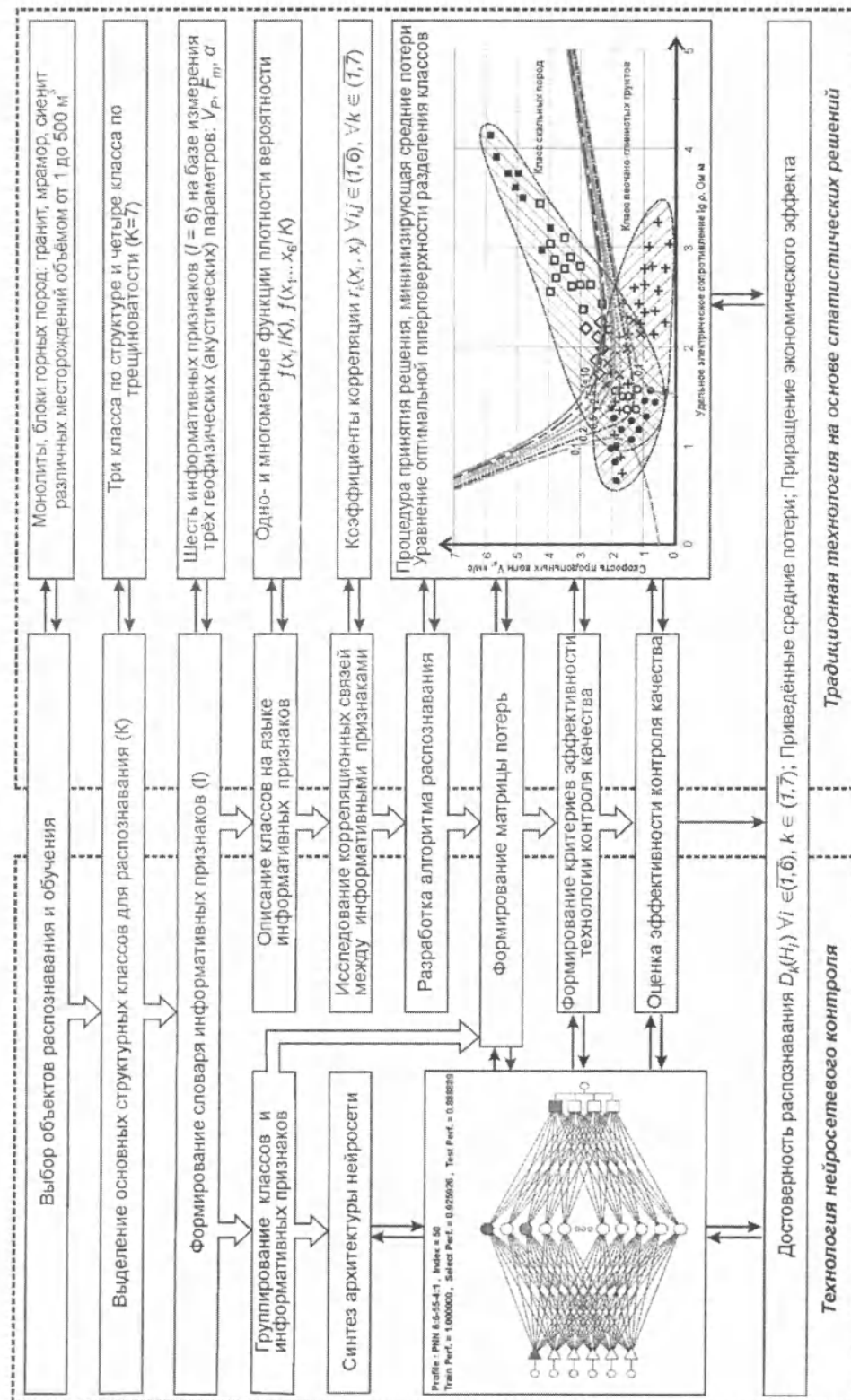


Рис. 1. Этапы формирования и оценки эффективности двух технологий неоднородностей горных пород.

- требование метрологической совместимости – сопоставимость результатов измерений, рациональный выбор и нормирование метрологических характеристик модулей и функциональных узлов;
- требование эксплуатационной совместимости – согласованность характеристик измерительных целей, модулей, функциональных узлов по надёжности и стабильности, согласованность информативных параметров по показателям информативности (информативная разнородность).

Всем этим требованиям в значительной мере отвечают сейсмоакустические методы исследования структурных неоднородностей горных пород. Эти методы обладают, кроме этого, рядом экспериментальных достоинств, важнейшие из которых следующие:

- малая трудоёмкость при сравнительно высокой достоверности результатов;
- отсутствие всяких повреждающих и разрушающих воздействий на горную породу;
- возможность неограниченного повторения экспериментов, что придаёт особую достоверность результатам;
- оперативность получения информации;
- возможность широкой вариации объёмов измерений и сопоставимость результатов измерений в пределах этих вариаций;
- компактность применяемой аппаратуры, возможность использования промышленных преобразователей, узлов;
- возможность равномерного опробования горного массива при заданном масштабе измерения с детальностью, достаточной для необходимых выводов.

Наращивание информационной мощности акустического метода может осуществляться за счёт использования кинематических и динамических характеристик упругих волн и анализа их различных спектральных составляющих.

Синтез нейросетевого автомата и исследование качества распознавания структурных классов. Процедура обучения нейросетевого автомата есть фактически организация его архитектуры, оптимальным образом согласованной с задачами распознавания, условиями решения задачи, информативными параметрами. Эта процедура осуществлялась нами последовательно в виде этапов, показанных на рис. 1.

На первом этапе производился выбор объектов исследования, предварительная класси-

фикация образов и выбор словаря информативных признаков. Объектом исследований явились монолиты и блоки горных пород различных месторождений природного камня объёмом от 1 до 100 м³. Вся их совокупность моделировала различные структурные образования реальных горных массивов и текстуру горных пород, начиная со сплошной, с массивной, мелкозернистой и заканчивая брекчиевидной, но скреплённой отдельными сплошными перемычками (целиками) либо слабосцементированными вторичными продуктами выветривания. Основные структурные классы для обучения распознаванию были выделены исходя из практических потребностей предприятий камнедобычи и камнеобработки, а также состояния сырьевой базы. Они представлены в таблице.

Словарь информативных признаков включал в себя кинематические и динамические характеристики упругих волн с анализом их спектральных компонент в области частот от 0,5 до 50 кГц для условий импульсного широкополосного инициирования акустического сигнала по методу прозвучивания горной породы на базах до 10 м. В состав геофизического комплекса были включены: скорость продольных волн V_p ; частота максимума спектральной плотности акустического сигнала, прошедшего исследуемую толщу, F_m ; коэффициент эффективного поглощения продольной волны α . Дополнительно к этому использовались три трансформанты этих признаков, корреляционно слабо связанных с ними: ΔV_p , ΔF_m , $\Delta \alpha$. Попытка описания структурных классов на языке информативных геофизических признаков приводит к сложным многомерным плотностям гамма-распределения с заметными взаимными корреляционными связями между признаками, весьма размытыми и пересекающимися границами классов. В таких условиях наиболее совершенная процедура выбора и комплексации информативных параметров, оценка эффективности их применения может быть основана на использовании нейросетевых алгоритмов распознавания образов. В результате предварительного обучения нейросетевого автомата появляется возможность построить классификационное правило на основе отобранных информативных признаков, являющееся оптимальным в смысле наименьшей вероятности совершения ошибок классификации при распознавании алфавита структурных классов. Такой подход в данном случае целесообразен и оправдан тем, что сама задача распознавания решается для условий массового производства

Характеристика структурных классов горных пород,
используемых для экспериментальных исследований

Условные обозначения классов	Характеристика структурно-текстурных особенностей
0.0	Породы монолитные первой категории сохранности со сплошной массивной текстурой; граниты, сиениты со свежей, сочной, равномерной окраской; зёрна шпатов прямоугольной формы, свежие, прозрачные, границы без каёмки продуктов выветривания; мраморы хорошо раскристаллизованы; предел прочности на сжатие образцов пород не ниже 120 МПа, общая пористость не выше 2%; в пределах блока не прослеживаются слоистость, напластование, переход цветовой гаммы, трещины; выход целых плит после распиловки не ниже 90% от планируемого; брак – технологический
1.0	Микроструктура и текстура породы те же, что и в классе 0.0, за исключением того, что базу прозвучивания пересекает трещина под углом 75...90°
2.0	То же за исключением того, что базу прозвучивания пересекают две трещины под углом 74...90°, разделённых слоем породы не менее 0,5 м; берега трещин сомкнутые
3.0	То же за исключением того, что трещиноватость блока, оцениваемая по состоянию поверхности его граней от 3 до 5 м/м ² ; общая сохранность блока как целого осуществляется за счёт ненарушенных участков породы; трещины вклиниваются в глубь блока; раскрыв берегов – до 1 мм
4.0	Микроструктура породы в отдельных частях в основном сохранена; высокая трещиноватость блока вплоть до образования брекчий размером 10...20 см неправильной косоугольной формы, многогранные трещины большей частью заполнены продуктами выветривания; в мраморах трещины иногда офитизированы, залечены кальцитом
5.0	Явно выражена слоистость породы и напластования, пересекающие базу прозвучивания под углом >45°, сцепление по слоям прочное, обеспечивающее целостность плит небольшого размера; разрушение плит в основном по границам вдоль слоёв
0.9	Порода второй категории сохранности с незначительным посветлением тонов, появлением желтоватых и землистых оттенков у интрузивных разновидностей; текстура массивная, но повышенной пористости, которая в среднем составляет 1,5...2%, предел прочности на сжатие не ниже 80 МПа; в сиенитах значительное изменение окраски, появление гидроокислов железа. Помутнение полевых шпатов; в блоках отсутствуют макронарушения, слоистость; окраска в целом равномерная
0.10	Микроструктура породы нарушена значительно, вплоть до ослабления контактов зёрен между собой и их шелушения; хорошо видны микротрещины, возможны их слияние и образование брекчиевидных структур; кромки плит в процессе фрезеровки и окантовки часто не выдержаны и выкрашиваются; плиты при обработке разрушаются, на обработанной поверхности глубокие, хаотично расположенные борозды от разрушений в процессе выветривания, а также технологической обработки минералов; предел прочности на сжатие не превышает 70...80 МПа, вариация пористости в широких пределах и не ниже 3%, выход плит из блоков не превышает 7 м ² /м ³ , зачастую невозможно провести полную распиловку блоков – незначительные динамические нагрузки приводят к разрушению плит

товарных блоков и облицовочных изделий, когда наиболее ценным является получение устойчивого среднего результата с гарантированным качеством.

Важным преимуществом нейросетевой технологии классификации является то, что она для своей реализации не требует указания на конкретные законы распределения информативных признаков и их взаимные корреляционные связи

в пределах каждого структурного класса, что является обязательным условием стандартного статистического подхода к распознаванию образов, в том числе на основе байесовского (оптимального) классификатора [2]. Благодаря этому реализуется важный принцип адекватности технологических решений состоянию массива и свойствам слагающих его пород: чем меньше степень использования аналитических аппроксимаций вместо фак-

тических сведений, тем меньше уход от реальных объектов и структур и тем меньше идеализация реальных закономерностей.

Эффективность применения компьютерной нейросетевой технологии оценки качества природного камня проверялась нами на примере двух месторождений: гранитов Каинды (Таласская область) и мраморов Арыма (близ г. Токтогула). Все исследованные блоки и монолиты природного камня были в последующем переработаны на архитектурные и облицовочные изделия, что позволило достоверно определить текстурно-структурные особенности горной породы, определить её класс и однозначно поставить ей в соответствие комплекс числовых значений геофизических (акустических) параметров.

Обучение нейросетевого автомата процедуре распознавания проводилось для наиболее общего случая равновероятной выборки всех структурных классов, подаваемых на его вход. Использо-

вались три разновидности геофизических комплексов: простейший и широко используемый в дефектоскопии, включающий только показатели продольных упругих волн V_p и ΔV_p ; средней сложности, который наряду с кинематическими характеристиками позволяет также получить информацию о положении максимума спектральной плотности акустических сигналов F_m и ΔF_m , прошедших сквозь исследуемую толщину пород, и, наконец, сложный комплекс, использующий все шесть информативных показателей дополнительно к вышеназванным, — характеристики эффективного поглощения продольных волн α_p и $\Delta \alpha$.

В отношении выбора критериев эффективности нейросетевой технологии геофизического контроля качества отметим лишь следующее. Исходная горная порода, используемая для производства блоков природного камня, оценивается комплексом характеристик, в числе которых петрографические и физико-механические свой-

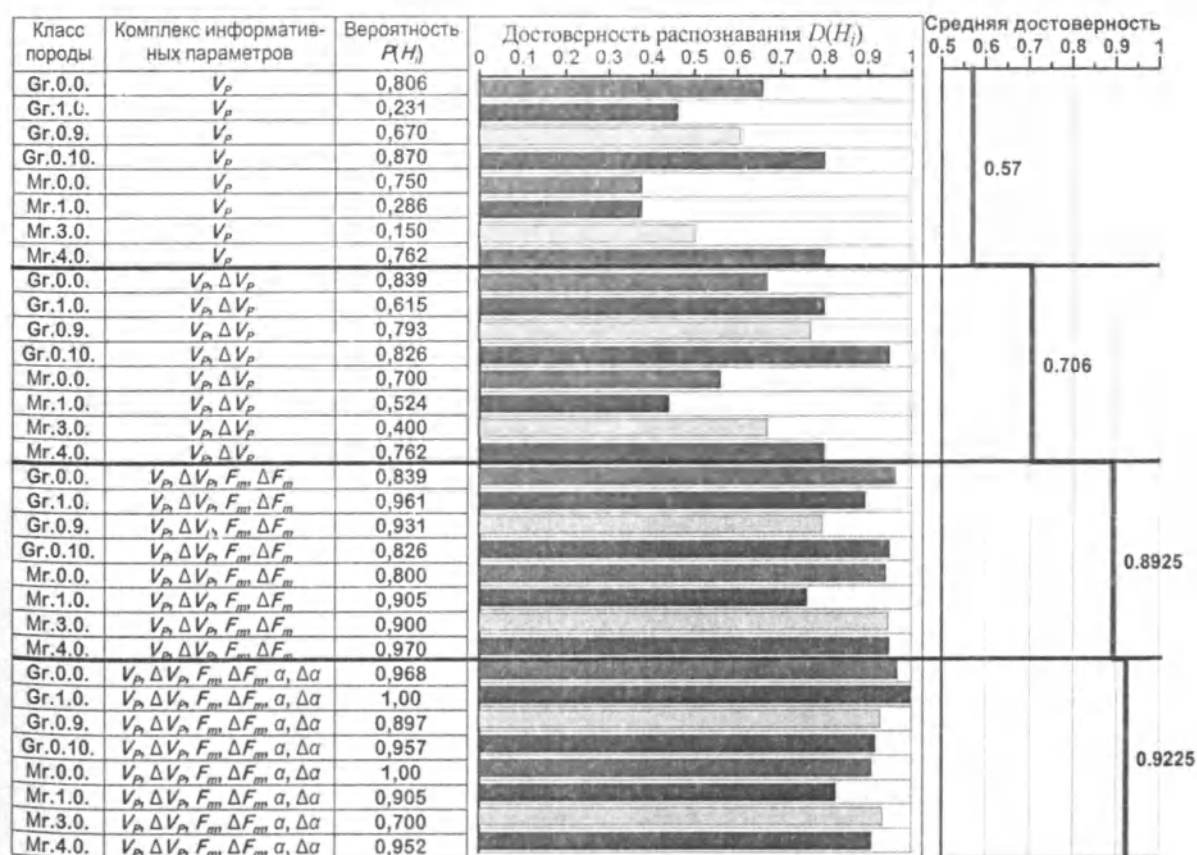


Рис. 2. Достоверность распознавания структурных классов гранитов Каинды и мраморов Арыма.

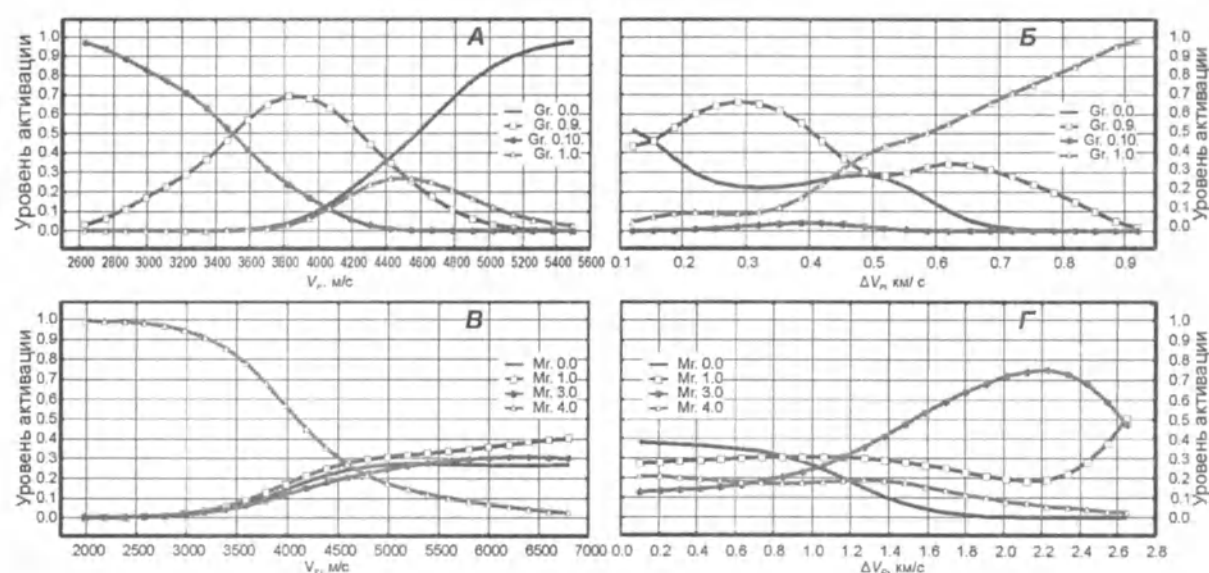


Рис. 3. Графики отклика нейросетевого автомата на входные воздействия:
А и Б – для группы гранитов, В и Г – для группы мраморов.

ства, указанные в нормативных документах (например, в ГОСТе 9479-84). Большинство из этих характеристик так или иначе находят своё отражение в геофизических показателях горной породы, степень однозначности такой взаимосвязи определяется на этапе предварительных исследований при разведке конкретных месторождений, что нами сделано было для участков розовых и серых гранитов Каинды, Картыулги и мраморов Арыма. Обучение же нейросетевого автомата оценки качества сырья следует проводить на этапе опытной добычи и распиловки блоков при одновременной оценке петрографических и физико-механических свойств пород, показателей выхода блоков из горной массы и плит из блоков, что и должно обеспечить необходимый уровень доверия к качеству технологии контроля. Важно, что в процессе обучения непосредственному наблюдению доступен не только вектор первичных информативных признаков, но также все характеристики качества горной породы и их соответствие требованиям нормативных документов, технико-экономические показатели разработки. Это определяет своеобразные идеальные условия обучения, которые обеспечивают наибольшую степень доверия к результатам работы нейросетевого автомата. Аналитически эта степень доверия может быть выражена через показатели достоверности контроля качества $D(H_i)$:

$$D(H_i) = Q_i P(H_i) / \sum_j Q_j P(H_j), \quad \forall i, j \in \{1, I\}, \quad (1)$$

где: Q_i – доля блоков i -го структурного класса в общей их совокупности обучающей выборки; $P(H_i)$ – вероятность правильной идентификации блоков i -го структурного класса; I – общее число структурных классов, в рамках которых решается задача распознавания.

Распределение этого показателя для обозначенных нами в таблице структурных классов и различных геофизических комплексов приведено на рис. 2. Следует обратить внимание на закономерное повышение эффективности распознавания по критерию (1) по мере увеличения числа информативных признаков. Как показывает анализ чувствительности нейросетевого автомата к входным воздействиям, это влияние далеко не равнозначное для отдельных признаков. Наивысшей рейтинг в геофизическом комплексе имеют два показателя: коэффициент эффективного поглощения α и скорость продольных волн V_p вне зависимости от типа горной породы (мраморы или граниты).

Необходимо иметь в виду также то обстоятельство, что наибольшая эффективность того или иного информативного признака проявляется для каждого структурного класса в пределах определённого, иногда довольно узкого интервала его изменения и каждый раз специфично в зависи-

мости от используемого полного геофизического комплекса и типа породы. Например, после обучения нейросетевого автомата структурной классификации по двум информативным признакам V_p и ΔV_p надёжная идентификация структурных классов Gr 0.0, Gr 0.9 и Gr 0.10 возможна по скорости продольных волн V_p в интервалах, соответственно $V_p > 4400$; $3500 < V_p < 4400$ и $V_p < 3500$, а класс Gr 1.0 по величине $\Delta V_p > 0,5$ км/с (рис. 8.3а,б). В группе мраморов о надёжной идентификации структурных классов можно вести речь лишь для класса Mr 4.0 в интервале $V_p < 4500$ м/с и для класса Mr 3.0 в интервале $\Delta V_p > 1,2$ км/с (рис. 3в,г).

Проведённые исследования и обобщение опыта использования геофизического метода контроля качества природного камня позволяют сделать вывод о том, что комплексация методов акустической дефектоскопии и нейросетевого распознавания структурных классов горных пород даёт возможность создать высокоэффективную технологию экспресс-контроля качества природного камня для производства облицовочных изделий. Такая технология обладает элементами адаптивности, решающие правила легко и естественно перестраиваются при изменении геолого-геофизических условий на месторож-

дении, когда обучающая выборка пополняется новыми данными с ослаблением влияния ранее использованных для первоначального обучения. Необходимо иметь в виду ещё и несомненные экспериментальные достоинства геофизического метода [3,4]: малая трудоёмкость при сравнительно высокой достоверности результатов геоконтроля, отсутствие всяких повреждающих и разрушающих воздействий на горную породу, возможность многократного производства измерений на различных базах и равномерность опробования горных массивов, блоков и товарной продукции с детальностью, достаточной для необходимых статистических выводов.

Литература

1. Хайкин С. Нейронные сети. Пер. с англ. М.: ООО «ИД Вильямс», 2006. 1104 с.
2. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов / Пер. с англ. И.Б. Гуревича. М.: Мир, 1978. 410 с.
3. Ляховицкий Ф.М., Хмелевской В.К., Яценко З.Г. Инженерная геофизика. М.: Недра, 1989. 252 с.
4. Ямщиков В.С. Методы и средства исследования и контроля горных пород и процессов. М.: Недра, 1982. 271 с.

УДК 662.642

Физико-химическая характеристика углей новых участков месторождений Кара-Кече и Туура-Кабак

Г.Б. КАМБАРОВА – научн. сотр.;
Т.А. ЛИТВИНЕНКО – к.х.н., стар. научн. сотр.
Ш.С. САРЫМСАКОВ – к.х.н., вед. научн. сотр.

In article are brought results of the technical analysis and elementary composition coal new areas and layers of 2-spaces of Kavak brown coal field – Kara-Keche and Tuura-Kabak, but also quantitative and qualitative composition of

Кыргызстан по запасам угля занимает одно из ведущих мест среди стран СНГ и республик Центральной Азии. По данным геологических отчетов,

запасы угля в Кыргызстане на более чем 40 угольных месторождениях оцениваются в 24,4 млрд. тонн, из которых на долю бурого угля приходится около 80 %.

Таблица 1

Технический анализ проб углей (в %)

Проба	W ^a , %	A ^d	V ^{daf}	B ^{daf}	HA ^{daf}	Q ^{daf} ккал/кг (расчетное)
Уголь м. Кара-Кече (участок Беш-Сары, пласт основной)	14,4	7,04	34,60	0,72	17,35	7332
Уголь м. Туура-Кабак (пластово-промышленная проба, пласт 2+3)	9,92	22,49	35,22	0,4	3,34	6992

Таблица 2

Элементный состав проб углей (% daf)

Проба	C	H	N	S	O (по разности)
Уголь м. Кара-Кече (участок Беш-Сары, пласт основной)	77,05	4,29	0,72	1,08	16,86
Уголь м. Туура-Кабак (пластово-промышленная проба, пласт 2+3)	78,21	4,65	0,99	0,74	15,41

Одним из мощных угленосных районов в республике является Кавакский буроугольный бассейн. В его состав входят несколько месторождений: Кара-Кече, Кок-Майнок, Кара-Чаули, Кашка-Суу и Туура-Кабак [1].

Объектом нашего исследования стали угли новых исследуемых и разрабатываемых участков и пластов месторождений Кара-Кече (участок Беш – Сары, основной пласт) и Туура-Кабак (пластово-промышленная проба, пласт 2+3).

Для установления энергетической ценности углей, а также нахождения возможности использования в качестве химического сырья было проведено изучение их физико-химических свойств.

Анализ проб углей выполнялся в соответствии с ГОСТами. Результаты определений приведены в табл. 1–2.

Технический анализ пробы угля месторождения Кара-Кече (участок Беш-Сары, основной пласт) показал, что этот уголь является малозольным, средней влажности. Содержание летучих веществ на органическую массу угля (ОМУ) равно 34,6 %, что согласуется с литературными данными для всех бурых углей Кыргызстана [2]. При определении количества битумов в этой пробе установлено, что оно невелико и колеблется в пределах 0,72–0,81 % (табл.1), т.е. можно сказать, что данный уголь для переработки в жидкое моторное топливо и получения других химических соединений без проведения предварительной модификации структуры угля не пригоден, т.к. обязательным условием является наличие в составе угля до 10 % битумов.

Результаты проведенного технического анализа пробы угля месторождения Туура – Кабак (пластово-промышленная проба, пласт 2+3) указывают на его многозольность, так как содержа-

ние золы в этой пробе достигает 22,49 %, что, однако, также согласуется с ранее полученными литературными данными по этому месторождению [2]. Количество же летучих веществ близко к содержанию их во всех бурых углях Кыргызстана и равно 35,22 % (табл.1). Содержание битумов также низкое (0,4 % на ОМУ), что говорит о невозможности переработки этого угля в ценные химические продукты без предварительной модификации структуры.

По результатам элементного состава (табл.2) можно сказать, что угли этих месторождений относятся к бурым углям марки БЗ, так как угли этой марки по внешнему виду и твердости напоминают каменные угли и по своему генезису относятся к углям средней и высокой степени углфикации [3].

Уголь на месторождении Кара-Кече (участок Беш-Сары, пласт основной) можно отнести к высокообуглероженным, так как содержание углерода в этой пробе на ОМУ составляет 77,05 %, а водорода – 4,29 %. Содержание азота и серы находится в пределах нормы (0,72 и 1,08 % соответственно (табл.2)), что, в свою очередь, согласуется с литературными данными [2,4].

По полученным результатам, уголь месторождения Туура-Кабак (пластово-промышленная проба, пласт 2+3) относится также к высокообуглероженным, содержание углерода в данной пробе в пересчете на ОМУ составляет 78,21 %, а водорода – 4,65 %. Содержание азота и серы невелико (0,74 до 0,99 %) и соответствует данным для бурых углей Кавакского буроугольного бассейна (табл.2) [2].

Одним из возможных путей переработки углей является проведение процесса термообработки (пиролиза) без доступа воздуха с полуще-

Таблица 3

Выход продуктов полукоксования (в %)

Проба	Первичная смола на ОМУ	На воздушно-сухой уголь		
		Полукок	Пирогенетическая вода	Газ потери
Уголь м. Кара-Кече (участок Беш-Сары, пласт основной)	1,25	70,0	17,0	12,0
Уголь м. Туура-Кабак (пластово-промышленная проба, пласт 2+3)	2,81	75,0	13,04	9,8

нием ряда ценных продуктов – первичной смолы, горючего газа и высококалорийного бездымного твердого остатка – полукокса.

Такой метод переработки угля считается целесообразным, если выход смолы составляет 10 и более процентов на ОМУ, причем содержание в ней ароматических соединений должно быть довольно высоким. Так же, как и выделенный при пиролизе газ должен быть высококалорийным с преобладающим содержанием монооксида углерода, водорода и непредельных углеводородов.

Нами с целью определения пригодности углей изучаемых месторождений для переработки путем пиролиза было проведено их полукоксование в стандартной алюминиевой реторте при температуре $500 \pm 25^\circ\text{C}$. Выход продуктов полукоксования приведен в табл.3.

В результате было установлено, что содержание первичной смолы в углях незначительно и составляет 1,25 и 2,81 % соответственно, так же, как и газа.

С целью изучения качественного состава смолы и выделившегося газа был проведен групповой анализ, где в качестве объектов исследования были использованы смола и газ, отобранные при переработке угля месторождения Туура-Кабак. Результаты исследований приведены в табл. 4 и 5.

Так, получаемый в процессе пиролиза угля твердый остаток – карбонизат или, по-другому, полукок, по своему физическому составу является порошком. Это говорит о неспособности перехода изучаемых нами углей в пластическое состояние, вследствие чего переработка их путем гидрогенизации будет затруднена, так как не будет происходить контакта угля с гидрирующим реагентом, что, в свою очередь, повлечет за собой необходимость применения пластообразователя, например, нефтяного битума, высоких давлений и дефицитных катализаторов, тем самым будет иметь место значительное усложнение технического процесса и удорожание продуктов гидрогенизации, а это экономически невыгодно.

При исследовании первичной смолы, полученной в результате термообработки угля месторождения Туура-Кабак (табл.4), установлено, что в составе первичной смолы больше всего содержится фенолов и нейтральных масел – 20,53 и 48,95 % соответственно.

Однако выход смолы из исследуемого угля очень низкий – 2,8 % на ОМУ, следовательно, переработка смолы этого угля с целью выделения из нее фенолов и нейтральных масел нецелесообразна.

В составе газа, полученного из этого же угля (табл.5), обнаружено незначительное количество непредельных углеводородов (0,3 %) и очень много диоксида углерода (40,7 %). Газ такого состава является низкокалорийным и не представляет ценности как сырье для химического синтеза, т.к. необходимым условием для переработки газа является повышенное содержание монооксида углерода (CO), водорода и непредельных углеводородов.

Исходя из полученных результатов по пиролизу исследуемых углей и качественного состава, образующихся при этом процессе продуктов (смолы, газа), можно сделать вывод, что эти угли не могут быть использованы для переработки их в жидкое моторное топливо без проведения дополнительной модификации структуры угля.

Одним из качественных показателей при подборе способа переработки угля является определение содержания в нем гуминовых кислот (НА). Так, при определении НА в пробе угля месторождения Кара-Кече установлено, что количество их равно 17,35 %, на основе чего можно сказать, что этот уголь относится к малоокисленным (табл.1). Однако он пригоден для получения на его основе таких химических продуктов, как стимуляторы роста и развития растений. Многолетний опыт земледелия показал, что даже при полном удовлетворении растения в минеральном питании им необходимы органические удобрения и стимуляторы, без которых невозможно получение

Таблица 4

Групповой состав первичной смолы угля месторождения Туура-Кабак (в %)

Проба	Свободный углерод	Карбоновые кислоты	Фенолы	Асфальтены	Парафины	Основания	Нейтральные масла	Продукты, растворимые в CH_3OH
Пластово-промышленная, пласт 2+3	5,87	0,98	20,53	2,85	0,83	1,14	48,95	10,96

Таблица 5

Состав первичного газа угля месторождения Туура-Кабак (объемные %)

Проба	CO_2	C_nH_m	CO	H_2	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$
Пластово-промышленная, пласт 2+3	40,7	0,3	16,0	13,2	28,5

достаточно высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Кроме того, загрязнение окружающей среды пестицидами и другими экотоксикантами, обладающими мутагенным и канцерогенным действиями, растущий фон ионизирующей радиации представляют опасность для живых организмов. В связи с этим актуальной является проблема изыскания экологически чистых природных соединений для защиты от повреждающего действия токсических веществ при одновременном благотворном влиянии на рост и развитие растений. Перспективны в этом отношении природные физиологически активные гуминовые кислоты, которые имеют большое значение в повышении урожайности с/х культур. Так, при использовании гуматов в очень малых концентрациях установлены сокращение срока созревания растений на 10–15 дней и повышение урожайности на 10–20 %. На основе окисленных углей можно получать также красители для древесины. Использование такого красителя позволяет окрашивать древесину в тона ореховой гаммы, при этом четко выявляется текстура древесины. Краситель, полученный из таких углей, не токсичен и экономичен в использовании.

При определении количества гуминовых кислот в изучаемой нами пробе угля месторождения Туура-Кабак установлено, что данный уголь практически не содержит гуминовых кислот, их количество соответствует 3,34 %, а это означает, что из этого угля невозможно получение углегуминовых удобрений, стимуляторов роста растений, красителей и т.д.

Таким образом, на основании проведенного физико-химического анализа исследуемых проб угля можно сделать вывод, что уголь месторождения Кара-Кече (участок Беш-Сары, основной пласт) пригоден для использования не только в качестве энергетического топлива, но и для получения на его основе таких ценных химических продуктов, как стимуляторы роста и развития растений, красители для древесины. Уголь месторождения Туура-Кабак (пластово-промышленная проба, пласт 2+3) представляет собой ценность только как энергетическое топливо. Переработка его в другие необходимые для народного хозяйства продукты без проведения специальной модификации структуры невозможна.

Литература

1. Каширин Ф.Т. Геология угольных месторождений Северной Киргизии. Фрунзе: АН Кирг. ССР, 1964.
2. Назарова Н.И. Качественная характеристика углей Киргизии. Фрунзе: Илим, 1970. С.135.
3. Автушевич И.В., Броновец Т.М., Головин Г.С., Сидорчук Е.И., Шуляковская Л.В. Стандартные методы испытания углей. Классификация углей. М.: НТК «Трек», 2008. С.368.
4. Химико-технологическая характеристика углей Кара-Кече Кавакского угленосного района / Королева Р.П., Алыбакова Н.К., Сарымсаков Ш.С., Жоробекова Ш.Ж. // Сб. науч. тр. ИХХТ НАН КР. Бишкек: 1998. Ч. III С.42–46.

УДК 553.625+631.8+553.635(575.2)(04)

Агроруды Кыргызстана и перспективы их использования

А. Б. БАКИРОВ – академик НАН КР;
И. А. МЕЗГИН – ст. научн. сотр.

Nowadays great amount of plowed fields are exhausted, salted, polluted and are out of farming rotation; cattle breeding is deprived of feed additives. The article gives information on availability of agronomical ores in Jalal-Abad oblast which may be used as mineral fertilizers, ameliorants and detoxicants, feed additives. They also may be used for neutralisation of salted soil, improvement their ecological condition and return areas which were out of farming rotation.

В Кыргызстане имеется 1,2 млн. га пахотных земель. По данным Госрегистра КР, 0,7 млн. га (60%) из них деградировано. Урожайность культур, по данным Национального секретариата ИСЦАУЗР (Инициативы стран Центральной Азии по управлению земельными ресурсами) (2009 г.), снизилась на 50%. Соответственно недополученное ВВП составляет около 8 млрд. сомов. Ежегодно остается около 100 тыс. га неиспользованных пахотных земель (из-за засоления, подтопления, заросли камышом и др.). Недополученная (упущенная) прибыль с этих земель составляет 2 млрд. сомов в год.

В стране нет собственного производства удобрений и мелиорантов, поэтому вынуждены завозить их со стороны. На закупку минеральных удобрений, по данным департамента защиты растений Министерства сельского хозяйства КР, ежегодно выделяется 30 млн. сомов, что хватает только на 1,5 тыс. тонн. Потребность Кыргызстана в минеральных удобрениях составляет 320 тыс. тонн, на что требуется 7 млрд. сомов. Фермеры приобретают в РФ и Казахстане 100 тыс. тонн на 2 млрд. сомов, которые покрывают менее 1/3 от требуемого. Стоимость удобрений ежегодно повышается на 15 – 20%, и они становятся все менее доступными для мелких производителей.

Особо стоит проблема экологии: вносимые удобрения в большинстве случаев приносят загрязнение почвы и получаемой сельхозпродукции. В то же время в качестве выхода из трудного положения ИСЦАУЗР рекомендует переходить на

органическое земледелие, т.е. выращивать конкурентоспособную, в высшей степени экологически чистую и соответственно дорогую продукцию. Решение проблемы экологии становится для наших земледельцев не только желательным, но и обязательным.

Трудное положение сложилось и в области животноводства: возрастают разнообразные болезни, увеличился падеж скота, ухудшилась продуктивность домашних животных. Животноводство нуждается в кормовых добавках, а в стране отсутствует производство комбикормов, нет необходимого сырья.

Таким образом, сельское хозяйство страны в настоящее время нуждается в решении следующих комплексных проблем: 1. *Обеспечение фермеров минеральными удобрениями, мелиорантами и детоксикантами.* 2. *Обеспечение животноводства кормовыми добавками.* 3. *Нейтрализация засоленных почв и возвращение выбывших из оборота площадей.* 4. *Улучшение экологического состояния почв.*

Решение этих проблем можно облегчить путем введения в действие открытых в Джалал-Абадской области КР (рис. 1) природных минеральных удобрений, детоксикаторов, мелиорантов и кормовых добавок: глауконита, зеленой глины, трепела, гипса и доломита. Они не требуют сложной технологии переработки. Нет необходимости строить дорогостоящие заводы. Географическая доступность месторождений весьма хорошая: выходы их расположены на 1200 – 1500 м над уров-

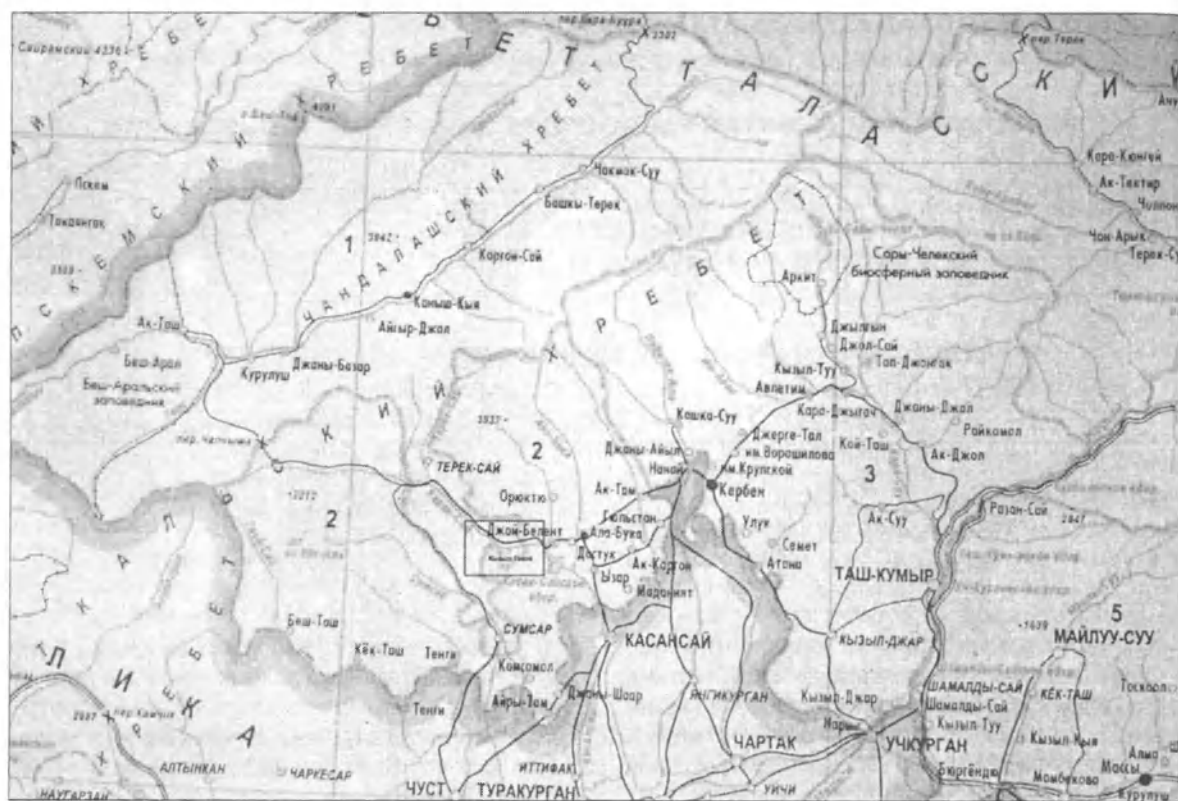


Рис. 1. Обзорная карта расположения месторождений гипса, глауконитовых песчаников и трепелов в Ала-Букинском и Чаткальском районах Джалал-Абадской области. Прямоугольным контуром обозначена площадь месторождений.

нем моря в освоенном районе, недалеко от населенных пунктов, автомобильной дороги, линии электропередачи.

В 50-е годы прошлого столетия под руководством Л. И. Турбина во время проведения геологосъемочных и поисковых работ в масштабе 1:200 000 (1954 г.) в отложениях живетского яруса установлена пачка гипсов, переслаивающихся с известняками. В палеогеновых отложениях выявлен горизонт «зеленовато-малиновых» глауконитовых песчаников мощностью 2 – 10 м, распространенных в обоих бортах впадины. По визуальном определению, количество глауконитовых песчаных зерен составляет в породе 20 – 70%. Химический анализ как глауконита, так и глауконитовых песчаников не проведен. Геологическая оценка гипса и глауконита не производилась.

В 1961 – 1963 гг. под руководством М. А. Акматова и Г. Н. Ситкевич проводили поисковые работы на месторождениях свинца и цинка. В западной части впадины, в долине Джеруюк,

была выделена пачка гипсов близширотного залегания, но оно не было опробовано и не рассматривалось как полезное ископаемое. Глауконитовые песчаники были вслед за Л. И. Турбиным кратко охарактеризованы, но специально не картировались и не опробовались.

В 1981 – 1985 гг. С. В. Литовчак и К. В. Селиверстов проводили в районе геологосъемочные и поисковые работы М 1:50 000. Глауконитовые песчаники при этих работах также не опробовались и были охарактеризованы по данным Л. И. Турбина. Однако на основе тех данных при общей протяженности глауконитового горизонта в 15 км прогнозные ресурсы глауконита были оценены в 18 млн. т. (Литовчак, 1985, г. Ош). В дальнейшем эта цифра вошла в справочники по нерудному сырью Кыргызской Республики, где и фигурирует до сих пор.

Начиная с 2008 года нами проводились научные исследования по теме «Агроруды Кыргызстана». За 2008 – 2010 годы впервые состав-



Рис. 2. Разрез верхней части морских отложений палеогена в Кызылтокойской впадине. Пунктиром показано положение глауконитовых песчаников на границе зеленых (внизу) и красных глин (вверху). Фото А. Бакирова, 2008 г.

лена крупномасштабная (1:10 000) геологическая карта района выходов агроруд, под которыми мы рассматриваем залежи глауконита, глауконитовых песчаников, трепела, зеленых глин, гипса и доломита. Сделаны химические анализы. Они показали, что наш глауконит по химическому составу идентичен глаукониту России.

Глауконит, зеленая глина и трепел переслаиваются между собой и залегают внутри мел-палеогеновых толщ. Они еще не fossilized, не окаменели. Условия залегания одинаковые. Запасы большие. Выходят в районе Кызыл-Токойской впадины (рис. 2).

Глауконит образуется в виде изометричных зерен размером 1 – 2 мм в морских условиях в спокойной тектонической обстановке. Обычно глауконитовые песчаники находятся в ассоциации с фосфоритами и кремнистыми породами (трепелами). Геологическим условиям образования минералогии и геохимии глауконита посвящена обширная литература [1, 2]. Кызылтокойское месторождение глауконита особо не отличается от других, встречающихся в мире. Оно вместе с зе-

леными глинами и трепелом образовалось в эпиконтинентальных морских условиях в внутриконтинентальной спокойной тектонической обстановке. Климат был переходным – от гумидного к континентальному.

Химический состав глауконита варьирует в широких пределах (в %): K_2O 4,4 – 9,4, Na_2O 0 – 3,5, Al_2O_3 5,5 – 22,6, Fe_2O_3 6,1 – 27,9, FeO 0,8 – 8,6, MgO 2,4 – 4,5, SiO_2 47 – 52,9, H_2O 4,9 – 13,5. Кроме того, имеются примеси фосфора, бора, кальция и др. Поэтому он является многофакторным удобрением, позволяющим обогащать почву калием, фосфором, магнием и микроэлементами (марганцем, медью, цинком, бором и др.). Наш глауконит, выходящий в Кызылтокойской впадине, по химическому составу не выходит за пределы указанных выше цифр. Сделано более 100 химических микрозондовых анализов (в Японии). Среднее содержание K_2O в них 8%.

Глауконит используется в более 20 отраслях народного хозяйства. Однако нас в первую очередь интересуют свойства глауконита, полезные для сельского хозяйства. Развитые страны мира

(США, Канада, Россия, ФРГ, Франция и др.) интенсивно стали его использовать для различных целей.

Зеленые глины. Присутствие тонкодисперсной смеси глауконита в глине окрашивает ее в зеленый цвет. В наших зеленых глинах содержание K_2O в размере 5 – 7%, такое же количество K_2O как и в глауконитсодержащих песках.

Трепел. Исследования последних лет показали, что трепел является весьма перспективным видом минерального сырья [4]. Трепел района Кызылтокой в основном состоит из мельчайших полых шариков кремния (SiO_2), поэтому он обладает сильным сорбционным свойством.

В земледелии. Основное свойство глауконита, зеленой глины и трепела заключается в следующем. Кристаллическая решетка кристалла минералов такова, что они обладают высокими абсорбционными и катионообменными свойствами. Они абсорбируют нефтепродукты, тяжелые металлы, радионуклиды, токсичные соединения и обогащают почву питательными веществами. Улучшают структуру, водно-физический режим почв, увеличивают их проницаемость и активизируют жизнедеятельность микрофлоры. Регулируют

водно-солевой обмен. Поглощают весьма полезные для растений азот и калий в форме объемных катионов, а также аммиак, затем в процессе развития растений медленно передают их в почву, выполняя роль пролонгатора.

Приведем некоторые результаты исследований, опубликованных в Интернете [3 и 4]. Установлено, что глауконит используется как бесхлорное калиевое удобрение. Как показали эксперименты, при этом повышается урожайность зерновых и бобовых на 10 – 40%, картофеля и сахарной свеклы на 30 – 55%. Увеличивается крахмалистость картофеля и сахаристость свеклы, улучшается их лежкость. Повышается урожайность кукурузы, травяных культур; фуражного ячменя, фуражного овса. Установлена высокая эффективность использования глауконита по сравнению с суперфосфатами.

Глауконит успешно применяется для ускоренного выращивания фруктовых культур. Повышает их урожайность, качество фруктов и ягод, улучшает их вкус, лежкость и сохранность урожая, увеличивает размер фруктовых и ягодных плодов, приживаемость черенков, показатели энергии роста растений (в 1,5 раза). Обеспечивает быстрое



Рис. 3. Выходы пачки гипсов среди девонских известняков и доломитов по саю Джергуюк в западной части Кызылтокойской впадины. Фото И. А. Мезгина, 2009 г.

созревание ранних культур. Помогает получить экологически чистые элитные сорта плодов.

В животноводстве глауконит, зеленая глина и трепел используются в качестве кормовой добавки. Они очищают организм животных, выводят из организма продукты метаболизма и являются альтернативой антибиотикам и другим химическим препаратам при многих заболеваниях. Улучшают гигиенические условия содержания домашних животных, птиц и рыб. При добавлении их в подстилку снижают концентрацию аммиака и азота, стабилизируют кислотность и жесткость воды, употребляемой животными. Способствуют лучшему усвоению питательных веществ органической части корма, высокоэффективны при недостатке микроэлементов в рационе. Уменьшают накопление в организме микотоксинов, токсичных компонентов, а также тяжелых металлов, радионуклидов и других токсикантов, поступающих в организм вместе с кормами.

Добавка обогащенного глауконитового концентрата в основной рацион *крупного рогатого скота* увеличивает рентабельность молочной промышленности, повышает коэффициент молочности коров, удой за лактацию, выживаемость молодняка и его сохранность, репродуктивную функцию коров, также наблюдается более легкий отел и быстрое вскармливание телят. Кормовая добавка из глауконита позволяет повысить среднесуточный прирост молодняка крупного рогатого скота. Повысить количество полученных сливок, жира, выход творога, калорийность молока, белка, кальция и фосфора в молоке. В *овцеводстве* добавка глауконита способствует повышению естественной резистентности организма, чистой шерсти, улучшению кулинарных характеристик мяса, уменьшению затраты кормов, стимулированию образования у овец противобруцеллезного иммунитета. В *свиноводстве* при добавлении глауконита и трепела к кормам возрастают воспроизводительные функции свиноматок, сохранность молодняка. Повышаются среднесуточный прирост живой массы поросят, продуктивность свиноводства. В *птицеводстве* добавление в корм глауконита регулирует соотношение в организме кальция и магния и улучшает обеспечение организма железом, способствует увеличению яичной продуктивности, массы яйца, массы взрослых птиц, сокращению себестоимости яиц, повышению сортности мяса и яиц за счет улучшения вкусовых и качественных показателей, усвояемости основного корма. Глауконит оказывает одинаково положительное влияние на все виды птиц (куры, индейка, гусь,

утка, страус и др.). В *рыбном хозяйстве* внесение глауконита в грунт водоема позволяет ускорить развитие фитопланктона; живой массы рыбы, темпы роста рыбной молоди.

В экологии. Глауконит, зеленая глина и трепел улучшают экологию почв. Обладая свойством поглощать токсичные соединения, снабжают почву полезными микроэлементами. Устраняют в почве излишние хлор и аммиак. Поэтому в тех хозяйствах, где использованы эти минеральные образования, выращивается экологически чистая продукция с хорошими вкусовыми качествами. В тех случаях, когда они применяются вместе с другими удобрениями, уменьшают их негативные и, наоборот, усиливает положительные действия. Глауконит и трепел используются для рекультивации истощенных земель, при ликвидации загрязнений грунта и восстановлении почвы в экологически неблагоприятных районах. Во многих странах, в том числе России, глауконит, а в последние годы и трепел применяются как детоксикатор, очищают технически загрязненные поля. Глауконит определен как основной сорбент для вывода из пищевой цепочки (почва — растения — животные — человек) долгоживущих нуклидов.

Гипс и доломит расположены от названных образований недалеко, к западу от них, и связаны с палеозойскими (девон-карбонными) толщами (рис. 3). Они слагают пласт мощностью 150 м и протяженностью в несколько десятков километров. 80% из них занимает гипс с мощностью слоев 2 — 5 м, 20% образует доломит, который слагает слои мощностью около 0,20 м. Запасы их большие. Среди них встречаются небольшие слои красноцветных терригенных пород (алевролитов и алевропесчаников).

Гипс представляет собой двуводный сернокислый кальций, в чистом виде содержащий (в %) $\text{CaO} - 32,5$, $\text{SO}_3 - 46,6$ и $\text{H}_2\text{O} - 20,9$. В сельском хозяйстве он может быть использован для решения трех задач.

Во-первых, гипс представляет собой бесценное сырье для нейтрализации засоленных почв. Приведем некоторые данные, разработанные учеными Института геологии НАН КР, полувековой давности [5].

Солонцы и солонцеватые почвы формируются в результате попадания в них натрия с образованием определенного количества соды, которая даже в малом количестве является ядом для растений. Сода угнетает растения, особенно на ранних стадиях их развития. Солонцы и солонцеватые почвы бесструктурные, сильно заплывают

после дождей и поливов. В сухом состоянии они чрезмерно плотны и плохо проницаемы для воздуха, в них подавлена жизнедеятельность полезных бактерий, всегда живущих в почвах. Поэтому солонцы и солонцеватые почвы малоплодородны, а иногда совершенно бесплодны.

По разным источникам, в нашей стране насчитывается от 400 до 630 тыс. га засоленных и солонцеватых земель, на которых урожайность сильно упала. Для их нейтрализации потребуются лишь внесение тонкоразмолотого «сырого» гипса в почву. Гипс нейтрализует соду в почвенных растворах, а кальций, содержащийся в гипсе, заменяет натрий «поглощенного (обменного) комплекса». В результате из почвы исчезает как сода, так и источник появления соды. Агрономические свойства солонцеватых почв улучшаются уже на 2 – 3 год после гипсования. Солонцы через 10 – 12 лет гипсования исчезают, превращаясь в нормальные плодородные почвы.

Во-вторых, гипс оказывает «мобилизующее» действие на те химические элементы, которые хотя и находятся в почве, но не могут быть усвоены растениями. Например, в сероземных почвах предгорных равнин Кыргызстана в «поглощенном (обменном) комплексе» содержится некоторое количество калия, который практически не используется растениями. При поступлении в почву гипса его кальций постепенно вытесняет калий из «поглощенного (обменного) комплекса» и переводит его в раствор, откуда усваивается растениями. Улучшается калийное питание растений. Таким образом, *гипсование почв оказывает эффект калийного удобрения*.

Гипсование увеличивает также растворимость труднорастворимых соединений фосфора и повышает эффект действия фосфорных удобрений, в частности суперфосфата. В почвах, подвергшихся гипсованию, всегда наблюдается больше воднорастворимых фосфатов, чем в почвах, не подвергавшихся гипсованию.

В-третьих, гипс может быть использован в качестве прямого удобрения. Внесение гипса в почву обогащает ее серой и кальцием. В сере нуждаются богатые белком бобовые (люцерн, клевер, эспарцет) и крестоцветные растения (например, капуста). Кальций же является необходимым элементом для всех растений. Применение гипса в качестве прямого удобрения дает значительное повышение урожайности: зерновых культур – до 6 – 10, хлопка – 2 – 3, сахарной свеклы – до 40 – 100, люцерны – до 30, ранней капусты – до 100, поми-

дора – до 70 центнеров с гектара. Причем действие гипса как прямого удобрения сказывается на повышении урожайности не только на год внесения его в почву, но и в последующие 2 – 3 года.

Доломит – кальций-магневая соль угольной кислоты (CaMgCO_3). Измельченная доломитовая мука применяется для известкования кислых почв, обогащения необходимыми для растений магнием, калием и другими микроэлементами, для улучшения природных свойств почвы. Почва становится более рыхлой, усиливается жизнедеятельность полезных для возделывания культур микроорганизмов, повышается эффективность вносимых удобрений. Внесение доломитовой муки: нейтрализует вредную для большинства растений кислотность почв; улучшает физико-химические свойства почв, их структуру; повышает эффективность использования вносимых органических и минеральных удобрений; улучшает условия жизнедеятельности полезных для растений микроорганизмов; обогащает почву: кальцием, который способствует росту растения, улучшает состояние корневой системы; магнием, который входит в состав хлорофилла и участвует в фотосинтезе; связывает радионуклиды, т. е. способствует экологической чистоте урожая.

Приведенные минеральные образования, кажде в отдельности, могут быть с успехом использованы в сельскохозяйственной деятельности. Однако возможно совместное их применение, и совокупное их действие должно быть значительно более эффективным. Закон эмерджентности должен действовать. Исследование этого вопроса – дело научных работников сельского хозяйства.

Литература

1. Академия наук ССР, Сибирское отделение. Труды Института геологии и геофизики. Выпуск 144. Глауконит в современных, нижнепалеозойских и докембрийских отложениях. М.: Недра. 1971. С. 199.
2. Академия наук СССР, Сибирское отделение. Труды Института геологии и геофизики. Выпуск 515. Минералогия и геохимия глауконита. Новосибирск: Наука. 1981. С. 112.
3. <http://www.glauconite.ru/>
4. http://belal.by/cgi-bin/irbis64r-81/cgiirbis_64.exe?
5. Щербина В. И. Пути возможного использования местных ресурсов гипса для нужд сельского хозяйства Киргизии. Изд. КирФАН АН СССР. Фрунзе, 1954. – С. 24.

**СЕЙСМОЛОГИЯ И ПРОБЛЕМЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ
ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ**

УДК 624.131:551.3 (575.2) (04)

**Высокогорные хвостохранилища:
концептуальные основы обеспечения безопасности**

И.Т. АЙТМАТОВ – академик НАН КР;
Ю.Г. АЛЁШИН – канд. техн. наук;
И.А. ТОРГОВЕВ – канд. техн. наук.

Conceptual approaches to the implementation of mining waste storage embankment projects or its rehabilitation under high mountain conditions are stated. The proposals aimed at solving the methodological problems to ensure its long-term safety and providing a basis for development of specialized regulatory framework for engineering researches, design and operation of geoenvironmentally hazardous objects.

Экологическая напряжённость на горнопромышленных территориях горно-складчатых областей формируется под влиянием большого числа природно-техногенных факторов, эволюция которых продолжается и зачастую активизируется после закрытия и консервации рудников и шахт, спустя много лет. Среди этих факторов важнейшими, во много определяющими скорость, продолжительность, масштабы и опасность геоэкологических процессов, являются геоморфологические условия размещения горнопромышленных объектов, эндо- и экзогеодинамика территории, нестабильность во времени и неоднородность в пространстве гидрогеологических показателей горных массивов. Роль и значение всего комплекса этих факторов и их взаимодействий в эволюции геоэкологических рисков горнопромышленной территории изучены, к сожалению, крайне слабо, что ставит перед геоэкологами целый ряд новых проблем, таких как синергизм и транс-

формация геоэкологических рисков в продолжительном временном разрезе – десятки и первые сотни лет, исследование которых, несомненно, будет способствовать рациональному природопользованию и экологической безопасности при освоении слабоустойчивых горных территорий, эффективной реабилитации законсервированных горнопромышленных объектов, прежде всего – хвостохранилищ горно-химической переработки и обогащения руд редкоземельных, радиоактивных и цветных металлов [1].

В связи с развитием горнорудной промышленности и перемещением её в новые, высокогорные регионы, где имеется очень малый опыт сооружения и длительной эксплуатации горно-технических объектов, вопросы проектирования, строительства и безопасной эксплуатации накопителей горнопромышленных отходов (хвостохранилищ) приобретают всё большую актуальность как для районов средне- и низкогогорья, так и

высокогорных районов распространения вечной мерзлоты. Об этом свидетельствуют те острые проблемы, которые возникли в последние годы на участках захоронения радиоактивных отходов горного производства (Майлуу-Суу, Минкуш, Ак-Тюз) и отходов производства цветных металлов (Сумсар, Кумтор). Связано это с возникновением спустя 30 – 40 лет после консервации и даже в процессе эксплуатации предаварийных ситуаций, произошедших на хвостохранилищах; известны инциденты, произошедшие на таких объектах ранее (Майлуу-Суу, 1958 г.; Ак-Тюз, 1964 г.), которые можно характеризовать как экологические катастрофы субрегионального масштаба [2].

Контроль и управление устойчивостью дамб хвостохранилищ остаются одними из самых актуальных проблем горнопромышленной гидромеханики, несмотря на совершенствование методов и алгоритмов расчётов, появление мощной вычислительной техники и соответствующего программного обеспечения. Недостаточность информации о состоянии и свойствах материалов, слагающих дамбу, основание и бортовые примыкания процессов, протекающих в них, при всей сложности и надёжности программ расчётов, хорошего дизайна, представления результатов не позволяет адекватно их интерпретировать. К тому же использование материалов разовых или редких инженерных исследований при высокой динамичности объектов (особенно в промзоне) является недостаточно корректным, поскольку они отражают прошлое состояние объекта. Вообще инженерно-геологические изыскания дают ряд статических портретов на ряде площадей или разрезов по отношению друг к другу, но ни в коем случае не подтверждают или опровергают какую-либо геомеханическую модель объекта, поскольку в большинстве случаев используют косвенные методы оценки тех или иных структурно-вещественных свойств объекта исследования. Эти методы при использовании новых данных не выходят за пределы погрешности их оценки. Приведём такой пример. Одними из ведущих факторов, обеспечивающих адекватность инженерных расчётов, являются экспериментально определённые физико-механические свойства грунтов, слагающих подпорные сооружения, в частности сами дамбы, а также тип грунта или его разновидность, из которого она возведена (аллювиальный гравийно-галечник с супесчано-суглинистым заполнением, щебнисто-суглинистые, флювиогляциальные, моренные

и т.п.). Ввиду трудностей экспериментальной оценки этих свойств крупнозернистых грунтов в лабораторных условиях и тем более в условиях естественного залегания они определяются либо косвенным методом (зачастую геофизическим), либо с использованием рекомендуемых СНиП показателей [3] с учётом требований [4], при этом не отменяются и какие-то пристрастия или опыт самого проектировщика. Несомненно, что в отдельных случаях такой подход обоснован, но, как известно, свойства грунтов дамбы, удерживаемых ею «хвостов» и естественного основания дамбы определяются многими факторами, практически мало исследованными характером структурных связей и микроструктуры заполнителя, химическим составом, криогенной структурой, льдистостью, температурой, обводнённостью, засоленностью и другими, которыми реально и объясняется широкий разброс значений прочностных и деформационных свойств подобных грунтов. Сопоставимость различных исследований затруднена. Использование одной и той же расчётной схемы сводит на нет те тонкие эффекты, которые необходимо было бы установить эксплуатационникам или проектировщикам, применяя всё более сложные модели расчётов.

Таким образом, причина возникновения и, более того, обострения проблем, связанных с размещением горнопромышленных хвостохранилищ на территории горно-складчатой территории вообще и Кыргызстана в частности, при всём разнообразии подходов к её решению может быть сформулирована следующим образом: отсутствие концепции надёжности и экологической безопасности хвостохранилищ, реализуемой на основе комплексного системного подхода, при соблюдении критериев безопасности и единства причинно-следственных связей технологических приёмов сооружения, эксплуатации и геологической среды. Это справедливо как для давно возведённых и законсервированных объектов, так и для действующих (эксплуатируемых) и проектируемых для реабилитации.

При эксплуатации или реабилитации каждого конкретного объекта всегда решается чётко определённая и срочная задача, устраняющая негативное развитие процесса, поскольку реакция геологической среды или удерживающего элемента самого объекта на инженерное (или климатическое, сейсмотектоническое и т.п.) возмущение – особенно в условиях криолитозоны – уже достигла своего критического уровня, а само соо-

ружение – предела устойчивости. Как показывает практика участия авторов настоящей работы в проектах реабилитации хвостохранилищ, в таких условиях сложно доказать, что необходимо исследовать ещё какие-то особенности природного или техногенного характера, которые в данный момент могут не использоваться, но необходимы для прогноза. Ещё более сложно это доказать для устойчивых визуальных объектов. Такие работы, как правило, не финансируются и выполняются на инициативных началах некоторых участников проекта. Спустя много лет они становятся востребованными. Примером могут служить исследования на объектах хвостового хозяйства рудника «Кумтор», выполненные 1998 году [5], или на хвостохранилищах Майлуу-Суу [6]. Проблемы с устойчивостью дамбы хвостохранилища ЗИФ рудника «Кумтор» связаны со сложным строением грунтовой толщи аллювиальной террасы (рис. 1), наличием здесь в начале строительства мёрзлых, а затем по мере возведения объекта и талых слоёв глинистых разностей при слабом уклоне их залегания в сторону нижнего бьефа. На рис. 3а хорошо заметен невыдержанный по монотонности и глубине погружения (от 5 до 20 м) слой валунно-галечника и глыб скальных пород в мёрзлом супесчано-щебнистом массиве, на кровле которого залегают суглинисто-илистые отложения, иногда с включением линз льда. Последующие геофизические исследования выявили на участке сооружения дамбы целую систему таликовых зон (рис. 2), образованных меандрами ранее протекавшей здесь реки Арабель, ныне отведённой в новое русло. Реабилитация объекта уже в ходе его строительства и эксплуатации потребовала огромных усилий и дополнительных финансовых затрат для надёжной стабилизации дамбы. Этот пример свидетельствует о том, насколько важно в условиях высокогорья при проведении инженерно-геологических исследований изучить тонкую структуру массива основания сооружения и свойства каждого структурного элемента, несмотря на его ничтожную мощность по сравнению с размерами сооружаемого объекта.

Приступая к реабилитации такого конкретного объекта, можно задаваться вопросами: почему те или иные задачи не решены на ранних этапах исследования, не учтены при сооружении и консервации объекта (не рассматривался весь комплекс природных и техногенных факторов, не прогнозировались и не проигрывались различные сценарии поведения инженерного сооружения

при его длительной эксплуатации и изменении геологической среды и т.д.). Есть несколько ответов на эти группы вопросов: недостаток финансовых средств, трудовых и материальных ресурсов, жёсткие сроки реализации проектов, многие из которых связаны были со стратегическими соображениями государства, недооценка экологической опасности, отсутствие знаний и опыта и т.п. И всё же есть ещё один ответ, который характерен и для нынешнего времени, – из-за отсутствия научного сопровождения изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации. Без него эти виды работ будут регламентированы рамками технического задания, как правило, типового, не учитывающего особенностей участков заложения и конструкции объекта, и финансовых ограничений. Изыскательская организация, иногда не специализированная, следуя требованиям подобного технического задания, будет идти по пути выдачи требуемых данных, мало задумываясь о том, как они будут использованы, и дополнительным вопросам, возможно чему-то особенному, но не определённом этим заданием, не будет уделять внимания. Проектировщик, преследуя цель – решение собственных задач и в первую очередь следуя расчётам инженерного сооружения, безусловно, не будет уделять внимания ещё каким-то элементам геологической среды, кроме тех, которые необходимы для применения в выбранной или заранее установленной расчётной схеме.

Выше был приведён пример подобной ситуации, сложившейся на хвостохранилище рудника «Кумтор». Приведём ещё один пример, связанный с реабилитацией горнопромышленной территории Майлуу-Суу, где предпринимается попытка комплексного решения проблем безопасного долговременного хранения радиоактивных отходов. В 2001–2003 гг. по проекту TACIS осуществлялась реабилитация одного наиболее экологически опасного объекта территории – хвостохранилища № 3. Изучение его состояния велось традиционным методом – проходкой буровых скважин (всего были пройдены 4 скважины по продольной оси хвостохранилища). Было установлено значительное обводнение материала «хвостов», при этом принималась гипотеза о поступлении воды с окружающих склонов на поверхность чаши хвостохранилища с последующей инфильтрацией её в материал захоронения. Как следствие, для решения проблемы устойчивости дамбы и всего низового откоса было принято простейшее и в финансовом отношении очень экономичное реше-

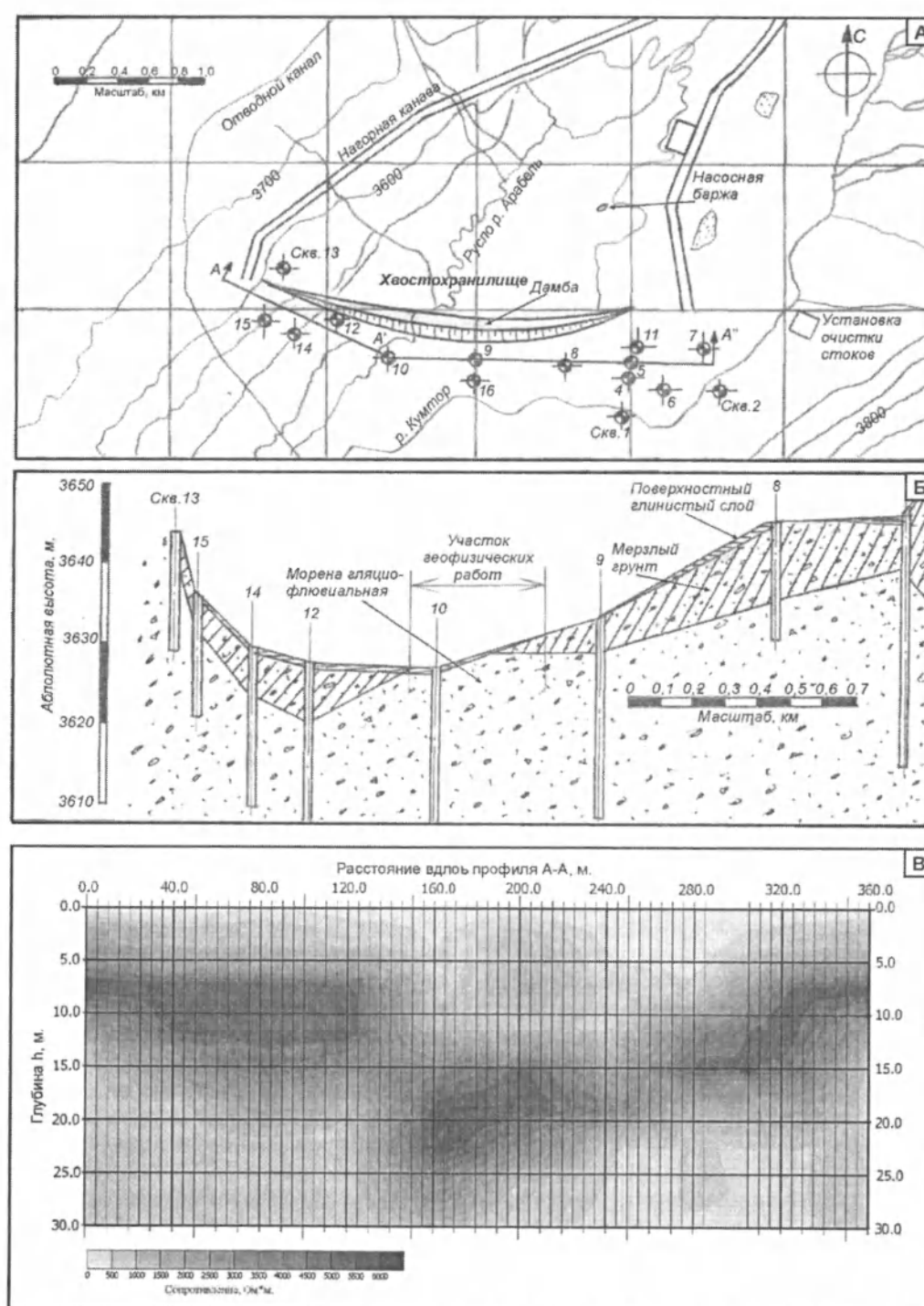


Рис. 1. План размещения и схема проведения буровых разведочных работ на этапе ТЭО (А), геологический разрез по данным буровых работ (Б), геоэлектротомограмма в нижнем бьефе дамбы в период заполнения хвостохранилища (В).

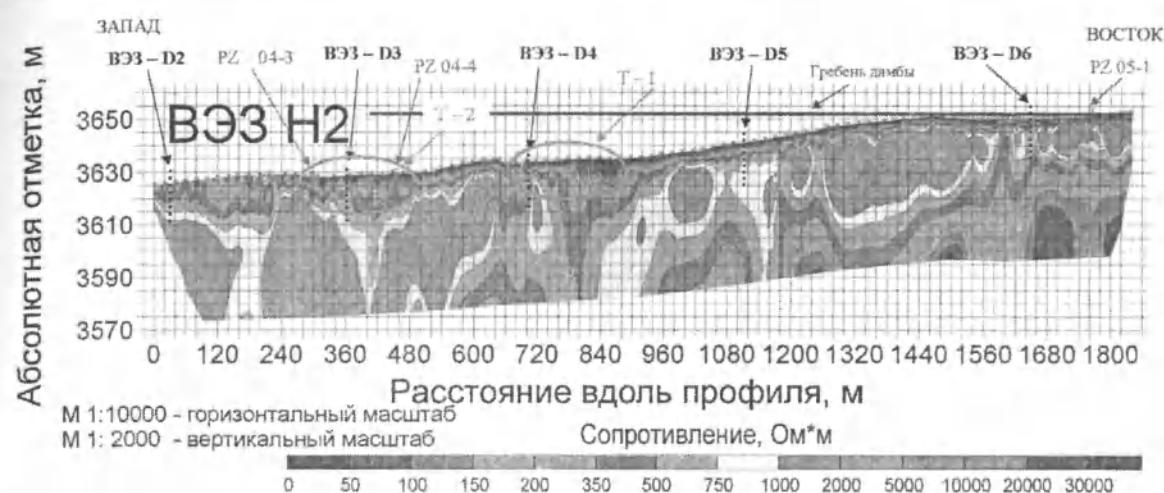


Рис. 2. Фрагмент современного геоэлектрического разреза основания дамбы хвостохранилища в нижнем бьефе ЗИФ рудника «Кумтор».

ние – возведение селеперехватывающей дамбы у подножия крутого склона, примыкающего к чаше хвостохранилища, и отвода поверхностных вод в боковой канал, а также сооружение контрбанкета у подножия низового откоса дамбы.

В то же время несколько ранее, в 2000–2001 гг., нами были проведены геофизические исследования (рис. 3), которые выявили дополнительный источник обводнения: путём поступления подземных вод в тело хвостохранилища на контакте слоистой толщи меловых пород и залеженных «хвостов». Понятно, что возведённая противоселевая дамба никоим образом не предотвращает эффект постоянного обводнения объекта. Малую роль играет и возведение контрбанкета. Как показывает проверочный расчёт устойчивости, в сечении хвостохранилища можно найти другую поверхность скольжения, выходящую на дневную поверхность в верхней части контрбанкета; при этом запас устойчивости едва превышает предельный $K_{уст} \approx 1,1$. Необходимо иметь в виду и следующее обстоятельство: пролювиально-делювиальные отложения на поверхности чаши хвостохранилища (а это слой мощностью от 3 до 5 метров) представлены в основном супесями и гравелистым песком – продуктами денудации верхне- и нижнемеловых песчаников, залегающих выше по склону. Они обладают высоким коэффициентом фильтрации. Поверхностные воды из-под сооружённой по проекту противоселевой дамбы проникают в тело хвостохранилища. Это хорошо прослеживается по геоэлектротомограм-

мам, снятым спустя 1,5 года после завершения укрепительных работ по проекту реабилитации. Однако результаты этих инициативных работ не были приняты во внимание. Проектировщики пошли традиционным путём реабилитации подобных объектов. Проблема не была решена, и встал вопрос о переносе радиоактивных отходов на другую площадку, что связано с решением новых проблем.

Для того чтобы лица, принимающие решения в области обеспечения безопасности таких объектов, могли разобраться, проанализировать и обобщить материалы изысканий, наблюдений, эксплуатации, необходимо:

- чётко выявить факторы, определяющие устойчивость, экологическую безопасность и эффективность эксплуатации горнопромышленных накопителей;
- определить объект и предмет исследований и наблюдений для каждой стадии существования или «жизни» объекта;
- разработать единые методы исследований и дополнить их специфическими для объектов горной территории и отдельно криолитзоны таким образом, чтобы данные мониторинга, полученные на разных этапах «жизни» объекта, были сопоставимы и в целом определена динамика безопасности и надёжности объекта.

Приступая к решению этих масштабных задач, полезно придерживаться следующих концептуальных положений.

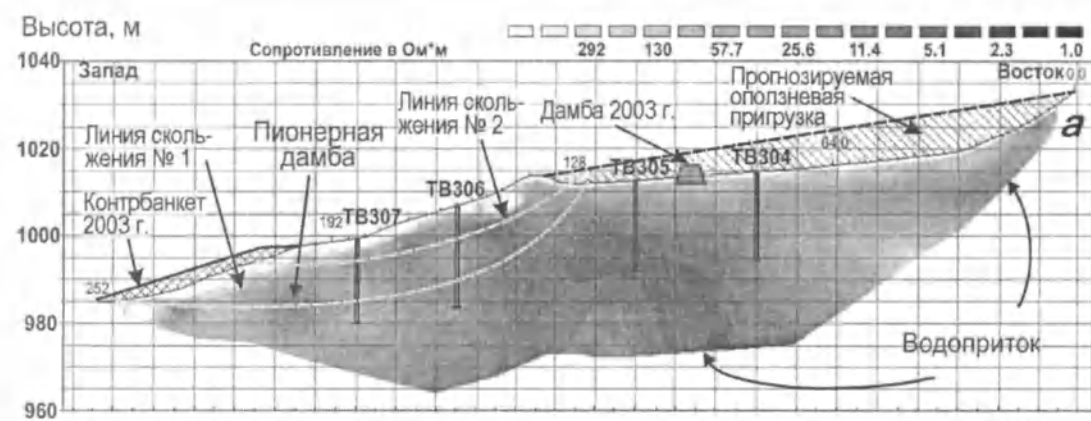


Рис. 3. Геоэлектротомограмма в продольном сечении и схема обрушения уранового хвостохранилища № 3 г. Майлуу-Суу.

1. Главным негативным фактором, создающим сложные геоэкологические ситуации на территориях рудников и шахт, является размещение отходов горнопромышленной деятельности на слабоустойчивых горных склонах или в их подножиях, на узких террасах горных рек. Взаимодействие природно-техногенных компонентов в такой системе проявляется по-разному, но во всех случаях это связано с резким возрастанием экологических рисков. В одних случаях – это техногенная пригрузка горного склона и потеря его устойчивости вместе с самим техногенным объектом, в других – пригрузка техногенного объекта пролювиально-делювиальными наносами и потеря его устойчивости с разрушением и выбросом материала захоронения в главную водную артерию долины. Подъем уровня грунтовых вод, эрозия (селевая) деятельность реки приводят к интенсивной миграции солей тяжелых металлов и радиоактивных компонентов в поверхностные воды долины. Наконец, перекрытие реки оползнем – обвалом и появление подпружного озера вблизи техногенного объекта также создает угрозу его разрушения. Во всех случаях геохимическое загрязнение почвы и воды первоначально носит обычно локальный характер, а масштабы и степень экологической опасности определяются типом добываемого сырья, технологией добычи и переработки и условиями захоронения отходов. С течением времени под влиянием комплекса природно-техногенных и антропогенных факторов загрязнение распространяется на субрегиональный уровень. Ввиду высокой плотности населения вдоль речных долин экологические риски здесь резко возрастают, происходит их трансформация

не только во времени, но и в пространстве. В условиях Центральной Азии они приобретают трансграничный характер [7,8].

2. Согласно требованиям нормативных документов, служба эксплуатации хвостохранилищ обязана: проводить планово-предупредительный ремонт инженерных сооружений и оборудования, ежегодно составлять планы ликвидации аварий, содержать в исправном состоянии контрольно-измерительную аппаратуру, фиксировать видимые деформации и просадки грунтов на гребнях, низовых откосах, ярусах, основаниях дамб, производить ряд других операций.

Анализ эффективности подобных работ на примере хвостохранилищ Кыргызстана показывает следующее:

- по результатам геотехнического контроля хвостохранилищ, особенно состояния техногенных грунтов, не выясняется истинная причина происходящих процессов деформаций и просадок (и даже провалов, как это случилось на хвостохранилище № 3 в г. Майлуу-Суу в 1960 г.); при этом объективно оценивается только состояние инженерных сооружений и технических устройств (насосные станции, трубопроводы, нагорные каналы, дренажные колодцы, смотровые скважины и т.п.); это же относится к состоянию окружающих склонов, бортовых примыканий;
- предрасположенность того или иного участка дамбы хвостохранилища к авариям объясняется тогда, когда аварийная ситуация наступила и проходит свою последнюю стадию развития: суффозия грунтов на элементах

дамбы, зияющие трещины, промоины, выходы грунтовых вод и т.п.;

- возникающие скоротечные аварии на дамбах хвостохранилищ, как правило, относятся к категории «внезапных», а причиной свершившейся аварии в основном считают нарушение технологии складирования или намыва хвостов, переполнение ёмкостей, уменьшение размеров пляжей и т.п., но только не состояние низового откоса и основания хвостохранилища, последнее может быть установлено только в результате трудоёмких, продолжительных исследований и по результатам анализа данных хорошо поставленного мониторинга, как это было проведено на хвостохранилище рудника «Кумтор»;
- возможность возникновения экологической катастрофы, согласно действующим правилам, рассматривается только на случай разрыва тела дамбы хвостохранилища, расположенного в овражно-балочной части рельефа; в то же время хорошо известно, что загрязнённые воды подземными путями могут распространяться на десятки километров от хвостохранилищ даже при сохранении целостности дамб; при этом особое внимание необходимо уделить участкам сосредоточенной фильтрации: например, на Кумторском хвостохранилище фильтрующиеся воды могут следовать за сохранившимся подрусловым стоком р. Арабелы;
- техногенная безопасность эксплуатации хвостохранилищ временно обеспечивается путём производства пригрузки низовых откосов первичных дамб, ярусов из камнеобросных материалов или местных гравийно-щебнистых грунтов (как это было сделано в отношении хвостохранилища № 3 в Майлуу-Суу по проекту TACIS), причём размеры пригрузки превышают размеры проектной ширины дамбы иногда в несколько раз; производство пригрузки не устраняет фильтрации загрязнённых вод подземными путями, ухудшает фильтрационную возможность пионерной дамбы, повышает уровень подземных вод на участке низового откоса, создаёт новые потенциальные плоскости скольжения и возможность оползания по ним верхних участков дамбы; таким образом, сохраняется экологическая опасность дальнейшей эксплуатации горнопромышленных накопителей.

3. Оценка влияния геодинамики на состояние накопителей горнопромышленных отходов,

возникновение и развитие аварийных ситуаций на горно-складчатой территории может базироваться на следующих закономерностях:

- аварийно-опасные ситуации возникают на участках дамб, под которыми происходит длительная и интенсивная фильтрация загрязнённых вод путём подпитки хвостохранилищ подземными путями, как правило, по геодинамически ослабленным зонам: в условиях высокогорья фильтрация приводит к растеканию грунтов основания и при наличии глинистых грунтов происходят осадка и смещение участков дамбы;
- предаварийная ситуация подготавливается суффозионными процессами в насыпных грунтах низовых откосов дамб и породах оснований геотехнических сооружений на участках интенсивной фильтрации загрязнённых вод через тело дамбы;
- при размещении хвостохранилищ в складках местности (овражно-балочная схема), а таковыми являются фактически все хвостохранилища на горной территории, вероятность возникновения аварийных ситуаций значительно увеличивается: тальвеги саев и оврагов оснований хвостохранилищ, как правило, обводнены, замоченные насыпные и намытые грунты оползают по склонам саев и в сторону падения оси тальвега, образуя зоны разрыва грунтов, в которых впоследствии формируются потоки загрязнённых вод; с увеличением угла наклона зона разрыва техногенно уложенных грунтов располагается ближе к тальвегу;
- периодические скачкообразные тектонические подвижки пород оснований и сейсмические колебания трансформируются техногенными грунтами хвостохранилищ, при этом в них происходит перераспределение напряжённого состояния, что приводит к возникновению и развитию трещин разрыва в различных направлениях относительно продольной оси дамбы, в особенности для таких грандиозных сооружений, как, например, хвостохранилище Кумторского рудника с длиной дамбы около 3 км, и возможному разделению тела хвостохранилища на блоки с последующим индивидуальным поведением каждого элемента;
- наиболее опасные участки дамб хвостохранилищ образуются в местах пересечения двух или более тектонических разрывных нару-

шений разных направлений, обусловленных близко расположенным узлом пересечения геодинамических зон; к таким участкам приурочены также наиболее нестабильные горные склоны, угрожающие хвостохранилищам оползнями, обрушениями и пригрузкой их дополнительными объемами грунтов, что приводит к снижению запаса устойчивости сооружений и увеличивает риск их разрушения.

4. Возросшие требования к экологической безопасности эксплуатации горнопромышленных объектов, аварии которых чреваты трансграничной катастрофой, требуют новых подходов к оценке геоэкологических рисков на территориях их размещения, основанных на результатах специальных геолого-геофизических исследований, позволяющих получить подробную информацию о состоянии опасных объектов путём изучения больших объёмов горного массива с приемлемой величиной затрат и времени. В конечном итоге так или иначе решается задача управления риском на основании долговременного мониторинга за безопасностью объекта и надёжностью его составных элементов. Общую структурную схему управления риском подобного объекта можно представить в виде, показанном на рис. 4. Схема соответствует рекомендациям ICOLD для гидротехнических объектов, но существенно дополнена авторами настоящей работы. На предлагаемой схеме исходные данные анализа рисков (в узле 2 принятия решения) поступают как результаты мониторинга или специальных инженерных изысканий после обычно принятой оценки состояния объекта путём сравнения его текущих физических характеристик с нормативными (узел 1). Новые подходы к оценке техноприродных рисков на таких территориях могут быть основаны на следующих положениях:

- целостность и экологическая безопасность эксплуатации дамб и хвостохранилищ в целом определяется, главным образом, состоянием горного массива как основания сооружения, так и окружающих его горных склонов; устойчивостью их к климатическим и сейсмотектоническим факторам, а для законсервированных объектов – антропогенным влиянием;
- современное состояние горного массива определяются генезисом (составом, веществом), тектоническим строением (структурой), геодинамическими процессами (в том числе экзогеодинамическими);

- горный массив имеет блочное строение, повсеместно крупные блоки стыкуются по геодинамическим зонам, которые могут быть представлены складками, разрывами, участками с повышенной трещиноватостью, с аномально-напряжённым состоянием коренных пород (растяжение, сжатие); в условиях Центральной Азии эти блоки подвижны, активны под влиянием регионального взаимодействия Индостанской, Таримской и Евразийской плит;
- на состояние безопасности горнопромышленных объектов, особенно длительной эксплуатации, к каковым можно отнести накопители отходов (шламо- и хвостохранилища) влияют геодинамические зоны (особенно узлы их пересечений) и общая экзогеодинамическая обстановка территории с возможностью развития оползней на прилегающей к техногенным объектам территории; как правило, такие зоны и участки горного массива (кроме явно выраженных тектонических нарушений и оползней в стадии подготовки к смещению) не выявляются как на стадиях инженерно-геологических изысканий при выборе площадей под строительство, так и на стадиях проектирования и эксплуатации техногенных объектов; более того, исследователи в последние годы в связи со своеобразной экономико-политической ситуацией в Кыргызстане не имеют доступа к подобным объектам и прилегающей территории;
- при оценке геоэкологических рисков и разработке мероприятий по технико-экологической безопасности на горно-складчатой территории должны изучаться проблемы: состав и свойства горных массивов на участке возведения объекта, его тектоническое строение и напряжённо-деформированное состояние; влияние геодинамического состояния (в том числе экзогеодинамика) горного массива на возникновение и развитие в техногенных объектах ослабленных и аварийно-опасных участков и возможность свершения аварии: анализ последствий возможных аварий для окружающей среды;
- для решения задач по оценке геоэкологических рисков на горнопромышленной территории ввиду большого числа влияющих разномасштабных факторов необходимо применять комплексный подход: выявление геодинамических зон (линеаментов), а

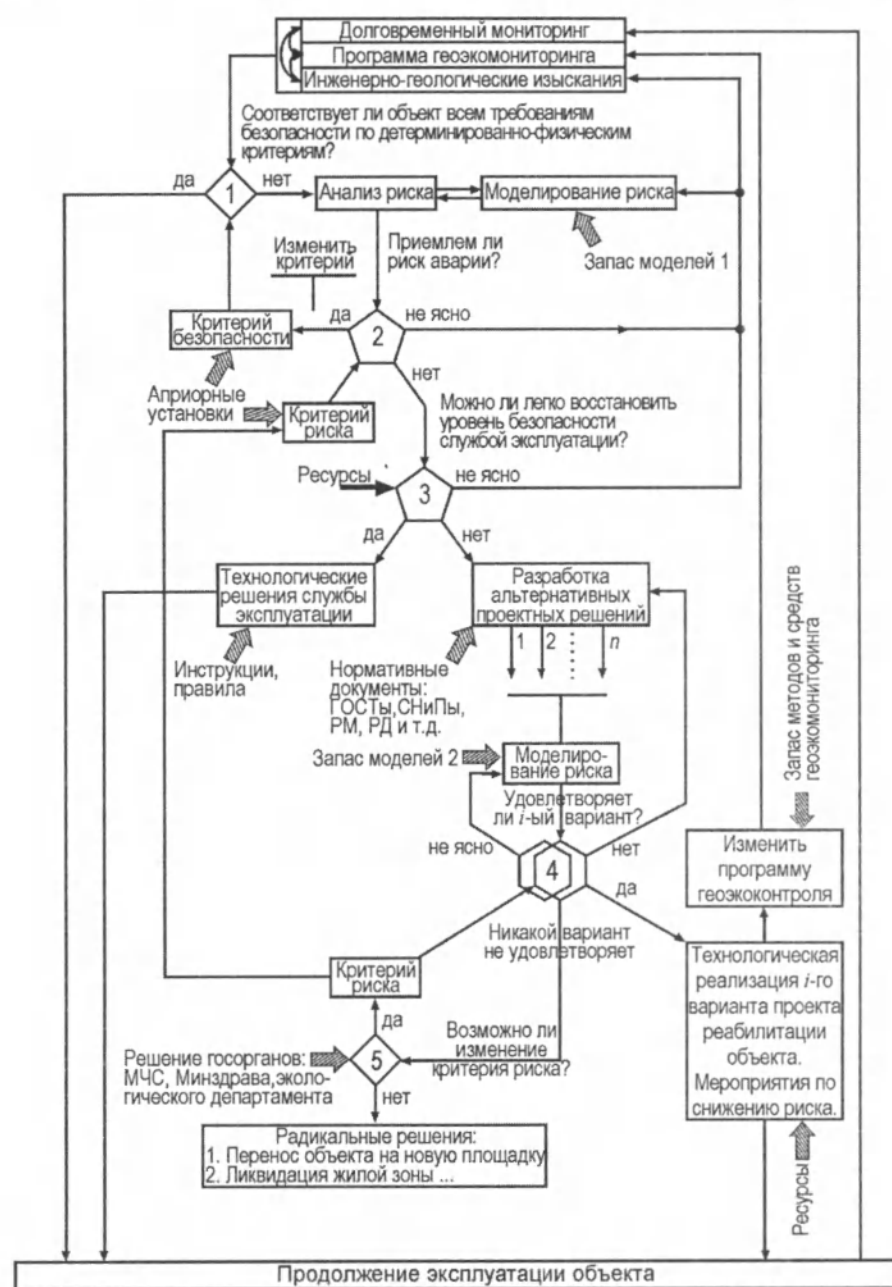


Рис. 4. Структурная схема управления риском геозкологически опасного горнопромышленного объекта.

также оползневой опасности территории по материалам аэрокосмических исследований и геоморфологического анализа топооснов поверхности; проведение полевых геолого-геофизических исследований с учётом геодинамических зон, селе- и оползнеопасных

участков для определения степени их влияния на устойчивость горнотехнических объектов.

5. При разработке общей программы обеспечения геозкологической безопасности и надёжности накопителей горнопромышленных отходов

целесообразно исходить из следующих общих положений.

Разрушения хвостохранилищ, аварии и аварийные ситуации, которые произошли в период их эксплуатации (Майлуу-Суу, Ак-Тюз, Кумтор), так и консервации (Майлуу-Суу, Сумсар), со всей очевидностью выдвигают требование *этапности* в реализации проектов сооружения, эксплуатации и долговременного хранения отходов горного производства. При этом регулярно проводимая оценка безопасности объекта может быть использована как инструмент оптимизации управления качеством сооружения [9] на любом этапе реализации проекта – от разработки общей стратегии создания хвостохранилища и выбора площадки с оценкой пригодности геологической среды до длительного хранения в законсервированном состоянии, которые сопровождаются мониторингом как самого объекта, так и окружающей его среды. На каждом этапе необходимо обоснование безопасности для принятия решения о целесообразности продолжения работ, об эксплуатации объекта или, напротив, о срочной реабилитации, консервации и/или даже переносе материалов захоронения на другие площадки. Решения должны опираться на ясные и проверяемые данные научно-технического обследования объекта.

Имея в виду чрезвычайно высокую геоморфологическую и сейсмотектоническую мобильность горно-складчатой территории Тянь-Шаня, можно сделать вывод о недопустимости использования одних и тех же данных, полученных на ранних стадиях или этапах проектирования или сооружения объекта для оценки его текущей безопасности, тем более – прогноза на предстоящий период. Неполнота априорной информации ведёт к упрощению расчётных моделей, а последнее влечёт за собой потерю точности расчётов и снижает достоверность прогнозов. Используемые модели должны быть *адекватны* в максимальной мере текущему состоянию объекта и окружающей среды, что достигается регулярным получением обновлённых данных и возрастающей детальностью расчётных моделей [9].

С увеличением периода прогноза возрастает вероятность развития негативных процессов в объекте, вызванных редкими, трудно предсказуемыми или непредвиденными факторами. Геологическая специфика технологии захоронения горнопромышленных отходов в самых верхних горизонтах литосферы, фактически на контакте

всех других природных сфер (атмо- и гидросферы) и в зоне антропогенеза, обуславливает особую роль неопределённостей, связанных с их воздействием на геологическую среду, которая является главным барьером для радионуклидов и солей тяжёлых металлов на долгосрочный период. Принципиальное признание фактора присутствия элементов неопределённости (риска) в результате прогнозных оценок требует от проектной или эксплуатирующей организации доказательства *обоснованности* прогнозных результатов – подтверждения их дополнительными аргументами, расчётами, экспериментами, а также *значимости* предлагаемых оценок, которая подтверждается выявлением, устранением или систематической минимизацией этих неопределённостей.

Активное использование последних трёх принципов – адекватности, обоснованности и значимости – обеспечивает *доказательную достоверность* расчётной модели и результатов прогноза геологической безопасности объекта и надёжности конструктивных элементов. В целом изложенные выше концептуальные подходы к реализации проектов возведения накопителей горнопромышленных отходов и их реабилитации в условиях высокогорья направлены на решение методологических проблем обеспечения их долговременной безопасности, создают научную основу для разработки специализированной нормативной базы для инженерных изысканий проектирования и эксплуатации геологически опасных объектов, научно-технического сопровождения всех работ на протяжении «времени жизни» таких объектов.

Литература

1. Айтматов И.Т., Алёшин Ю.Г., Торгоев И.А. Развитие и трансформация геологических рисков на горнодобывающих территориях Кыргызстана // Известия НАН КР. 2009. № 2. С. 15–31.
2. Торгоев И.А., Алёшин Ю.Г. Геология и отходы горнопромышленного комплекса Кыргызстана. Бишкек: Илим, 2009. 239 с.
3. СНиП 2.02.01–83: Основания зданий и сооружений / Госстрой России. М.: ГУП ЦПП. 2002. 48 с.
4. СНиП 2.06.05–84: Плотины из грунтовых материалов / Госстрой России. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. 32 с.
5. Торгоев И.А., Алёшин Ю.Г. Экология горнопромышленного комплекса Кыргызстана. Бишкек: Илим, 2001. 182 с.

6. Алёшин Ю.Г., Торгоев И.А., Лосев В.А. Радиационная экология Майлуу-Суу. Бишкек: Илим, 2000. 96 с.
7. Aleshin Y.G., Torgoev I.A., Shmidt G. Environmental risk management at Uranium tailing ponds in Mailuu-Suu, Kyrgyzstan / B.I. Merkel, B. Planer – Fridrich, C. Wolkersdors: Uranium in the Aquatic Environment. Springer-Verlag, 2002. P.P. 881–888.
8. Алёшин Ю.Г., Торгоев И.А. Моделирование синергетических рисков разрушения урановых хвостохранилищ / Сергеевские чтения. Вып. 11. ГЕОС. 2009. С. 252–256.
9. Лавёров Н.П., Величкин В.И., Кочкин Б.Т. и др. Концепция оценки безопасности хранилищ отработанных ядерных материалов, размещаемых в кристаллических породах // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2010. № 3. С. 195–206.

УДК 551.24:550.34.(575.2).

Трансиссык-Кульский разлом – региональная разрывная структура в системе палеозоид Тянь-Шаня

К. НУРМАНБЕТОВ – ст. научн. сотр.

According to geological and geophysical data the Trans-Issykul Fault is south-eastern continuation of the Zhalaier-Naiman Fault Zone. Thus, the fault can be correlated with regional Faults of north-western strike, such as Talas-Fergana, Dzhungar and other faults.

Региональные глубинные разломы, такие, как Северо-Тянь-Шаньский, Чилико-Кеминский, Центрально-Терский, «Линия Николаева», Таласо-Ферганский, Атбаши-Иньльчекский и другие, представляют основные разрывные структуры палеозоид Кыргызского Тянь-Шаня, которые четко отражены на тектонических картах и обоснованы геолого-геофизическими исследованиями [8].

Рассматриваемый нами Трансиссык-Кульский разлом северо-западного простирания в пределах Иссык-Кульского региона пересекает следующие крупные тектонические элементы домезозойского фундамента: срединный массив и обрамляющие его Кеминскую и Киргизско-Терскую складчатые зоны, а также нижнепалеозойский наложенный прогиб на западном окончании хребта Кунгей Ала-Тоо.

Границами жесткого массива и складчатых зон служат на севере система Чилико-Кеминских разломов и Центрально-Терский разлом – на юге (рис.1).

Наряду с Чилико-Кеминским и Центрально-Терским краевыми глубинными разломами в становлении и формировании домезозойских тектонических структур Иссык-Кульской впадины и ее горного обрамления участвовал и Трансиссык-Кульский разрыв.

Трансиссык-Кульский разлом, состоящий из серии кулисообразно расположенных разрывов северо-западного простирания, протягивается через озерную котловину от низовий рек Тамга и Барскаун на южном побережье к устью р.Тору-Айгыр – на северном и далее вплоть до гор Кендыктас, нарастая с юго-востока Жалаир-

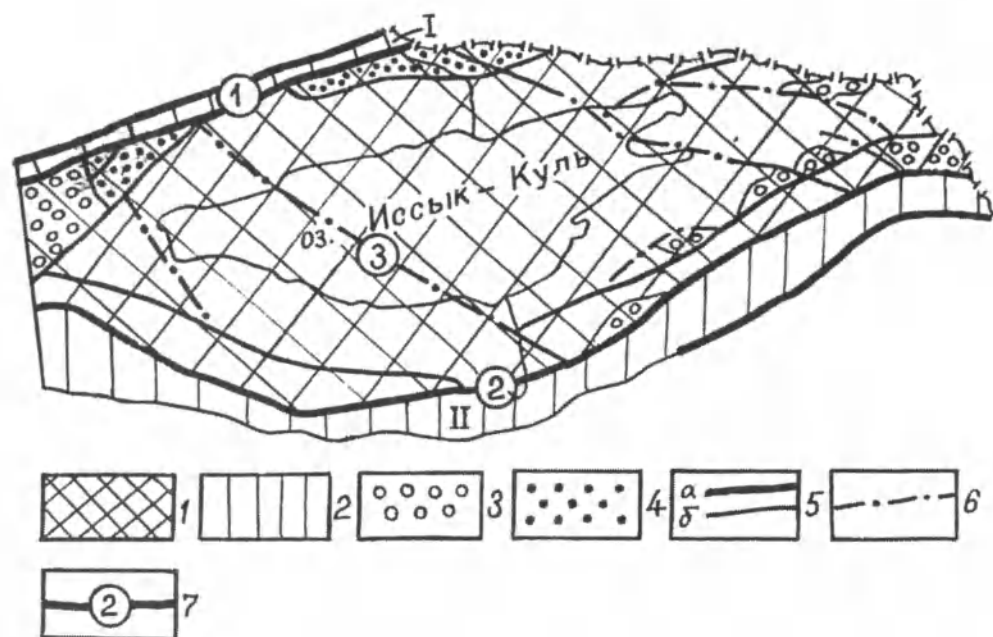


Рис. 1. Схема тектонического районирования Иссык-Кульской впадины и ее горного обрамления: 1 – Иссык-Кульский срединный массив, 2 – складчатые зоны: I – Кеминская, II – Терскайская, 3 – эпикаледонские наложенные прогибы герцинской активизации, 4 – нижнепалеозойские (кембро-ордовикские) прогибы, 5 – глубинные разломы: а – ограничивающие складчатые зоны и срединные массивы; б – ограничивающие наложенные и приразломные прогибы, блоки фундамента, 6 – разломы, установленные по геофизическим данным, 7 – порядковый номер разломов (в кружке): 1 – Кеминская зона разломов, 2 – Центрально-Терскайский разлом, 3 – Трансиссык-Кульский разлом.

Найманскую разломную зону, которая прослеживается с юго-востока на северо-запад от Заилийского хребта и пересекает Чу-Илийские горы до р.Сарысу на расстоянии более чем 500 км.

В региональном структурном плане Жалаир-Найманская зона разграничивает Чуйско-Кендыктасскую и Бурунтау-Джилтавскую докембрийские глыбы и представляет реликт раннепалеозойского гребенообразного прогиба с очень сложным внутренним строением. По мнению одних исследователей, ведущая роль внутри зоны принадлежит пликативным деформациям, то есть представляется как «зона смятия». Другие геологи рассматривают ее как «зону разломов», поскольку в ней очень широко развиты дизъюнктивные нарушения, расчленившие толщу пород на многочисленные, вытянутые по простиранию мелкие блоки [6].

По геофизическим данным, Жалаир-Найманская зона в целом круто наклонена на

северо-восток. К ней приурочен Чу-Балхашский офиолитовый пояс, для которого характерны покровно-складчатые структуры. В этой же зоне выходят девон-нижнекаменноугольные отложения, подвергшиеся сильным деформациям, то есть движения по Жалаир-Найманской разломной зоне происходили в герцинское время [2].

Трансиссык-Кульский разлом под акваторией озера трассируется серией аэромагнитных аномалий. В крайних юго-восточных и северо-западных выходах он выражен зоной дробления (до 300 м шириной) и милонитизацией коренных пород, и на этих участках читается по космическим снимкам.

Термометрическая съемка акватории оз. Иссык-Куль [9] и изменения теплового потока на дне озера, выполненные Е.А. Любимовой и др. [4], показывают, что к зоне Трансиссык-Кульского разлома приурочены положительные термоаномалии.

лин на фоне средних температур по всему озеру и высокие (до 75–100 мВт/м²) значения теплового потока. Вдоль этой зоны разлома в районе сел Тору-Айгыр и Тамга отмечены покровы палеогеновых базальтов. Все это свидетельствует о глубинном характере рассматриваемой разрывной структуры и ее подвижности на стадии орогенической активизации территории Тянь-Шаня.

По геолого-геофизическим данным, движения по Трансиссык-Кульскому разлому происходили в герцинский, альпийский и новейший этапы тектонического развития региона. В герцинское время поднятие вдоль зоны Трансиссык-Кульского разлома разделяло Восточно-Киргизский и Тюпский эпикаледонские прогибы, где накапливались средне-верхнепалеозойские терригенно-карбонатные толщи.

В миоцене движения по разлому обусловили возникновение двух седиментационных бассейнов. К западу от него, по данным электроразведки, распространены соленосные отложения неогена, вскрытые скважиной в районе г.Балыкчы. Восточнее разлома бурением глубоких скважин на северном и южном побережьях озера соленосные осадки не обнаружены.

Сейсморазведочными исследованиями КМПВ и МОВ на участках пересечения рассматриваемым разрывом северного и южного побережья оз.Иссык-Куль установлены смещения блоков пород домезозойского основания. При этом относительно поднятыми оказались тектонические блоки в западной части от разлома. Разлом прослеживается и в рыхлых отложениях кайнозойского покрова, что свидетельствует о его активности на новейшем этапе развития.

Очень интересным фактом является то, что на всем протяжении Жалаир-Найманского и Трансиссык-Кульского глубинных разломов прослеживается «коридор» отрицательного магнитного поля, пространственно соответствующий зоне пониженной сейсмической активности, разделяющей участки повышенной активности. Ф.Н. Юдахин [10] это явление объясняет подъемом теплового потока по зонам указанных глубинных разрывов, обусловившим сильный прогрев земной коры и неглубокое положение поверхности Кюри, вызвавшим понижение магнитного поля.

Трансиссык-Кульский разлом служит границей раздела разнохарактерных по сейсмичности тектонических блоков домезозойского фундамента. Геоблоки в восточной части от разлома характеризуются относительно высоким показателем

удельной сейсмической мощности, в пределах которых произошли сильные 8-балльные Джаланаш-Тюпское (1978 г.) и Байсорунское (1990 г.) землетрясения на северо-востоке и Сарыкамьшское (1970 г.) землетрясение на юго-востоке Иссык-Кульской впадины.

Сарыкамьшское землетрясение (магнитуда – $M=6.8$, интенсивность – 8 баллов, глубина очага – 20 км) произошло на востоке хребта Терской Ала-Тоо [1]. В эпицентральной зоне описаны многочисленные остаточные деформации горных пород.

В новейшей структуре района рассматриваемое землетрясение приурочено к зоне контрастного сочленения новейших поднятий хребта Терской Ала-Тоо и области прогибаний Иссык-Кульской впадины, где проходит новейший разлом.

В соответствии с макросейсмическими и инструментальными данными эпицентр Сарыкамьшского землетрясения располагается в долине р.Джергес и приурочен к узлу сочленения древних разломов северо-восточного и северо-западного простираний. Оба разлома несут следы подновления молодыми движениями. Гипоцентр землетрясения и его очаговая зона находятся в пределах гранито-гнейсового слоя, составляющего основу каледонского срединного массива. Таким образом, место возникновения Сарыкамьшского землетрясения связано с элементами древней структуры, а направление разрядки современных напряжений обусловлено внутренним строением деформируемой среды, созданной еще в палеозое.

Эпицентр **Жаланаш-Тюпского землетрясения** (магнитуда – $M=6.6\pm 0.3$, интенсивность – 8 баллов, глубина очага – 20–30 км) находится на восточном окончании хребта Кунгей Ала-Тоо. В новейшей структуре землетрясение приурочено к сводовой части Восточно-Кунгейской мегантиклинали. Здесь наблюдаются отчетливые признаки оживления палеозойских разломов, которые рассматриваются как звенья краевого разлома, ограничивающего структуры Иссык-Кульского срединного массива [3].

Гипоцентр основного толчка и гипоцентры афтершоков образуют непрерывную цепочку, вытянутую по восстанию краевого разлома. То есть структурную основу Жаланаш-Тюпского землетрясения составляет краевой палеозойский разлом, движения по которому возобновились в современную эпоху.

А в южной части Западного Прииссыккуля зафиксированы лишь 6-балльные Барскаунские (1965 г., 1975 г.) и Каджисайские (1980 г., 1989 г.) землетрясения [5].

Из анализа геолого-геофизических и сейсмологических материалов по Иссык-Кульскому региону и прилегающим территориям следует отметить:

1. Трансиссык-Кульский разлом как продолжение Жалаир-Найманской разломной зоны северо-западного простирания представляет разрывную структуру глубинного заложения, играющей активную роль в истории тектонического развития Иссык-Кульской впадины и ее горного обрамления.

2. Жалаир-Найманско Трансиссык-Кульская разрывная структура, по геофизическим данным [10], пересекает весь Тянь-Шаньский ороген до Таримской платформы и сопоставима с такими региональными разрывами северо-западного простирания, как Таласо-Ферганский (его продолжение на северо-западе – Большой Каратауский разлом и Кунлунский – на юго-востоке), Центрально-Казахстанский, Джунгарский и Центрально-Чингизский разломы, находящиеся в пределах Казахстана [7].

Литература

1. Джанузаков К.Д., Ильясов Б.И. Сарыкамышское (Пржевальское) землетрясение 5 июня 1970 г. // В кн.: Землетрясения СССР в 1970 г. М.: Наука, 1973. С.35 – 40.
2. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.М., Натанов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. М.: Наука. Кн.1. 1990. 162 с.
3. Кнауф В.И., Кузнецов М.П., Нурманбетов К., Христов Е.В., Шилов Г.Г. Домезозойские структуры и сейсмичность Киргизии. Фрунзе: Илим, 1981. 74 с.
4. Любимова Е.А., Поляк Б.Г., Смирнов Я.Б. и др. Каталог данных по тепловому потоку на территории СССР. М. 1973. №3, С.32 – 54.
5. Нурманбетов К., Абдиев С.В. Блоковый характер строения домезозойского фундамента Иссык-Кульского региона и некоторые вопросы сейсмичности. Наука и новые технологии. №3, 2010. С.53–55.
6. Суворов А.И. Закономерности строения и формирования глубинных разломов. М.: Наука, 1968. С. 314.
7. Сейсмическое районирование Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1979. 120 с.
8. Тектоническая карта Киргизской ССР. Масштаб 1 : 500 000. Объяснительная записка. Фрунзе: Илим, 1987. 86 с.
9. Шакиров Э.Ш., Шварцман Ю.Г., Паламарчук В.К. Особенности глубинного строения Северной Киргизии и их связь с сейсмичностью и геотермией // В кн.: Геолого-геофизические исследования и сейсмичность территории Киргизии. Фрунзе: Илим, 1978. С.30–37.
10. Юдахин Ф.И. Геофизические поля, глубинное строение и сейсмичность Тянь-Шаня. Фрунзе: Илим, 1983. 248 с.

УДК 622.831.32; 624.131.543

Результаты исследования остаточных напряжений с применением поляризованных поперечных ультразвуковых волн

М.С. АКМАТАЛИЕВА – научн. сотр.

In plane photo elastic models the change of difference of passage velocities of polarized transverse waves in orthogonal directions from stresses is determined experimentally.

Ультразвуковые методы определения свойств и структуры анизотропных материалов, в том числе горных пород, отличаются возможностью получения результатов высокой точности и надежности на малом объеме проб, значительная производительность, низкая стоимость оборудования и трудозатрат. Особо широкие возможности открывает применение акустополаризационных явлений, сопровождающих распространение сдвиговых (поперечных) колебаний [1,2]. Переход горной породы в анизотропное состояние часто происходит под действием палеонапряжений и деформаций в процессе структурно-метаморфической эволюции метаморфических комплексов. Поэтому сравнительный анализ величин констант упругости, коэффициентов анизотропии и других данных позволяет получить сведения о напряженном состоянии пород, которое имело место на самом раннем этапе действия палеонапряжений [2].

В изотропных средах вне зависимости от направления могут распространяться две объемные волны: продольных и сдвиговых (поперечных) колебаний. В волне продольных колебаний направления смещения среды совпадают с направлением ее распространения. В волне сдвиговых колебаний смещение среды происходит в направлении, перпендикулярном распространению волны. Термин «дихроизм» применяется при описании явления, сопровождающего прохождение света через прозрачные среды. Явление означает способность среды различным образом поглощать луч поляризованного света при повороте его вектора поляризации относительно структурных элементов среды. Аналогичное явление наблюдается при прохождении волны сдвиговых колебаний

через текстурированные среды и, в частности, через некоторые горные породы. Это явление можно назвать «анизотропией линейного поглощения», или «акустическим дихроизмом». Среда, в которой проявляется акустический дихроизм, действует на проходящий луч сдвиговых колебаний как поляризатор. Причем направление «наибольшего» и «наименьшего» пропускания луча в горных породах, как правило, связано с ориентировкой линейных, вытянутых вдоль одного направления кристаллов. Явление акустического дихроизма накладывается на проявляющиеся при измерениях поляризационные эффекты [2].

В работе В.Н.Бакулина и Г.Д.Панасенко [3] показана принципиальная возможность оценки величины и направления главных напряжений в негидростатически напряженном массиве горных пород по особенностям распространения в нем поляризованных поперечных волн. Различие в скорости разнополяризованных волн в изотропной среде в зависимости от направления действия напряжения можно использовать для выявления и оценки главных векторов напряжений, действующих в исследуемой среде. Состояние деформированных горных пород в негидростатически напряженном массиве можно охарактеризовать нелинейным законом Гука:

$$\sigma = C^{II} \varepsilon + C^{III} \varepsilon^2, \quad (1)$$

где σ – тензор напряжений;

ε – тензор деформаций;

C^{II} – линейный модуль упругости;

C^{III} – нелинейный модуль упругости.

С учетом волнового уравнения для вектора u колебательного смещения частиц уравнения (1) примет вид

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c'' \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2c''' \frac{\partial u}{\partial x} \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad (2)$$

где ρ – плотность.

Данное уравнение при соответствующем преобразовании имеет три действительных и различных корня. Так, скорость поперечных (фазовых) волн « v » и деформация « ε » связаны соотношением

$$V = V_0 [1 + (C''/C''') \varepsilon]^{1/2}, \quad (3)$$

где $V_0 = \sqrt{C''/\rho_0}$.

Отсюда различны поляризованные фазы поперечных упругих волн, распространяющихся в негидростатически напряженной среде, отличаются по скорости. Следовательно, зная упругие начальные характеристики и плотности среды (по лабораторным измерениям на образцах) и измеряя скорость ортогонально поляризованных поперечных волн в среде, находящейся под воздействием одностороннего давления, можно не только выявить направление действия сжимающего усилия, но и оценить его. Зависимость фазовой скорости от поляризации вектора смещения поперечной волны в настоящее время установлена как в ультразвуковом, так и сейсмическом диапазонах частот. Результаты ультразвуковых измерений, полученные при азимутальных наблюдениях в образце поликристаллических пород (мельтейгит),

показывают, что нормированный коэффициент прохождения упругой волны β_s , полученный по первым вступлениям разнополяризованных волн (в интервале 2π), распространяющихся по одному и тому же пути, относительный коэффициент затухания α_s и механическая добротность среды Q_s вычислены из соотношений

$$\alpha_s = \frac{\ln[1/\beta_s]}{L}, \quad (4)$$

где L – путь, проходимый волной; $\delta = \lambda_s d_s$ – декремент затухания; λ_s – длина волны и скорость V_s в функции угла поляризации вектора смещения поперечной волны могут служить исходными физическими параметрами для определения в исследуемой среде направления действия главных негидростатических напряжений и их оценки.

Нами для исследований остаточных напряжений как фактора механической неоднородности твердых материалов применялись поперечные поляризованные ультразвуковые волны. Для исследований рассматривались две плоские модели, изготовленные из оптически активного материала (отвержденная эпоксидная смола ЭД-6): 1-я модель сплошная, однородная и не имеет выработки (длина 200 мм, ширина 132 мм, толщина 6 мм); 2-я модель имеет по середине выработку арочной формы высотой 44 мм, шириной 39 мм

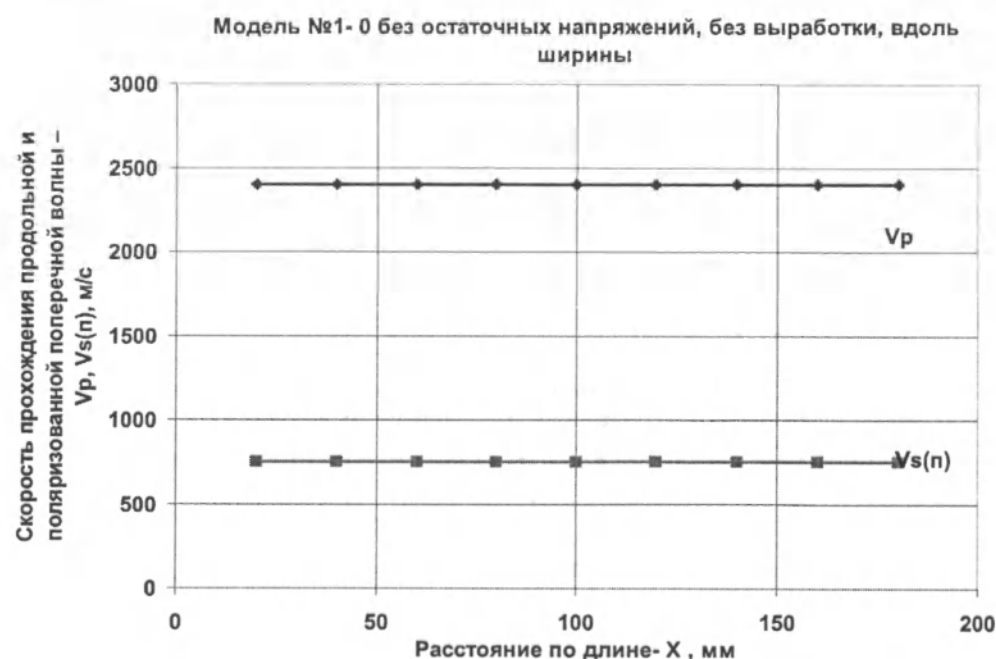


Рис. 1. Графики зависимостей скорости прохождения продольной и поперечной волн.

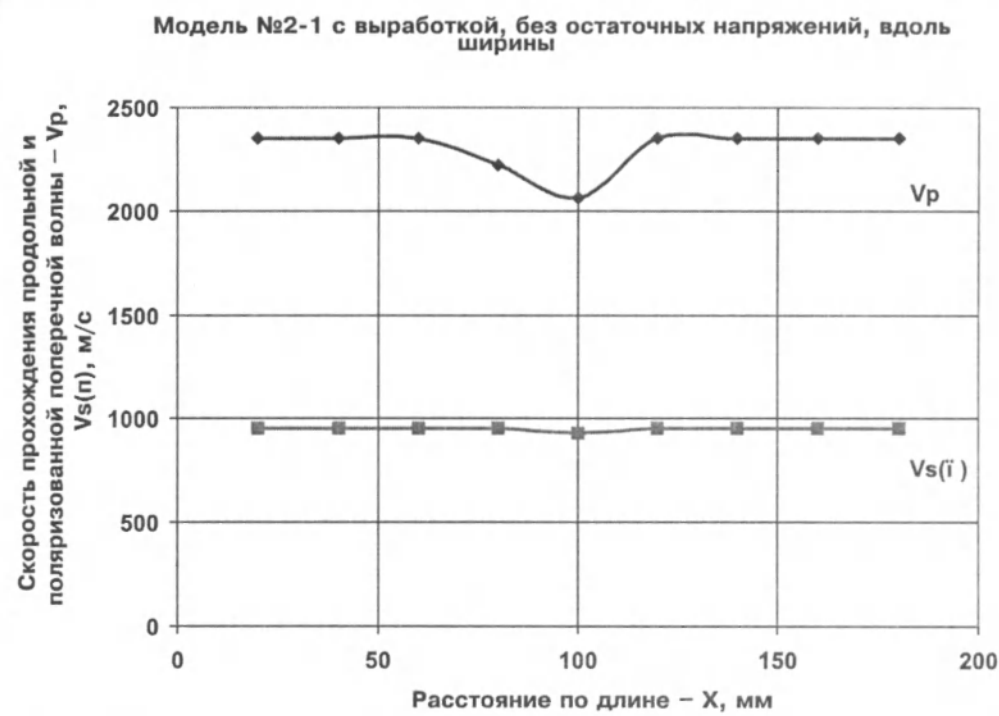


Рис. 2. Графики зависимостей скорости прохождения продольной и поперечной волн.

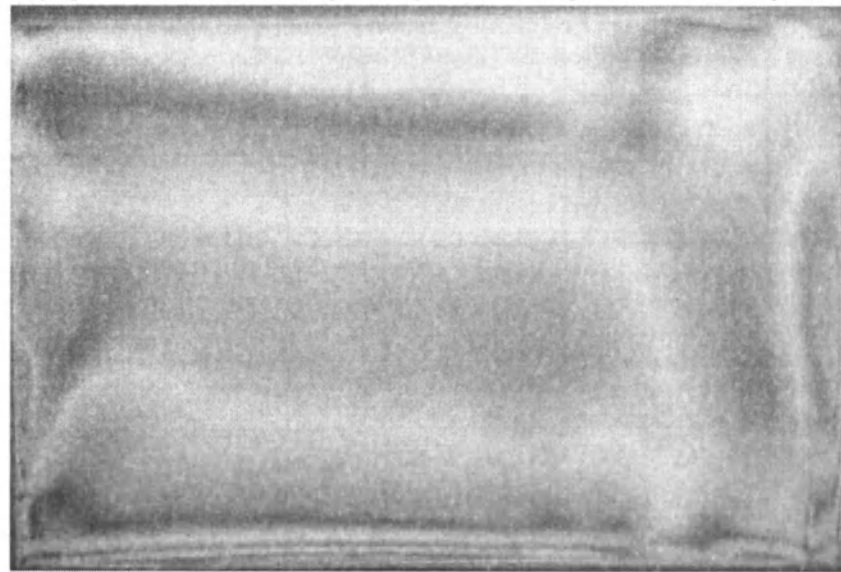


Рис. 3. Модель №1-0 после 2-й термообработки.

(длина модели 200 мм, ширина 198 мм, толщина 6 мм). На первом этапе исследований путем отжига из всех моделей были выведены остаточные напряжения. Все модели, не имеющие остаточных напряжений, были подвергнуты прозвучиванию

в продольном и поперечном направлениях вдоль длины и ширины модели через 20 мм. При этом определялись скорости прохождения продольной V_p и поляризованной поперечной волны по каждому направлению и интервалу. При про-

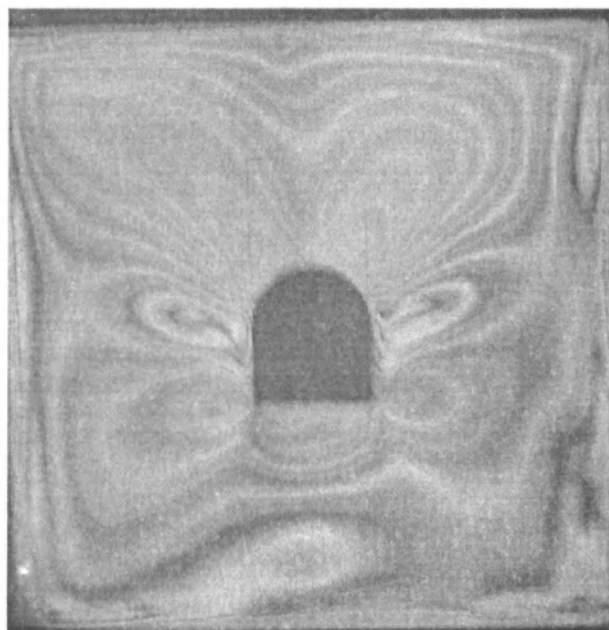


Рис. 4. Модель 2-1 с остаточными напряжениями

Модель №1- 0 без выработки, с остаточными напряжениями после 2-й термообработки, вдоль ширины

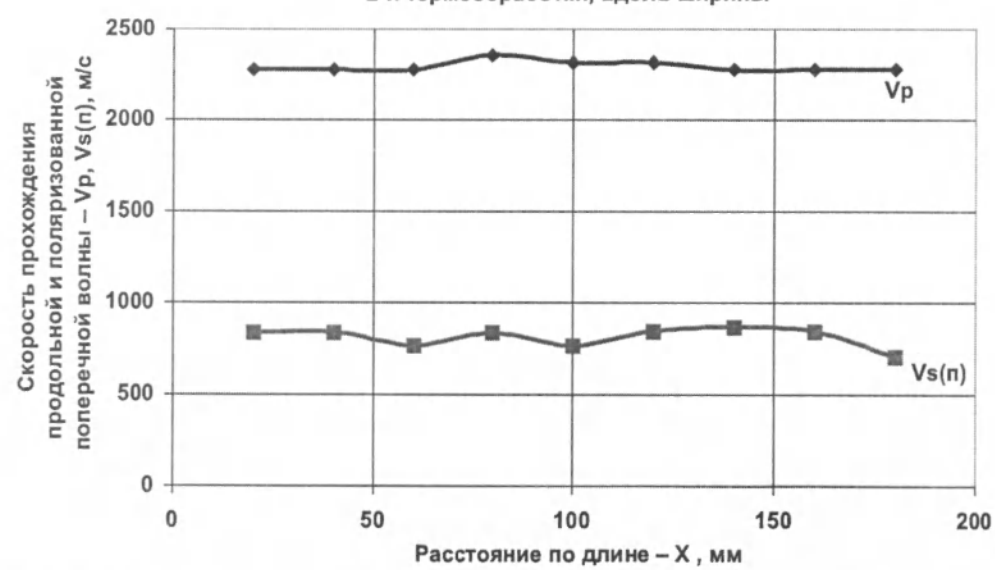


Рис.5. Графики зависимостей скорости прохождения продольной и поперечной волн.

звучивании поляризованной поперечной волной путем поворота излучателя и приемника устанавливались положения вектора поляризации и измерялись скорости прохождения поляризован-

ной поперечной волны для параллельного $V_s(n)$ и скрещенного $V_s(c)$ состояния преобразователей.

На втором этапе исследований в каждой модели путем термической обработки создавались

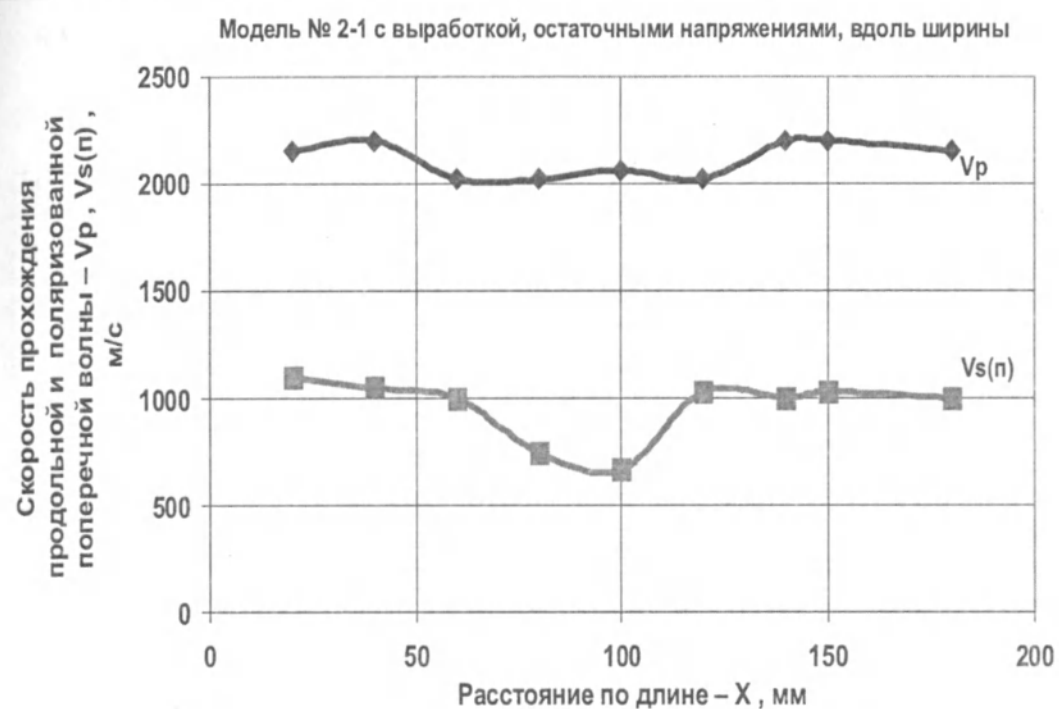


Рис. 6. Графики зависимостей скорости прохождения продольной и поперечной волн. Модель №1-0 без выработки, с остаточными напряжениями после 2-й термобработки, вдоль ширины

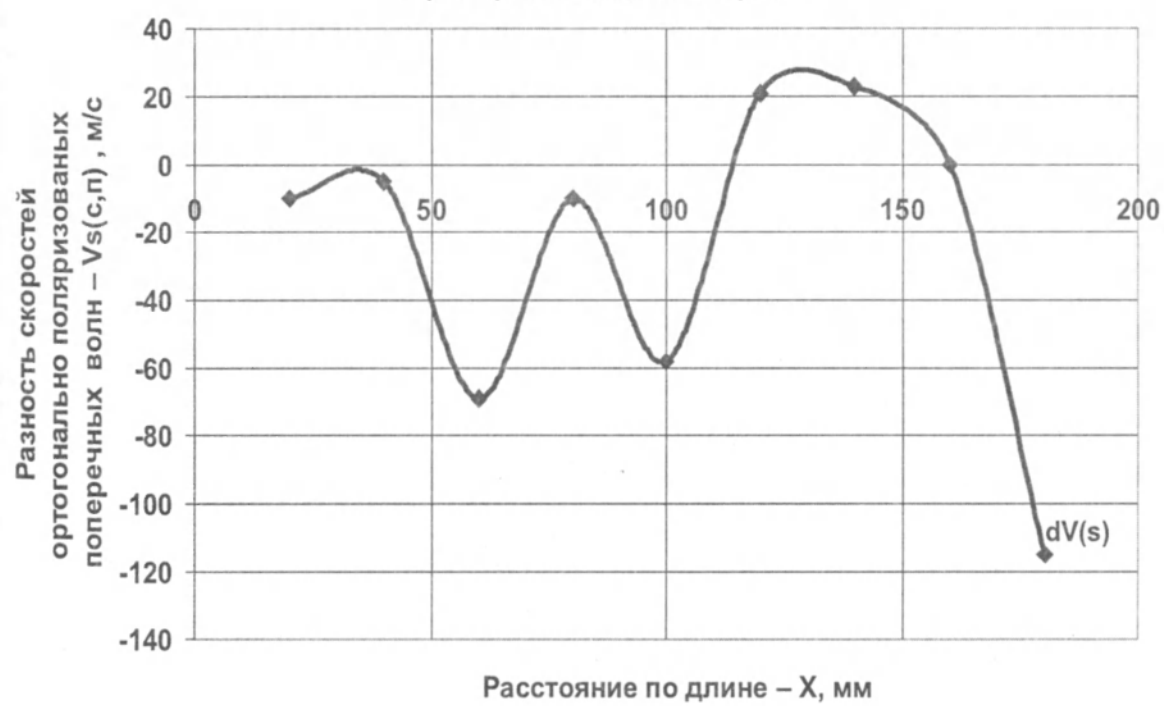


Рис. 7.

Модель №1-0 с остаточными напряжениями без выработки после 2-й термообработки, поперек ширины

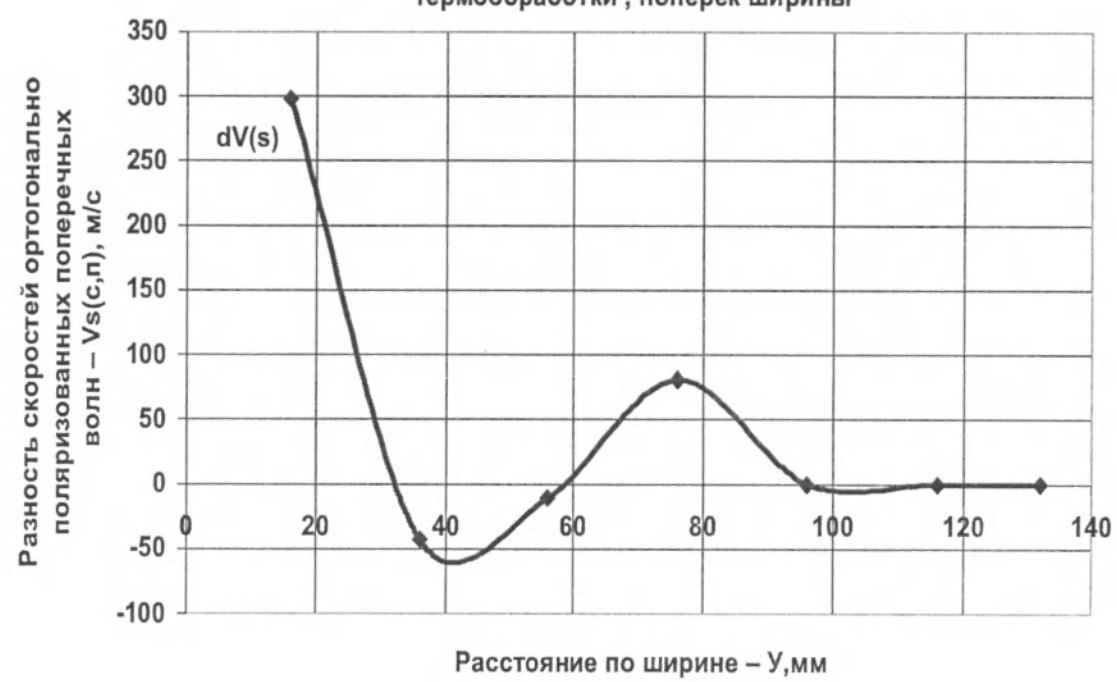


Рис.8.

Модель №2 с остаточными напряжениями и выработкой, вдоль ширины

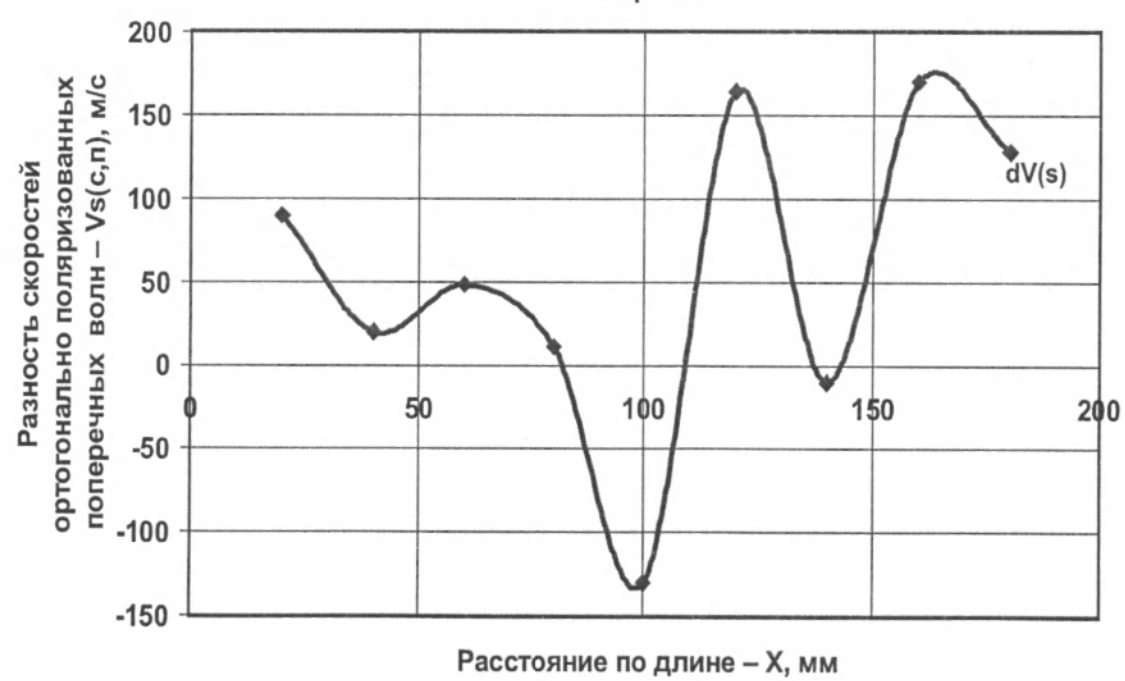


Рис.9.

Модель №2-1 с остаточными напряжениями и выработкой, поперек ширины

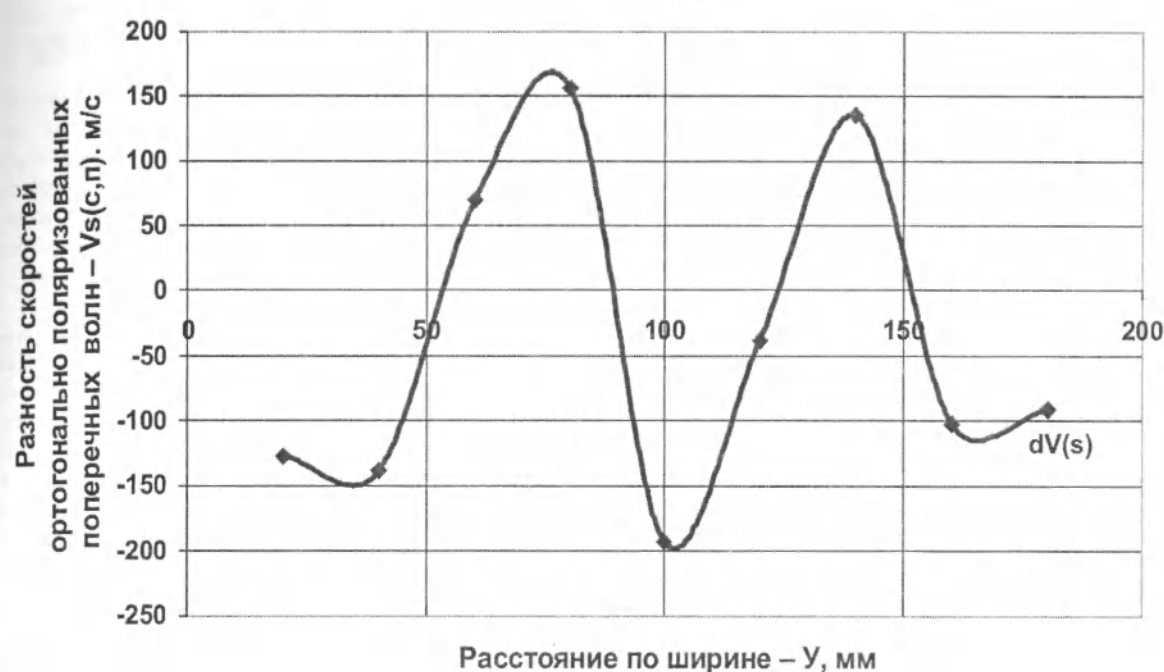


Рис.10

остаточные напряжения, и каждая модель снова по вышеуказанному режиму подвергалась прозвучиванию с определением соответственно скоростей прохождения продольной и поляризованной поперечной волны.

Результаты определения скоростей прохождения волн в моделях, не имеющих остаточных напряжений, приведены на рис. 1 и 2.

На рис. 3 и 4 представлены модели после термической обработки и создания остаточных напряжений.

Как видно из рис. 1 и 2, при отсутствии остаточных напряжений в моделях скорости прохождения продольной и поперечной ультразвуковой волны не изменяются. Изменение скорости прохождения продольной волны на рис. 2 связано с наличием выработки в средней части модели № 2-1. Из рис. 5 и 6 видно, что наличие остаточных напряжений приводит к изменениям скоростей прохождения ультразвуковых волн и при этом влияет также и на наличие выработки.

Нами были проведены в основном измерения скоростей прохождения поляризованных поперечных волн. При этом по каждому направлению были измерены скорости ортогонально

поляризованных (вектор поляризации параллельный $V_s(p)$ и скрещенный $V_s(c)$) поперечных волн. Исследования показали, что разность скорости скрещенной и параллельной волны практически не зависит от наличия трещин и выработки, а зависит от остаточных напряжений. Поэтому нами для оценки остаточных напряжений рассматривались изменения указанных разностей во всех рассматриваемых моделях. Результаты этих исследований приведены на рис. 7, 8, 9, 10.

Из рис. 7-10 видно, что в пределах моделей, содержащих в себе остаточные напряжения, в продольном и поперечном направлениях значения разности скорости прохождения «перпендикулярно» поляризованной (скрещенной) поперечной волны- $V_s(c)$ и «параллельно» поляризованной поперечной волны- $V_s(p)$ изменяются существенно и в основном имеют колебательный характер. Например, на рис. 7, 8 изменение разности этих скоростей (обозначим $dV_s(c,p)$) связано только наличием в модели №1-0 неоднородных остаточных напряжений, так как в этой однородной, фотоупругой, прозрачной модели нет никаких трещин и выработки. Поэтому указанную разность мы назвали показателем напряженности - $dV_s(c,p)$, т.е

$$dV_s(c,n) = V_s(c) - V_s(n)$$

Результаты первого этапа исследований, когда во всех моделях отсутствовали остаточные напряжения, показали, что указанная разность скоростей (показатель напряженности) во всех измерениях (в продольном и поперечном направлениях) равно нулю. Это свидетельствует о том, что разность скоростей ортогонально поляризованных поперечных волн действительно отражает механическую напряженность, в данном случае уровень и знак остаточных напряжений среды.

При наличии в пределах модели выработки (пустоты) и отсутствии остаточных напряжений скорости прохождения параллельно — $V_s(n)$ и перпендикулярно $V_s(c)$ поляризованных поперечных волн одинаково уменьшаются в направлении напротив выработки (пустоты), и поэтому их разность равна нулю, а при наличии остаточных напряжений данная разность изменяется значительно, причем разность может иметь как положительные, так и отрицательные значения. Результаты измерений, представленные на рис. 7-10, хорошо согласуются с результатами исследований остаточных напряжений в этой же модели методом фотоупругости.

Выводы

1. На основе анализа параметров распространения разнополяризованных поперечных ультразвуковых волн в изотропных и квазиизотропных твердых деформируемых средах можно определять направления и величины остаточных напряжений. В неоднородных и анизотропных твердых средах при определении их остаточных напряжений следует учитывать структурные параметры (слоистость, кливаж, трещиноватость) экспериментально установленными поправочными коэффициентами.

2. Скорость прохождения продольной ультразвуковой волны более чувствительна к пустотам и трещинам, чем скорость прохождения поляри-

зованных поперечных волн, т.е. в трещиноватых зонах и зоне пустоты (выработки) скорость продольной волны уменьшается значительно, тогда как в этих зонах скорость поперечной волны уменьшается незначительно.

3. На основе результатов измерений скоростей ортогонально поляризованных (вектор поляризации параллельный $V_s(n)$ и скрещенный $V_s(c)$) поперечных волн установлено, что разность скорости скрещенной и параллельной волн по заданному единому для обеих волн направлению не зависит от наличия в пути трещин и выработки, а зависит от остаточных напряжений.

4. При наличии в пределах модели выработки (пустоты) и отсутствии остаточных напряжений скорости прохождения параллельно $V_s(n)$ и перпендикулярно — $V_s(c)$ поляризованных поперечных волн одинаково уменьшаются в зоне трещин и выработки (пустоты), и по этому их разность равна нулю, а при наличии остаточных напряжений данная разность изменяется значительно, причем при наличии остаточных напряжений разность может иметь как положительные, так и отрицательные значения.

Литература

1. Горбачевич Ф.Ф. Акустополарископия породообразующих минералов и кристаллических пород. Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2002. С. 140.
2. Горбачевич Ф.Ф. Акустополаризационные измерения характеристик анизотропии горных пород. Апатиты: Кольский научный центр РАН, 1985. С. 30.
3. Бакулин В.Н., Панасенко Г.Д. О возможной связи скорости ортогонально поляризованных поперечных волн с напряженным состоянием пород в массиве // Физ. свойства пород в массиве. Новосибирск: СО АН СССР, 1982. С. 29 — 33.

УДК 551.24 (235.21)

Деформация террас как отражение геометрии активных разломов Юго-Западного Прииссыккуля

Ч.А. ОРМУКОВ – канд. геолог.-минерал. наук;
К.Е. АБДРАХМАТОВ – докт. геолог.-минерал. наук;
Р. БУРГЕТТЕ – докт. геолог.-минерал. наук;
Р. УЕЛДОН – докт. геолог.-минерал. наук.

The article is about deformation of the terraces as a reflection of the geometry of active faults in Southwestern Priisyskul

Изучение активных разломов является одним из важнейших методов при оценке сейсмической опасности определенных районов. На сегодняшний день геолого-геоморфологические исследования на Тянь-Шане, посвященные изучению активных разломов, являются относительно молодым перспективным направлением, которое было успешно применено для некоторых территорий Тянь-Шаня (Абдрахматов и др. 2001, S. Tompson et al. 2002., D. Burbank et al. 1999.).

В настоящей статье приводятся данные, полученные нами в результате исследований в южной части озера Иссык-Куль (междуречье долин рр. Тура-Суу и Каджы-Сай). Мы исследовали геометрию речных террас, что бы понять историю деформации террас, выработанных в активных складках. Для профилирования террас мы использовали верхнюю границу валунно-галечникового слоя, перекрывающегося пролювиальными отложениями, так как он служит маркером прежнего русла реки.

Во многих случаях угол наклона поверхности нижних террас значительно отличается от наклона вышележащих террас. Это происходит из-за наложения пролювиальных отложений, расположенных большей частью у устья временных потоков, выходящих на поверхность сопряженной террасы. Однако не во всех случаях такая закономерность соблюдается. Пролувиальные отложения в поперечном разрезе представлены в виде клина, мощность которых меняется в сторону уменьшения к бровке террас.

Мы профилировали речные террасы исследуемого района, используя общую станцию (лазерный теодолит) и топографическую карту

в масштабе 1:25 000. Общая станция является одним из высокоточных инструментов для профилирования террас. В ходе профилирования местоположение базовой станции меняли по мере удаления от нее.

В современном рельефе Южного Прииссыккуля речные террасы занимают особое место. Разнообразие разломов и складок, которые активно деформировали всю южную часть Иссык-Кульской впадины в четвертичное время, хорошо выражено в речных террасах. Реки, расположенные в западной части исследуемого района, пересекают южновергентные структуры. В юго-восточной части впадины реки пропиливают длинные крылья антиклиналей, имеющих северовергентное направление. В исследовании речных террас мы в основном сосредоточились по долинам таких крупных рек, как Туура-Суу, Ак-Терек, Ак-Сай и Тон в западной части, Барскон, Джууку, Чон-Кызыл-Суу и Джети-Огуз в восточной части исследуемого района.

Река Туура-Суу

Река Туура-Суу одна из крупных рек, расположенных в юго-западной части Иссык-Кульской впадины. В устье реки есть огромный, наклоненный в сторону озера, аллювиальный конус диаметром 8 км, на котором выработаны плейстоцен-голоценовые речные и озерные террасы. В юго-восточной части конуса позднеплейстоценовая береговая линия выработана на неогеновых толщах и срезана разломом. К западу эта озерная линия морфологически нечетко выражена на фоне большой аллювиальной террасы Q_{III}^{2-3} . Наиболее широко развита Q_{III}^{2-3} терраса, которая выработана

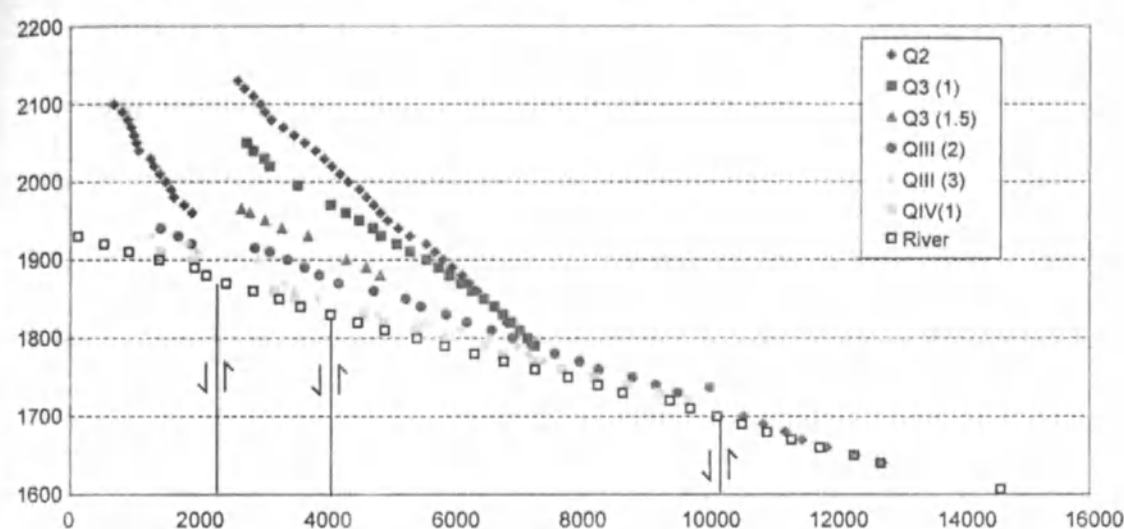


Рис. 2. Продольный профиль речных террас долины реки Туура-Суу.
Разноцветными значками показаны поверхности террас от Q_{II} и до голоценового Q_{IV}^1 времени.
Вертикальные линии показывают, где террасы деформированы активными разломами.

расы ближе к северным крыльям новейших структур служат коренные отложения, постепенно переходя к неогеновым толщам. Как видно из рис. 1, терраса сильно расчленена и смещена разрывом ближе к дельте реки. Молодые голоценовые террасы развиты, как правило, в русловых комплексах долины реки. В свою очередь эти террасы врезаны в позднеплейстоценовые речные и озерные террасы. Произвести временную индексацию этих отложений очень сложно, так как они между собой сильно перемещены.

Профилирование

Продольный профиль реки Туура-Суу (рис. 2.) показывает деформации террас одноименной долины реки. Современное русло реки, начиная от выходов коренных пород и до устья реки, наклонено на север под углом $1,3^\circ$. Как видно из профиля, в верхнем течении реки отмечено два активных разлома. По первому из них хорошо видно смещение террас, но по другому – смещение террас слабо выражено. На профиле хорошо видно, что чем терраса древнее, тем она круче наклонена в сторону устья. При этом все террасы древнее, чем терраса Q_{III}^2 , практически в одном и том же месте погребены под молодыми отложениями Q_{III}^1 . Древняя терраса Q_{II} наклонена на север под углом 5° и 7° . Следующая терраса Q_{III}^1 наклонена под углом $2,5^\circ$. Между террасами Q_{III}^2 и Q_{III}^1 также хорошо развиты локальные поверхности, наличие которых говорит о том, что в это

время уровень озера Иссык-Куль претерпевал относительно небольшие изменения.

Долина реки Ак-Терек

Река Ак-Терек следующая главная река к востоку от реки Туура-Суу. Истоки реки начинаются из области оледенения с северных склонов Тескейского хребта. Притоки реки Ак-Терек, вытекая из небольших ущелий Ала-Баш–Конур–Оленской впадины, при входе в глубокое ущелье образуют современную реку Ак-Терек. Прорезая сперва коренные отложения Тегерек–Коконадырской антиклинали, которая деформируется как южно-вергентная структура, затем палеоген-неогеновые отложения, которые выполняют собственно Барбулакскую грабен-синклинали, река впадает в залив Ордок-Учар (Ормуков и др. 2008). Террасовые комплексы развиты от северных склонов Коконадыр-Тегерекской структуры до прибрежной зоны озера Иссык-Куль. Как и в долине реки Туура-Суу, в долине р. Ак-Терек хорошо сохранились террасы Q_{III}^2 времени (рис.3). Мощность аккумулятивных отложений составляет 5-8 м, и они с угловым несогласием перекрывают неогеновый цоколь, который в опущенном крыле антиклинали под углом $10-12^\circ$ наклонен на север. В поднятом крыле неогеновые отложения более крутым углом наклонены в обратную сторону. Среднечетвертичные террасы по распространению занимают большие участки, и они в основном развиты в северных склонах антиклинали Кара-Коо. Небольшие фрагменты также

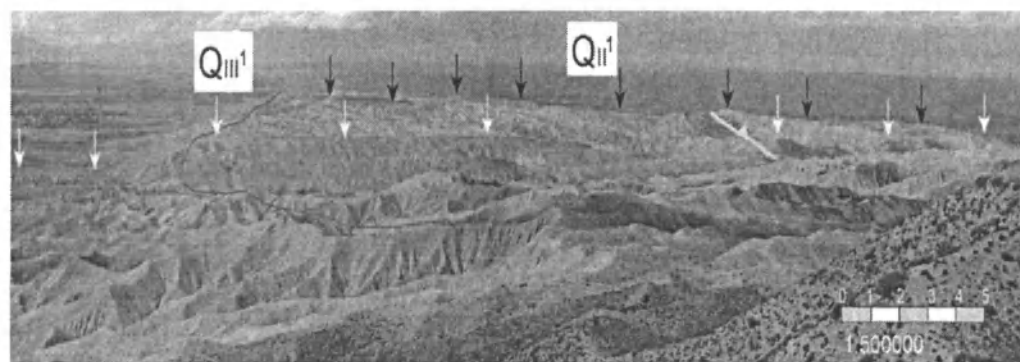


Рис. 3. Общий вид северо-западной части долины р. Ак-Терек. Стрелками указаны поверхности террас Q_{III}^1 и Q_{II}^1 , выработанные в антиклинальной структуре Кара-Коо.

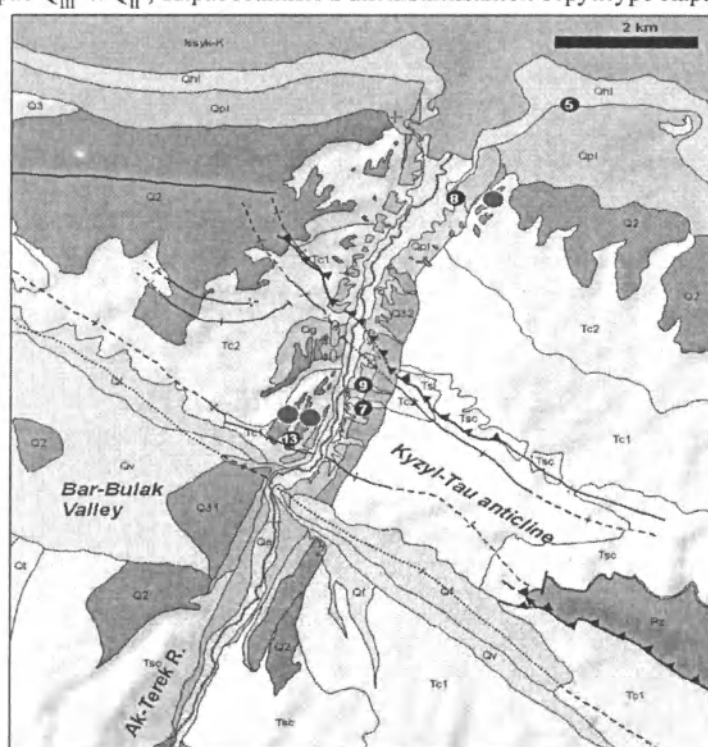


Рис. 4. Геолого-геоморфологическая карта долины реки Ак-Терек. Черными линиями обозначены основные разломы и секущие разрывы. Красные и черные кружки на карте обозначают места отбора образцов на определении абсолютного возраста поверхностей.

встречаются в обратных крыльях антиклиналей Кызыл-Чоку и Тегерек (рис. 4).

Профилирование террас

Используя общую станцию, мы закартировали контакт валунно-галечниковых отложений и перекрывающих их пролювиальных отложений Q_{III} . В целом линия профиля длиной 7,5 км

простирается с юга-запада на северо-восток вдоль русла реки Ак-Терек от зоны сочленения Бар-Булакской впадины и антиклинали Кара-Коо до устья реки Ак-Терек. Профиль более древней террасы Q_{II} составлен по топографической карте масштаба 1:25 000. Контурные прибрежной зоны озера под водой были получены

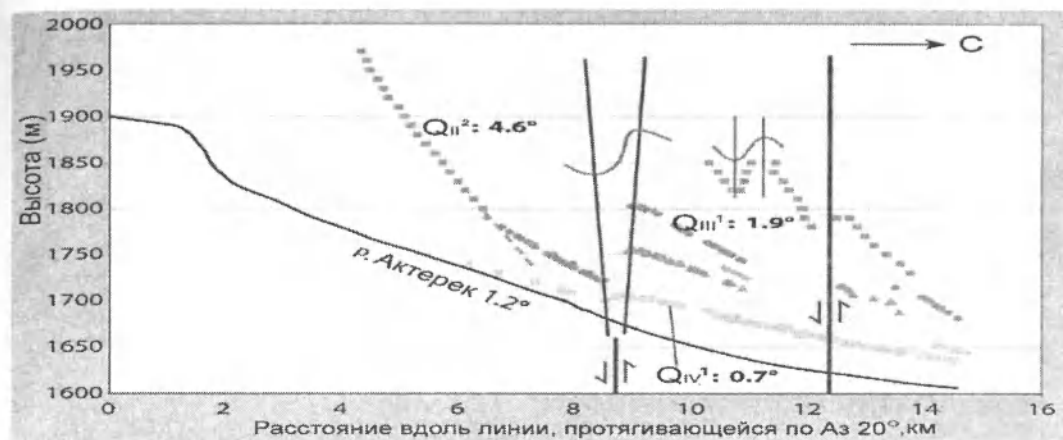


Рис. 5. Продольный профиль долины р. Ак-Терек. Условные обозначения: цветными знаками показаны поверхности плейстоценовых речных террас и угол наклона поверхностей и тальвега реки Ак-Терек. Красные вертикальные линии – разломы, которые деформировали поверхности террас.

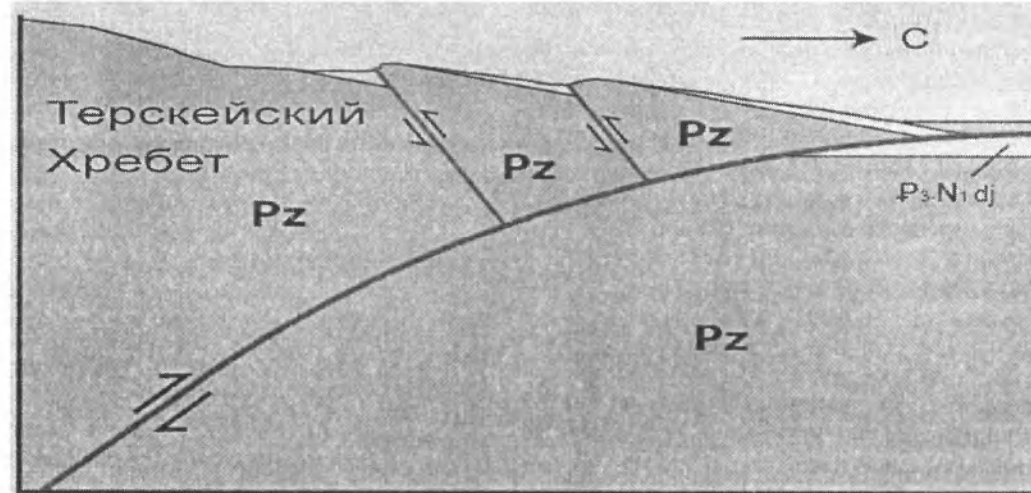


Рис. 6. Модель выполаживающегося к северу разлома, объясняющая особенности новейших структур западной части Южного Присыккуля.

с топографической карты масштаба 1:100 000. (рис. 5).

Линия профиля современного русла реки под углом $1,2^\circ$ наклонена в сторону севера и на 9° в районе ущелья, где река пересекает коренные породы. Как показано на профиле, чем терраса древнее, тем она круче наклонена на север и глубже врезана. В пределах воздымающейся антиклинали Кара-Коо взаимоотношения позднечетвертичных и голоценовых террас имеют сложную картину. Это связано с колебанием уровня озера Иссык-Куль. В зависимости от уровня озера также менялось и подводное строение древних конусов. При этом ес-

ли в период регрессии долины глубоко врезались, то во время трансгрессии они заполнились грубо-обломочными и озерными отложениями и выравнивались к наклону русла реки. Все террасы Q_{II} и Q_{III} деформированы по разлому Кызыл-Чоку, который разграничивает антиклинали Кызыл-Чоку и Кара-Коо от Бар-Булакской впадины. Террасы Q_{III}^3 и Q_{III}^2 с незначительным уклоном наклонены на север. А более древняя терраса Q_{II} смещена, кроме основного разлома, еще и дополнительными разрывами. В обратном крыле антиклинали Кара-Коо наклоны террасы наклонены следующим образом: Q_{II}^3 $0,7^\circ$, $Q_{III}^{1,5}$ $1,3^\circ$ и Q_{III}^1 $1,9^\circ$ на север.

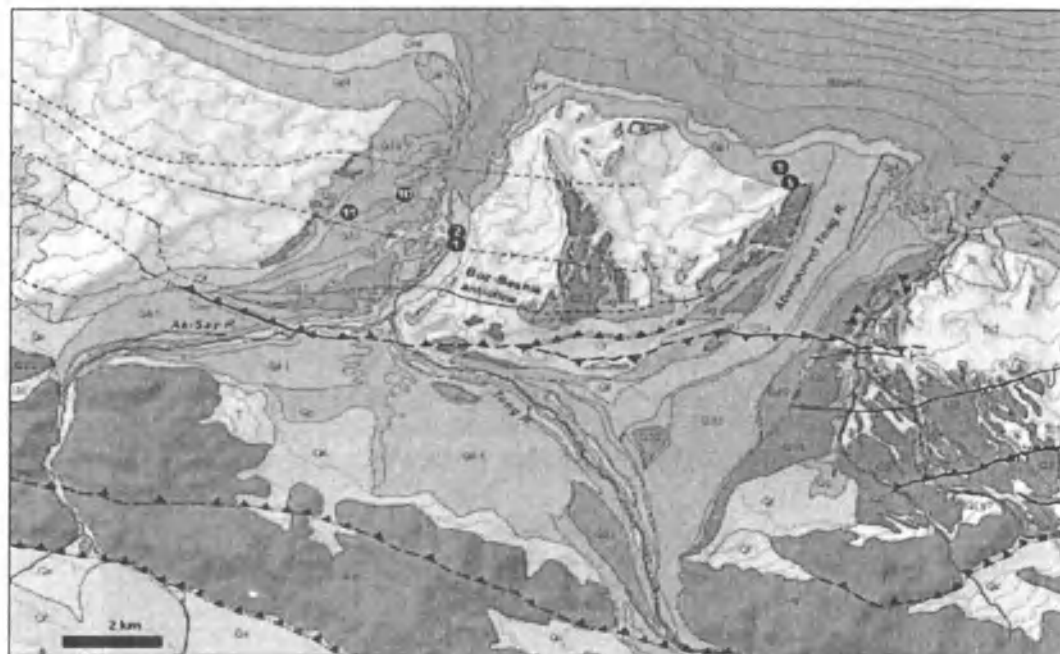


Рис. 7. Геоморфологическая карта долины реки Тон, Ак-Сай. На карте разноцветные поверхности показывают выходы коренных отложений, а также разновозрастные плейстоценовые речные и озерные террасы. Активные разломы и разрывы проведены черной линией.

Согласно профилю реки Ак-Терек, развитие антиклинали Кызыл-Чоку и Кокон-Адыр-Тегерек происходит в соответствии с моделью *fault propagation fold*, при которой разлом с изменяющимися углами падения дает структурный клин с моноклиальной, падающей в направлении вергентности, но в нашем случае разлом вышел на поверхность. При этом разлом, ограничивающий такую складку, имеет падение, обратное предполагаемому направлению движения масс (рис. 6). Казалось бы, что при условии направленного движения от хребта Тескей Ала-Тоо направление вергентности должно быть северным, т.е. южные крылья должны быть пологими и длинными, а северные – короткими и крутыми. Однако форма антиклинали Кызылчоку имеет обратные особенности. Исходя из наклонов поверхности террас и геометрии разломов, можно предположить, что новейшие структуры Кызыл-Чоку и Кокон-Адыр имеют геометрию обратных надвигов, т.е. противоположную направлению к Тескейскому хребту.

Долины рек Тон и Ак-Сай

Долины рек Тон – Ак-Сай – следующие главные реки к востоку от р. Ак-Терек, которые впадают в Иссык-Куль (рис. 7). Нижнее течение реки

Тон в позднеплейстоценовое время перехвачено рекой Ак-Сай, которая течет северо-западнее от нее и сливается с р. Тон, не доходя до озера 1 км. Таким образом, р. Ак-Сай в настоящий момент является главным притоком р. Тон, который теперь впадает в озеро через бывшее русло р. Ак-Сай. Обе реки имеют истоки в северных склонах Тескейского хребта и текут к северу, пересекая антиклинальные структуры Буркут и Бозбешик.

Последняя, судя по деформациям палеоген-неогеновых отложений, развивается как структура *fault-propagation fold*. При этом можно отчетливо наблюдать крутое южное крыло с подвернутыми слоями, падающими к северу под углами 75° , и пологое и длинное северное крыло, падающее также к северу под углом 10° . Северное крыло антиклинали осложнено двумя локальными антиклиналями, разделенными асимметричной синклиналью. Однако деформации террас связаны в первую очередь со смещениями по активному разлому, который смещает поверхности всех террас, его пересекающих. В модели *fault-propagation fold* разлом является “слепым” и на поверхность не выходит. Ситуацию усложняет тот факт, что с восточной стороны Бозбешикской антиклина-

ли также прослеживается активный разлом, но в этом случае поднятым, активным крылом является южное, т.е. ситуация прямо противоположная. Таким образом, необходимо предположить, что указанная антиклиналь развивается автономно, без связи с закартированными нами разломами. При этом выработанная на антиклинали цокольная терраса Q_{II}^2 , так же как и неогеновые отложения, наклонена на север, но с меньшими углами. Наклон поверхности аккумулятивной террасы Q_{III}^2 практически мало отличается от уклона современной долины. Следовательно, по всей видимости, активное развитие Бозбешикской антиклинали началось до формирования террасы Q_{III}^2 . Формирование указанной террасы происходило в период после интенсивного врезания долины реки Тон в неогеновые отложения. Деформации террасы Q_{III}^2 и более молодых террас связаны с началом формирования молодого разлома, нарушающего их поверхности, но не связанного с деформациями антиклинали Бозбешик.

Учитывая вышесказанное, можно предположить, что и антиклинальные структуры Дувана, Кара-Коо и другие также развиваются по указанной схеме, т.е. ограничиваются с юга разломом типа обратного взброса.

Выводы

Профилирование поверхностной части террас и верхней границы аллювиальных отложений речных террас позволяет выявить особенности эволюции внутренней структуры отложений, на которых они были выработаны. Эти структуры, как правило, являются результатом продолжительных тектонических движений в Тянь-Шане. В данном случае для всех речных

террас в Иссык-Кульской впадине в качестве цоколя или ее внутренней структуры являются дислоцированные толщи палеогена и неогена. В подавляющем большинстве исследований, касающихся изучения деформаций речных террас, указанная структура рассматривается как "законсервированная", неразвивающаяся. Однако если это может быть справедливым для палеозойских и большей части мезозойских отложений, то для внутренней структуры палеоген-неогеновых осадков, заполняющих межгорные впадины Тянь-Шаня, соотношения с деформациями речных террас (как было показано выше) более непосредственные и тесные.

Литература

1. Абдрахматов К. Е., Уилдон Р., Тампсон С., Бурбанк Д., Рубин Ч., Миллер М., Молнар П. Происхождение, направление и скорость современного сжатия Центрального Тянь-Шаня (Киргизия) // Геология и геофизика. 2001, Т.42. № 10. С. 1585 – 1609.
2. Tompson S. C., Weldon R. J., Rubin C. M., Abdrakhmatov K., Molnar P. // Late Quaternary slip rates across Tien Shan, Kyrgyz Republic, Central Asia. // Journal of Geophysical Research. 2002. – Vol. 107, no. 9, 2203. – P. 7-31.
3. Burbank D.W., McLean J.K., Bullen M., Abdrakhmatov K.Y., Miller M.M. // Partitioning of intermontane basins by thrust-related folding, Tien-Shan, Kyrgyzstan // Basin research. 1999 Volume 11. P. 75 – 92.
4. Ормуков Ч. А. Геоморфологическое строение долины р. Актерек // Наука и новые технологии. 2008. № 2. С.54 – 64.

УДК 551.343+551.3(575.22)

Картирование оползневых склонов в бассейне р.Кара-Ункур (Джалал-Абадская область, Кыргызстан)

В.П. САНЬКОВА, ст. научн. сотр.;
К.С. САКИЕВ, докт. геолог.-минерал. наук;
Ж.Ж. УСУБАЛИЕВА, мл. науч. сотр.;
В.А. ГЕРЖА, инженер-геолог;
А. К. КАСИЕВ, инженер-геолог;
Г.Т. МОЛДОГАЗИЕВА, мл. научн. сотр.

Mapping approaches to estimate landslide hazard and risk are considered in article. For the first time large-scale digital maps of appearance and evolution of landslides on three time periods have been compiled for target area. These maps show condition of landslide-forming slopes for the 70-s and 90-s last century and for 2007-2009. Key words: landslides, estimation and mitigation of landslide hazard, risk, mapping, geological factors.

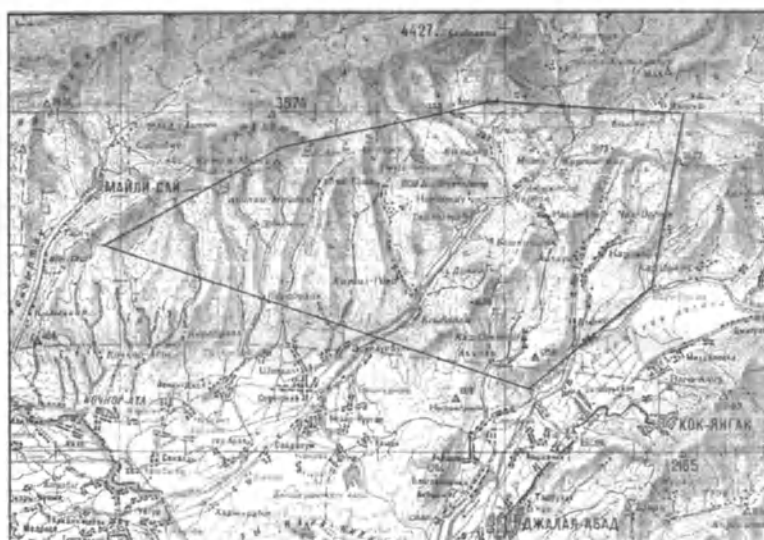
Во всем мире в последние годы огромное внимание уделяется разработке мер по смягчению опасности и управлению риском при массовых смещениях грунтов, наносящих колоссальный ущерб. По данным, приведенным в работе [1], в глобальном распространении катастроф на долю оползней приходится 5%, и эта величина постоянно растет, поскольку степень проявления и развития оползней находится под прямым влиянием общей деградации природной среды, глобального потепления, усиления сейсмичности, роста промышленного производства и добычи полезных ископаемых и роста самого населения.

В Кыргызстане оползни по катастрофичности и нанесению социально-экономического ущерба занимают ведущее место – 27%. При этом количество жертв от оползней за период 1988 – 2007 гг. также максимально – 238 человек, а средний экономический ущерб оценивается в 2,6 млн. долларов в год [2]. Южные районы Кыргызстана по своим природным и социально-экономическим условиям наиболее уязвимы для возникновения и развития оползней.

Систематическое изучение оползней по Южному Кыргызстану проводится с середины 1950-х годов. Особенно широко эти исследования бы-

ли развернуты в 1960 – 1990 годы, когда оползневый отрядом Южно-Киргизской экспедиции (Х.В.Ибатулин, В.Бугров и др.) проводились комплексные исследования, включающие картирование оползневых склонов, режимные наблюдения, прогноз и разработку мероприятий по предотвращению негативных последствий. Из-за финансовых проблем эта структура была упразднена в 1993 г.

В настоящее время оценкой и прогнозом оползней, а также разработкой и реализацией мероприятий по смягчению опасности и управлению риском при массовых смещениях грунтов занимаются специальные подразделения МЧС. Составлены карты типологического районирования и прогнозирования оползневой опасности, ежегодные дополнения и обобщения по состоянию ОПП отражаются в специальных выпусках [3 и др.]. К настоящему времени из всех южных районов наибольшей изученностью характеризуется долина р.Майли-Су, где уже выполнено несколько крупных проектов, финансируемых международными организациями, и где оползни представляют реальную угрозу имеющимся там урановым хвостохранилищам и захоронениям радиоактивных отходов, вывезенных из европейских стран в



советское время [4]. Составление карт и обработка данных в этих проектах выполнены на основе ГИС-технологий.

С 2007 г. Институтом геологии выполняются работы по изучению оползней на территории Джалал-Абадской области. Основной целью исследований является создание крупномасштабных электронных карт и каталогов оползней. Работы выполнены на площади, охватывающей бассейн реки Кара-Ункур с полным захватом его левобережного водораздела с р.Кугарт в области развития мезозойско-кайнозойских отложений (рис. 1).

В структурном отношении рассматриваемая территория является восточным окончанием Ферганской впадины, испытывающей горизонтальные вращательные движения и находящейся под непосредственным влиянием напряжений, вы-

Бассейн р. Кара-Ункур находится в восточной части одноименной Кара-Ункурской, или Центрально-Ферганской синклинали, сложенной мезозойскими и кайназойскими породами, которые в северо-восточном направлении, при выходе на поверхность на водоразделе Кара-Ункур – Кугарт и в междуречье Арсланбоб – Кара-Ункур, имеют сокращенные разрезы. Кара-Ункурская синклиналь с северо-запада ограничена Арсланбобским (Северо-Ферганским) краевым разломом, по которому на нее надвинуты палеозойские отложения Баубашатинского массива. Противоположное движение фиксируется южнее расположенному Кугартскому разлому. Эта противоположность движений и является, вероятно, основной причиной сложного строения южного крыла данной синклинали и в целом междуречья Кара-Ункур – Кугарт.

Долина р. Кара-Ункур является резко ассиметричной. Правый борт шириной до 20 км представляет собой значительно расчлененную многочисленными саями и речными долинами

приподнятую до 200 – 400 м над р. Кара-Ункур среднечетвертичную террасовую поверхность. Ближе к Баубашатинскому горному массиву и восточнее р. Гавасай эта поверхность повышается и осложняется выходами на поверхность мезозойских пород, образующими северное крыло Кара-Ункурской синклинали и ряд вторичных более мелких структур. Левый борт представляет собой относительно короткий – до 4,5 – 6 км, – значительно расчлененный склон, сформированный от средне- и нижнечетвертичной поверхности водораздела. Превышение высоты водораздела над поверхностью верхнеплейстоценовой террасы O^2_{III} – до 600 м, при общей крутизне склона до 15° , на северо-восток оно увеличивается до 800 – 900 м, т.е. склон становится круче. Повсеместно прослеживаются следы древних оползней и оползнеобвалов, в дезинтегрированных отложениях которых закладываются новые оползни. По данным Х.В. Ибатулина, в бассейне р. Кара-Ункур с древнеоползевыми склонами связано более 60% современных оползней.

Бассейн р. Ачисай сформировался на юго-восточном склоне водораздела Кугарт – Кара-Ункур, где он пересекает поверхность меловых и палеогеновых пород, образующих одноименную брахиантиклиналь. Рельеф представляет собой наклонную в южном направлении поверхность, изрезанную многочисленными саями, плановая конфигурация которых подчинена структурным и литоморфным особенностям коренного мезозойско-кайнозойского фундамента. Абсолютные отметки изменяются от 900 до 1700 м, достигая максимума на севере и северо-западе – в истоках бассейна. Примерно такая же ситуация и в бассейне Актоока.

Климат. Восточная часть Ферганской впадины – это наиболее увлажняемая за счет осадков территория по всему Кыргызстану. Средняя годовая сумма осадков здесь составляет 200 – 450 мм/год в равнинной части и более 1000 (по некоторым данным до 2000) мм/год – в горной. Высота снежного покрова изменяется от 50 см в равнинной части и до 200 см – в горах. В отдельные годы суточный максимум осадков доходит до 70 мм по долинам и более 90 мм – в горах.

Факты, свидетельствующие о глобальном изменении (потеплении) климата, имеются и здесь – наблюдаются некоторые изменения в режиме осадков и температуры. По данным расчетов изменения хода атмосферных осадков и температурного режима (Б.У. Абылмеизова и др.) по

метеостанции Джалал-Абад, среднегодовая температура воздуха за 60 лет повысилась на $1,9^\circ\text{C}$, т.е. за 100 лет ее расчетное повышение составляет $3,2^\circ\text{C}$, в высокогорной зоне (метеостанция Сары-Таш, $H=3,2$ км) температура за 70 лет увеличилась на $1,7^\circ\text{C}$, т.е. на $2,5^\circ\text{C}$ за 100 лет. Ход осадков почти не изменяется в низкогорной зоне – за 60 лет произошло понижение многолетних средних годовых сумм осадков на 10,4 мм, а в высокогорной зоне, наоборот, за 70 лет произошло повышение средних годовых сумм осадков на 66,2 мм. Это показывает, что при практически неизменном ходе осадков и повышающейся температуре смещается время начала снеготаяния, а также увеличивается вероятность образования снежного покрова на незамерзшей почве, что усиливает процессы увлажнения и эрозии почвенных покровов и способствует усилению оползнеобразования.

Геологическое строение района работ характеризуется широким развитием мезозойско-кайнозойских отложений, которые здесь характеризуются резкой фациальной изменчивостью даже на небольших расстояниях, неоднородностью состава и невыдержанностью слагающих толщ, часто значительно загипсованных и засоленных, что способствует проявлению диапиризма. Нижнемеловые отложения представлены красноцветными песчаниками, конгломератами и глинами. В верхнемеловых, наиболее широко распространенных, отложениях преобладают красноватые до зеленоватых глины, гипсы, известняки, песчаники. Также значительным переслаиванием разнообразных по составу слоев – от конгломератов до песчаников, известняков и глин, с включением гипсов и солей, – характеризуются палеогеновые и неогеновые отложения.

Повсеместно распространены лессовидные суглинки четвертичного возраста. Они мощным (от 3 – 5 до 20 – 50 м) чехлом покрывают почти всю поверхность предгорной части. Суглинки макропористы, просадочны, при взаимодействии с водой легко разжижаются, полностью теряя свои прочностные свойства. В них образуются оползни проседания и течения (блок-потоки и потоки).

Гидрогеологические условия рассматриваемого района характеризуются распространением в верхней части спорадических горизонтов подземных вод, контролируемых эрозийными врезами. Литологический состав пород определяет резкие отличия их водопроницаемости как в вер-

тикальном, так и горизонтальном разрезе. Это в сочетании с ярко выраженным режимом сезонного изменения уровня подземных вод периодически создает большие гидростатические давления в водопроницаемых породах склона.

Сейсмичность. Влияние землетрясений на образование оползней происходит как прямым, так и косвенным путем. В последнее время устанавливается влияние даже глубокофокусных (300 км) землетрясений, произошедших на значительном удалении, на образование и активизацию оползней [6]. В целом землетрясения приводят к смещению пород, трещинообразованию на склонах, разжижению и течению обводненных пород. Мы выполнили рекогносцировочные исследования и радиометрические замеры по гигантскому (более 10 млн. м³) оползню Кочкор-Ата, образовавшемуся в результате одноименного землетрясения в 1992 г. Закартирован и ряд более мелких сейсмогенных оползней в зоне Северо-Ферганского (Арсланбобского) разлома.

Усиление оползневой деятельности в последние десятилетия является и результатом длительного интенсивного антропогенного воздействия на геосистемы. В бассейне р. Кара-Ункур нет крупных промышленных или горнорудных предприятий, здесь всегда развивались сельское хозяйство и лесоводство. Но за последние десятилетия с передачей земли в собственность изменилась и структура ее использования под пастбища, сенокосы и богару. Очевидно, что эти изменения произошли не в лучшую сторону. Отсутствие или бездействие инфраструктур, отслеживающих и контролирующих состояние ирригационных сетей, характер и условия землепользования, отсутствие законов, регламентирующих нормы выпаса скота, приводит к нарушению естественного режима поверхностных и подземных вод, к деградации и уничтожению почвенного и растительного покрова на склонах, где геологические факторы уже обуславливают вероятность образования и развития оползней. Стихийные карьеры по отбору суглинка и гравия в основании склонов и речных террас приводят к нарушению естественного состояния склона и увеличивают обвально-оползневую опасность.

Методика наших исследований включает сбор и анализ фондовых и литературных материалов, подбор, сканирование и обработку растровых изображений топографических, геологических и др. карт, подбор аэро- и космоснимков, их дешифрирование, выполнение полевых исследований с

морфометрическими работами и картированием оползней, создание легенд и составление карт и каталогов оползней и перевод их в электронный формат.

Уже при первых маршрутах по Ачисаю мы обнаружили множество старых оползневых цирков и оползневых масс, часто со следами неоднократной активизации, а также множество трещин и просевших участков на склонах. Анализ доступных аэро- и космоснимков показал, что за относительно короткое время – 10 – 20 лет – происходят значительные пространственные изменения в проявлении и развитии оползней на одних и тех же участках. При полевых исследованиях и дешифрировании МДЗ прослеживаются определенные закономерности, отражающие стадийность разрушения склона в процессе развития оползней, которые при достаточном статистическом наборе могут использоваться при прогнозах. С другой стороны, важно проследить уязвимость оползней, находящихся на различных стадиях развития, к периодически повторяющимся и аномальным факторам (резкое увлажнение, землетрясения и др.) в конкретных районах, на что указывается в работе [5].

Дешифрирование аэро- и космоснимков 1970, 1990 гг. и выполненное полевое картирование 2007 – 2009 гг., также дополненное материалами дистанционного зондирования МДЗ, позволили создать крупномасштабные (1:50 000) карты проявления и развития оползней по трем временным срезам, отражающим развитие оползней во времени и пространстве. При компьютерной обработке создано три разновременных слоя. На картах они выделены разным цветом, что при наложении позволяет легко проследить изменения в конфигурации оползней, характер и площадь поражения, выделить определенные участки. Принцип составления таких карт демонстрирует рис. 2, где показан процесс деградации склона на участке с. Гедейтаппас.

В Кыргызстане таких карт на сколько-либо значительные территории нет. Подобные построения выполнялись А.В. Мелешко и другими [4, 5], в целом же эта методика создана в Институте геологии.

Результаты полевых исследований – современное состояние закартированных оползней, их координатная привязка, морфологические характеристики, время проявления и активизации, строение склонов и др. (всего 17 параметров) – сведены в электронные каталоги оползней. При практическом использовании электронные карты

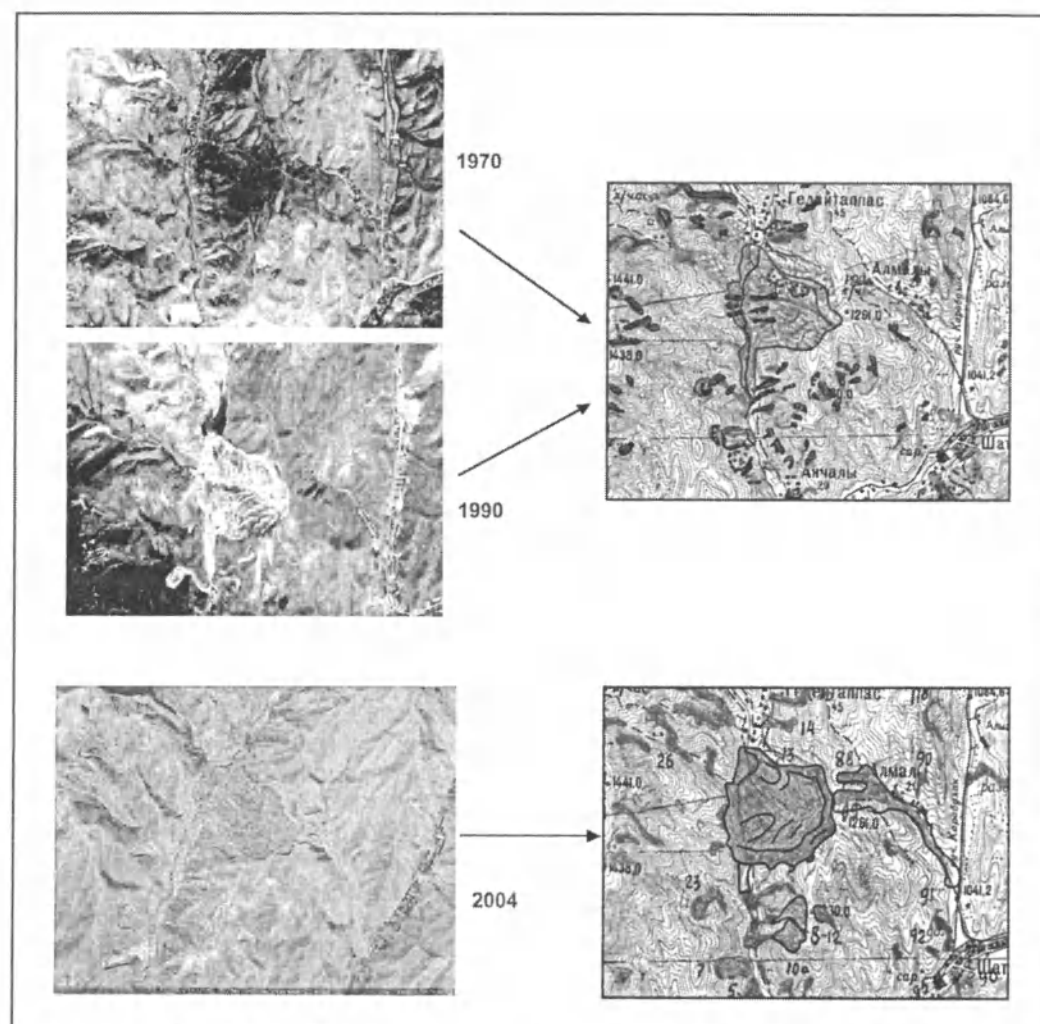


Рис. 2. Процесс деградации склона на участке Гедейтаппас. Слева даны фрагменты аэро- и космоснимков 1970, 1990 и 2004 гг., справа – фрагмент карты с совместным наложением оползневых слоев 1970 и 1990 гг. и фрагмент карты 2007 г. Как видно на аэроснимке 1970 г., склон на месте будущего оползня покрыт лесом, имеется село. В основании склона дешифрируется несколько оползней-оплывин, древний оползень – на фрагменте карты они показаны более темным цветом. На аэроснимке 1990 г. этот участок уже разрушен оползнем (светлый тон), перекрывшим реку и создавшим озеро. В 2004 году на обратном склоне образовались 2 оползня, разжиженная суглинистая масса которых заполнила соседнюю долину Алмаы, разрушив часть домов на расстоянии 2 км от оползней – космоснимок 2004 г. и фрагмент карты 2007 г.

и каталоги позволяют легко и оперативно вносить изменения в имеющуюся информацию.

Наложение полученных слоев на различные по содержанию (топографические, геологические, гидрогеологические и др.) карты позволяет проследить их пространственно-временное развитие, обусловленное определенным фактором. Так,

наложение на топокарты четко проявляет значительную пораженность склонов вблизи населенных пунктов, усиливающуюся во времени, т.е. подчеркивается влияние антропогенного фактора. По многим долинам пространственно-временная деградация склонов происходит от верхних частей долин к их нижним частям, где образуются

огромные оползни-потоки, часто захватывающие и разрушающие суглинистый чехол водоразделов и наносящие наибольший ущерб.

Сопоставление с геологическими картами на участке Ачисай показывает, что на площади развития MZ брахиантиклинали оползни локализируются вдоль рассекающих эту структуру разрывов СВ и ВСВ простирания, а по крыльям структуры образуются оползни глубокого заложения, связанные со срывами глинистых и мергелистых слоев, залегающих на водоносных известняках. На участке Актоок наиболее крупные оползни тяготеют к разрывам субширотного и СЗ простирания. Установлено широкое развитие древне оползневых и обвальных участков в восточной части бассейна Кара-Ункур и др. Так, значительная северная часть с. Гумхана, а также вышерасположенный санаторий «Арсланбоб» находятся на поверхности древнего обвала, охватившего площадь 2,5 x 3 км объемом 110-114 млн.м³.

Детальное картирование позволило уточнить геологическое строение оползневых склонов, классифицировать оползни по различной степени развития и опасности, выделить участки с преобладающим влиянием геологического, сейсмического или антропогенного факторов на пространственную и временную деградацию склонов.

Как видно на аэроснимке 1970 г., склон на месте будущего оползня покрыт лесом, имеется село. В основании склона дешифрируется несколько оползней-оплывин, имеется древний оползень – на фрагменте карты они показаны более темным цветом. На аэроснимке 1990 г. этот участок уже разрушен оползнем, перекрывшим реку и создав-

шим озеро. В 2004 году на обратном склоне образовалось 2 оползня, разжиженные суглинистые массы заполнили соседнюю долину Алмалы, разрушив часть домов на расстоянии 2 км от оползней – космоснимок 2004 г. и фрагмент карты 2007 г.

Полученные результаты позволяют внести коррективы в существующие прогнозные карты оползней, в разработку мероприятий по смягчению опасности и риска, а также получить дополнительные критерии для районирования и составления интегральных карт уязвимости и риска.

Работа выполнена в рамках инновационных проектов НАН КР, по инициативе президента Ш.Ж.Жоробековой.

Литература

1. Осипов В. И. Природные опасности и стратегические риски в мире и в России // Экология и жизнь. 2009. № 11 – 12 (96 – 97). С. 6 – 16.
2. In-depth Review of Disaster Risk Reduction in the Kyrgyz Republic. UNISDR report 2010, 55 pp.
3. Мониторинг, прогноз и подготовка к реагированию на возможные активизации опасных процессов и явлений на территории Кыргызстана и приграничных районах с государствами Центральной Азии // МЧС – коллектив авторов, Бишкек, 2006. 617 с.
4. Havenith H.B., Torgoev I., Meleshko A. et.al. Landslides in the Mailuu-Suu Valley, Kyrgyzstan – Hazards and Impacts. // Landslides, 2006. V.3, Number 2. P. 137 – 147.
5. Мелешко А.В. О тренде оползневых процессов юга Кыргызстана // Наука и новые технологии. 2000. № 6. С. 83 – 86.

ЭКОЛОГИЯ И ВОСПРОИЗВОДСТВО БИОРЕСУРСОВ

УДК 599.522.:591.582.2.

**Изменение климата и ареалов серого
и красного сурков Тянь-Шаня и Алая**

Т.З. ТОКМЕРГЕНОВ – канд. биол. наук

The article is about climate change and modification of areas of the
Grey and Red Marmots in Tien-Shan and Alai

В республике имеет место существенная пространственная неоднородность распределения биоразнообразия, что не учитывается в программах планирования природоохранной деятельности. Это может вести и ведет к сокращению численности и числа видов животных и районов их распространения, обеднению и изменению естественных экосистем под влиянием как региональных антропогенных влияний, так и глобальных, в частности, при изменении климата.

Для эффективной реализации целей Конвенции по сохранению биоразнообразия необходима оптимизация соотношения между экономической деятельностью и задачей сохранения биоразнообразия на каждой территории, поскольку обе сферы одинаково важны для достижения устойчивого социально-экономического и экологического благополучия населения.

Кыргызстан, являясь горной страной со сложным рельефом с перепадом высот от 500 до 7 000 м над уровнем моря, обладает чрезвычайным разнообразием природных условий.

Территория Кыргызстана является связующей между биотой Казахстана, Узбекистана и Китая (Кашгария), относящихся к разным биогеографическим провинциям. С другой стороны, Тянь-Шань и Алай являются мостом, связывающим фауну Гималаев, Гиндукуша через Памир с

биотой Сибири и Монголии, через Джунгарский Ала-Тау и Алтай.

Эти два обстоятельства обуславливают уникальное сочетание элементов самых разных фаун и определяют особое значение сохранения биоразнообразия Кыргызстана в региональном масштабе.

Зоогеографически фауна млекопитающих Кыргызстана относится к Нагорно-Азиатской провинции области Древнего Средиземноморья, куда входят Средняя и Центральная Азия, и располагается на стыке контрастных зоогеографических провинций Джунгарской, Туранской, Памиро-Алайской, Кашгарской.

На территории Кыргызстана выделяют две подпровинции: (1) *Тянь-Шаньская подпровинция* [с Западно-Тянь-Шаньским, Северо-Тянь-Шаньским, Иссык-Кульским, Внутренне-Тянь-Шаньским, Центральнo-Тянь-Шаньским округами и (2) *Памиро-Алайская подпровинция* [с одноименным округом – Алайским.

В статье освещены некоторые аспекты факторов, определяющих взаимоотношения популяций серого сурка (*Marmota baibacina* Kastsch., 1899) и красного (*Marmota caudata* Geoff, 1842.), населяющих территорию площадью в 120–130 тыс. км², то есть около 70 % всей территории республики (Берендяев, Кизилов, 1983).

Потенциальные ресурсы сурков в республике оцениваются примерно в 900 тыс. сурков, в том числе серых около 600 тыс., красных – 300 тыс.

Общей тенденцией изменения численности красного сурка начиная с 60-х годов XX века было ее неуклонное снижение. Основными определяющими причинами этой тенденции были:

- истребление сурков с целью оздоровления природных очагов чумы производилось на территории в 10 тыс. км² со снижением плотности по нормативам до 2–5 на 1 км² при исходной плотности в среднем 40–60 особей;
- промысел и браконьерство: динамика заготовок шкур сурков с 1950 по 1982 год изменилась со 125 тысяч до 23 тысяч;
- хищничество, особенно со стороны пастушьих и бродячих собак;
- конкуренция: широкий диапазон заселения красными сурками различных высотных поясов (600 – 3 500 м н.у.м.) свидетельствует об их меньшей специализации и меньшей конкурентоспособности с серым сурком, населяющим преимущественно высокогорные степи и луга (2700 – 3500 м.н.у.м.).

История формирования ареалов видов

Филогенез палеарктических сурков и история становления их видовых ареалов, по некоторым представлениям (Брандер, 2005), происходили следующим образом. В Азии сурки появились в начале позднего плиоцена, когда происходило сокращение лесов в северных окраинах северо-востока Азии и Аляски, соединенных до этого мостом суши. В то время в Азию проник *caudata*-подобный сурок. Первичная экспансия сурков направлена была с севера и востока на юг и запад вслед за сдвигом безлесных территорий.

В начале плейстоцена в Центральной Азии появляется предок *M. caudata*. Остальные сурки начала плейстоцена представляли собой слабо дифференцированные *sibirica*- или *himalajana*-подобные формы.

Среднеплейстоценовое потепление (700–800 тыс. лет назад) привело к повсеместному расширению лесных территорий, что привело к существенному сокращению и дроблению ареала сурков Азии.

Позднейшее развитие перигляциальных ландшафтов обусловило позднеплейстоценовую экспансию сурков. Продвижение сурков на этом этапе происходило с юга и востока на север и запад из среднеплейстоценового монгольско-китайского рефугиума, на территории которого дифференцировались формы *himalajana* и *sibirica*.

Sibirica – подобная форма стала предком для группы *bobac*, который интенсивно осваивал территории перигляциальных степей Западной Азии. Микулинское межледниковье (73–130 т.л.н.) привело к сокращению и фрагментации ареала сурков группы *bobac*. К этому времени относится начало дифференциации форм *bobac* и *baibacina*. (Брандер, 2005).

Современные ареалы серого и красного сурков в Кыргызстане

Лимитирующим фактором пребывания сурков на поверхности является температура: при уровне 22–25°С они уходят в норы.

Распространение горных видов сурков ограничивают два фактора: географическая широта гор и их высота над уровнем моря. Совместно они определяют не только характер растительности, но и температуру, включая температуру грунта в критический для сурков период зимней спячки [1, 4, 6, 7, 11, 14].

Мнения о том, что нижний предел высоты над уровнем моря является для горных сурков лимитирующим фактором, высказывались и ранее [14].

Во время спячки температура тела сурков мало отличается от температуры внутри норы, приближаясь перед весенним пробуждением животных к 0°С [1].

Большинство видов сурков распространены в субальпийском и альпийском поясах гор примерно от 3000 до 5000 м над уровнем моря (Schweifurth, 1957; Klatzel, 2001), приближаясь к границе снеговой линии [5].

Серый сурок – *Marmota baibacina* – в Центральном Тянь-Шане обитает в высотном диапазоне от 1700–4000 м над уровнем моря и преимущественно в пределах высот 2700–3500 м, населяя альпийские и субальпийские луга, криофитные степи, отчасти лесо-луговой пояс.

Основной ареал серого сурка в пределах Кыргызстана располагается между хребтами Кокшаал-Тоо на юге и Терскей Ала-Тоо и Молдо-Тоо на севере, вплоть до Ферганского хребта, а также на Кунгей-Кеминском массиве. Плотность сурков колеблется от 5 – 70 до 120 и на 1 км².

Красный сурок – *Marmota caudata* – обитает в ареале, охватывающем Западный Тянь-Шань, южный макросклон Киргизского хребта и Суусамыр-Тоо, западный макросклон Ферганского хребта, Алайский и Туркестанский хребты, Алайскую долину и Заалайский хребет. Обычен в горах, окружающих Суусамырскую котловину,

хотя в самой котловине его нет, но следы прежних поселений «несомненны» [7].

Нижняя граница распространения красного сурка обычно располагается на высоте 2000 м над уровнем моря, но отдельные поселения имеются и на меньшей высоте (600–800 м над уровнем моря).

Благоприятными для сурков являются субальпийские луга и лугостепи, степи, отчасти высокогорные полупустыни.

В среднегорном поясе сплошные поселения сурков редки и сменяются очаговыми поселениями в предгорном поясе, где растительность преимущественно представлена саванноидами (включает пырейные, прангосовые, феруловые степи) и опустыненными растительными сообществами, поселения красного сурка небольшие, часто далеко отстоящие друг от друга.

Плотность сурков колеблется от 5 до 50 и более на 1 км. Наибольшее обилие красного сурка отмечается в Алайской долине и бассейнах рек Тар, Кок-Суу и верховьях Кызыл-Суу (бассейн Кашгара) [7, 12, 13].

По восточным склонам Ферганского хребта серые сурки смыкаются с поселениями красных сурков. На западные склоны этого хребта серые сурки по преимуществу не проникают, но отмечено появление (в 70-х годах) первых поселений серого сурка в верховьях р. Тар – юго-западные склоны Ферганского хребта, т.е. в сплошном ареале красного сурка [4, 7].

По Киргизскому хребту граница между поселениями серого и красного сурков проходит по Ак-Сууйскому ущелью.

Современные взаимоотношения популяций серого и красного сурков

Вероятно, первоначально территория Внутреннего Тянь-Шаня была заселена красным сурком.

Затем считается, что в связи с изменением климата в эпоху межледникового потепления началось проникновение с востока серого сурка и заселение им Центрального и Внутреннего Тянь-Шаня, которое дало вход в ареал красного сурка [4].

Свидетельствами подобного развития сценария формирования современных ареалов серого и красного сурков является наличие анклавов поселений красного сурка в сплошном ареале серого сурка во Внутреннем Тянь-Шане – верховья бассейна рек на северо-восточных склонах Ферганского хребта и южных склонах хребта Ак-Шыйрак (западная часть долины Арпа, между речья Ала-Бути и Терека), на южных склонах

Молдо-Тоо, Байбиче-Тоо, по северным склонам Ат-Башинского хребта и в Нарын-Тоо. Шнитников (1936); Кулькова (1961); Семенова (1967); Айзин (1983); Берендяев, Кизилов (1983) [4, 7].

Имеющее место сокращение красного сурка в сплошном его ареале также связывают с изменениями климата наряду с действием антропогенных факторов. В середине XX века красные сурки имели более широкое распространение – особенно в северной и северо-западных частях ареала [4, 7]. В 70-х годах было установлено, что по северным склонам Алайского хребта нижняя граница распространения сместилась к югу на 30–50 км – следы прошлых поселений находили в нескольких десятках и сотнях километров от современной границы ареала [7]. На площади, составляющей 3/4 всего ареала, состояние численности сурка (от 2 до 15 особей на км²) характеризуется как угнетенное [7, 12].

Следы поселений этих зверьков находили в нескольких десятках и сотнях километров от современной границы ареала, например, в долинах Соха и Исфайрамса, вдоль берегов Нарына (у г. Таш-Кумыра), в районе Токтогульской ГЭС и в предгорьях Чаткальского хребта [7].

Таким образом:

- в историческом аспекте имеет место замещение красного сурка серым, обусловленное изменениями климата, по крайней мере (или скорее всего) как пускового импульса этого процесса;
- происходит сокращение площади поселений красного сурка в пределах его основного ареала распространения под действием промысла и браконьерства, хищничества со стороны пастушьих и бродячих собак, промышленного и сельскохозяйственного освоения горных территорий;
- по всей вероятности, продолжается экспансия серого сурка в ареал красного (поселения на юго-восточных склонах Ферганского хребта); исход конкуренции обуславливается тем обстоятельством, что красный сурок имеет более широкий диапазон заселения различных высотных поясов (600 – 4 000 м над уровнем моря) и является свидетельством их меньшей специализации и меньшей конкурентоспособности с серым сурком;
- как более молодой в эволюционном отношении вид серый сурок имеет конкурентные преимущества в высокогорных (луговых, лугостепных, степных и полупустынных аль-

пийских и субальпийских) биотопах перед красным сурком и способен к конкурентному его замещению (что и произошло во Внутреннем Тянь-Шане). В среднегорных высокогорных степных и саванноидных биотопах преимущество, очевидно, имеет красный сурок;

➤ современное изменение климата создает возможность преодоления серым сурком естественной границы этих двух видов – Ферганский хребет и внедрение его в современный ареал красного сурка;

➤ прогноз дальнейшего развития событий: вероятнее всего, серый сурок вытеснит красного сурка из Алайской долины и некоторых высокогорных участков в других частях его ареала; красный сурок сохранится в ареале, охватывающем Западный Тянь-Шань, южный макросклон Киргизского хребта и Суусамыр-Тоо, западный макросклон Ферганского хребта, северный макросклон Алайского и Туркестанский хребты, при плотности населения, соответствующей современной 5–15 особей на 1 км².

Литература

1. Arnold W., 1992. Social evolution and obligatory group hibernation in marmots / Eds. Bassano B. et Proc Ist Inter. Symp. On Alpine Marmot and gen. *Marmota*. P.41–54.
2. Айзин Б.М. Промысел сурка в Киргизии. Фрунзе: Кыргызстан, 1968. 24 с.
3. Брандер О. В. Филогенетические связи в роде *Marmota* и история становления ареала палеарктических сурков // Международная конференция по суркам. Тезисы докладов. Ташкент. Узбекистан. 31 августа – 2 сентября 2005 г. Ташкент. С.25.
4. Бибилов Д.И., Берендяев С.А. Серый сурок // Сурки: распространение и экология (промысловые животные СССР и среда их обитания). М.: Наука. 1978. С. 39–78.
5. Долгушин Л.Д., Осипова Г.Б. Ледники. М.: Мысль. 1989. 447 с.
6. Зимица Р.П. Очерки экологии степного и серого сурков // Тр. Ин-та географии АН СССР. М., 1953. Вып. 54. Вопросы биогеографии СССР.
7. Кизилов В.А., Берендяев С.А. Красный сурок // Сурки: распространение и экология (промысловые животные СССР и среда их обитания). М.: Наука. 1978. С. 19–116.
8. Klatzel F. Natural History // Handbook for the wild side of Everest. The Eastern Himalaya and Makalu-Barun Area. Kathmandu: The Mountain Institute. 194 p.
9. Schweifurth U. Die horizontale und vertikale Verbreitung der Vegetation im Himalaya. Bonn: Helmut Hahn. 373 S.
10. Shrestha T.K. Mammals of Nepal (With Reference to those of India, Bangladesh, Bhutan and Pakistan). Kathmandu: R. K. Printers. 371 p.
11. Тарасов П.П. К изучению биологии сурков. Сообщение 2. Внутривидовые отношения и вопросы миграции // Тр. Сред.-Аз. противочумн. ин-та. Вып. 7. Алма-Ата – Фрунзе, 1961.
12. Токмергенов Т. З., Жумабай уулу К. К вопросу сохранения и устойчивому использованию ресурсов сурков Кыргызстана (серый и красный сурки) // Иссл. живой природы Кыргызстана. Научн. прилож. ж. «Изв. НАН КР». Вып №5. Бишкек, 2004. С. 254–260.
13. Токмергенов Т. З., Турдуматова Н. К., Жумабай уулу К. Сурки Кыргызстана: сохранение через устойчивое использование // V Международная конференция по суркам. Тез. докладов. Ташкент, Узбекистан 31 августа – 2 сентября 2005 г. Ташкент, 2005. С.121.
14. Türk A., Arnold W. Thermoregulations as a limit to habitat use in alpine marmot (*Marmota marmota*) // Oecologia. V. 76. № 4. P. 544 – 548.
15. Climate change and modification of areas of the Grey and Red Marmots in Tien-Shan and Alai Institute for Biology Pedology, Kyrgyz Nat. Acad. Sci.

УДК 591. 524. 2 : 596

Сообщества млекопитающих среднегорий Иссык-Кульской котловины

Т.З.ТОКМЕРГЕНОВ – канд. биол. наук

An analysis of the structure of mammals community 14 indicator species are used, for 8 habitat types. There was confirmed preliminary (Tokmergenov 1996) conclusion, that communities of mammals of meadows, steppes and bushes have nothing specify in their population and structure, what is the result of an influence of the mammal population from surrounding landscapes.

Дан анализ структуры сообществ мелких млекопитающих по всем местообитаниям среднегорного пояса Иссык-Кульской котловины (еловые леса, луга, листопадные кустарники, степи, полупустыни, сельскохозяйственные поля, поселки, кошары) по материалам учетов 1980 – 1990 гг.

Целью работы было создание «нулевой» основы мониторинга состояния экосистем биосферной территории «Иссык-Куль», опираясь на которую можно было бы выявлять тренды в изменении структуры сообществ млекопитающих региона и на основе их интерпретации делать прогнозы основных тенденций в изменении состояния экосистем Иссык-Кульской котловины [1].

Одной из особенностей рассматриваемой территории является климатическая асимметрия Иссык-Кульской котловины, сказывающаяся на пространственном распределении растительных формаций, находящих отражение в структуре сообществ мелких млекопитающих региона [4, 5, 6, 7].

Как предлагает Н.А. Щипанов (1992) [8], выбор объектов мониторинга целесообразно проводить с позиций (1) приоритетности в сохранении и (2) индикаторных возможностей.

По первой позиции возможно выделение трех групп видов:

I) Находящиеся под угрозой исчезновения и редкие:

1) обыкновенная кутора, 2) бурый медведь, 3) солонгой, 4) речная выдра, 5) степная кошка, 4) манул, 5) обыкновенная рысь, 6) ирбис, 7) благородный олень (марал), 8) джейран, 9) архар, 10) тушканчик-прыгун.

В этом списке два вида – джейран и речная выдра – относятся к исчезнувшим, три вида – обыкновенная кутора, солонгой, манул – могут быть отнесены для рассматриваемого региона в категорию естественно редких видов с соответствующими выводами о пригодности в качестве объектов мониторинга.

II) *Эндемики (субэндемики)* – что касается этой группы видов, то формально для Кыргызстана их нет. Однако есть виды, являющиеся эндемиками Тянь-Шаня с основной частью ареала, находящейся на территории Кыргызстана и в Иссык-Кульском регионе:

1) тянь-шаньская бурозубка, 2) тянь-шаньский суслик, 3) тянь-шаньская мышовка, 4) тянь-шаньская полевка, 5) киргизская полевка.

Следует отметить, что за исключением сурка Мензбира в этом регионе представлены все субэндемики Тянь-Шаня.

III) *Виды эдификаторы* – это в основном виды землерои и фитофаги с заметным воздействием на растительность (в альпийском поясе 5 видов, в лесо-лугово-степном – 7–8; каменисто-скальных биотопах – 3 вида и пустынно-сухостепном – 4–5 видов) [6, 7].

В альпийском поясе представлены:

1) козерог, 2) архар, 3) серый сурок, 4) узко-черепная полевка, 5) восточная слепушонка.

В лесо-лугово-степной пояс входят:

1) кабан, 2) благородный олень, 3) сибирская косуля, 4) обыкновенная белка, 5) тянь-шаньский суслик, 6) серый сурок, 7) восточная слепушонка, 8) лесная мышь.

На каменисто-скальных местообитаниях встречаются:

1) козерог, 2) серебристая полевка, 3) большая пищуха.

В пустынно-сухостепном поясе:

1) восточная слепушонка, 2) тамарисковая песчанка, 3) краснохвостая песчанка, 4) заяц-песчаник.

В данной работе использованы виды второй и третьей групп.

По второй позиции млекопитающих можно разделить на две группы видов – это испытывающие (1) непосредственное и (2) непрямое воздействие со стороны антропогенных факторов.

Видов, испытывающих непосредственное воздействие от охоты (включая браконьерство), факторов беспокойства, регуляции численности, конкурентного вытеснения сельскохозяйственными животными, – не менее 15. Из них можно выбрать следующие виды, по состоянию которых можно судить об интенсивности воздействия этой группы факторов:

1) бурый медведь, 2) каменная куница, 3) барсук, 4) обыкновенная рысь, 5) ирбис, 6) кабан, 7) благородный олень (марал), 8) сибирская косуля, 9) козерог, 10) архар, 11) серый сурок, 12) ондатра.

К факторам, оказывающим опосредованное влияние на млекопитающих, относят:

1) коренное преобразование ландшафта (экосистем) в рекреационных сельскохозяйственных и технических целях; 2) различные виды загряз-

нений; 3) “благоустройство” территорий; 4) рекреацию [8].

В каждом отдельном случае можно подобрать виды, состояние которых отражает степень воздействия этих факторов:

А) *преобразование ландшафта* в рекреационных сельскохозяйственных и промышленных целях. Наибольшее значение на современном этапе имеет преобразование экосистем предгорно-долинных и среднегорных поясов под нужды расширяющегося земледелия. В результате сокращаются и разрушаются местообитания следующих видов:

1) ушастый еж, 2) степной хорь, 3) барсук, 4) степная кошка, 5) камышовая кошка, 6) тьянь-шаньский суслик, 7) тушканчик-прыгун, 8) тамарисковая песчанка, 9) краснохвостая песчанка.

В) *“благоустройство” территорий*. Наиболее распространенными видами подобной деятельности являются «санитарные» рубки, особенно в пойменных и прирусловых древесно-кустарниковых зарослях. Это приводит к изменению структуры сообществ млекопитающих и выпадению из их состава видов, чьи кормовые и защитные свойства в этих местообитаниях ухудшаются. К этим видам относятся:

1) малая бурозубка, 2) тьянь-шаньская бурозубка, 3) малая белозубка, 4) ласка, 5) горностай, 6) барсук, 7) обыкновенная рысь, 8) кабан, 9) сибирская косуля, 10) лесная соя, 11) тьянь-шаньская мышовка, 12) тьянь-шаньская полевка, 13) киргизская полевка, 14) лесная мышь, 15) заяц-песчаник.

Качественное (набор индикаторных видов по местообитаниям) и количественное (показатели численности и плотности) описание сообществ

Восточное Прииссыккулье	Западное Прииссыккулье
серый сурок	серый сурок
тьянь-шаньский суслик	тьянь-шаньский суслик
тьянь-шаньская мышовка	-
серый хомячок	серый хомячок
серебристая полевка	серебристая полевка
тьянь-шаньская полевка	-
киргизская полевка	киргизская полевка
узкочерепная полевка	узкочерепная полевка
восточная слепушонка	восточная слепушонка
лесная мышь	лесная мышь
домовая мышь	домовая мышь
-	тамарисковая песчанка
-	краснохвостая песчанка
заяц-песчаник	заяц-песчаник
большухая пищуха	большухая пищуха

Таблица 1

Структура сообществ млекопитающих экосистем среднегорного пояса
Иссык-Кульской котловины Восточного Прииссыккуля

Места обитания	Еловые леса	Среднегорн. луга	Кустарники	Среднегорн. степи	П/пустыни	С/х поля	Поселки	Кошары
еловые леса								
среднегорн. луга	0,292							
кустарники	0,932	0,448						
среднегорн. степи	0,02	0,422	0,209					
среднегорн. п/пустыни	-	-	-	-				
с/х поля	0,044	0,899	0,252	0,837	-			
поселки	0,207	0,068	0,264	0,039	-	0,086		
кошары	0,477	0	0,62	0,108	-	0,089	0,057	

Таблица 2

Сравнение сообществ млекопитающих аналогичных типов местообитаний
Восточного и Западного Прииссыккуля

Западное	Елов. леса	Среднегорн. луга	Кустарники	Среднегорн. степи	Среднегорн. п/пустыни	С/х поля	Поселки	Кошары
Восточное								
еловые леса		-	0,436	0,003	0,001	0,003	0	0
среднегорн. луга			0,003	0,141	0,003	0,003	0	0
кустарники			0,556	0,033	0,009	0,009	0,008	0,016
среднегорн. степи				0,157	0,049	0,052	0,058	0,11
среднегорн. п/пустыни					-	-	-	-
с/х поля						0,043	0,048	0,092
поселки							0,961	0,826
кошары								0,434

млекопитающих Прииссыккуля было дано ранее в работе «Население млекопитающих Северного Кыргызстана» (1991) и других публикациях [4,5,6,7].

Поэтому ниже приводятся только списки видов Восточного и Западного Прииссыккуля, использованные в анализе настоящей работы.

Анализ проводился с использованием критерия (1) сходства г- Животовского, учитывающего как видовой состав, так и долю видов в сообществе [2,3].

$$g = \sqrt{p_1 \cdot q_1} + \sqrt{p_2 \cdot q_2} + \dots + \sqrt{p_m \cdot q_m},$$

при этом p и q – количественная доля видов в сравниваемых сообществах.

Оценка видового разнообразия сообществ проводилась по показателю разнообразия – μ и доле редких видов – h :

(2) $\mu = (\sqrt{p_1} + \sqrt{p_2} + \dots + \sqrt{p_m})^2$, где μ – среднее число видов, p_i – доля вида в сообществе (изме-

ряется в долях единицы – от 0 до 1); m – число видов.

Показатель доли редких видов – h :

(3) $h = 1 - \mu/m$, где h – доля редких видов, m – число видов в сообществе; “ h ” – дает информацию о структуре видового разнообразия сообществ.

Выбор этих показателей из многих аналогичных обусловлен наличием разработанной статистики для оценки достоверности данных.

Результаты расчетов приведены в табл. 1, 2, 3.

Подтверждается предварительный вывод предыдущей публикации Токмергенова (1996) [5], что сообщества млекопитающих лугов, степей и листопадных кустарников не обладают специфичностью состава и структуры, которые являются результатом влияния населения млекопитающих иных сопредельных местообитаний.

Так, для листопадных кустарников Восточного Прииссыккуля (табл.1) показатель сход-

Таблица 3

Структура сообществ млекопитающих экосистем
среднегорного пояса Иссык-Кульской котловины.

Западное Прииссыккулье

Местообитания	Среднегорн. листопадн. кустарники	Среднегорн. степи	Среднегорн. п/пустыни	С/х поля	Поселки	Кошары
среднегорн. листопадн. кустарники						
среднегорн. степи	0,53					
среднегорн. п/пустыни	0,203	0,685				
с/х поля	0,577	0,945	0,541			
поселки	0,649	0,893	0,358	0,968		
кошары	0,552	0,935	0,478	0,941	0,94	

Таблица 4

Структура сообществ млекопитающих экосистем среднегорного пояса
Иссык-Кульской котловины по показателям μ и h

Биотопы	Показатель	Еловые леса	Среднегорн. луга	Листопадн. кустарники	Среднегорн. степи	П/пустыни	С/х поля	Поселки	Кошары
Регионы Иссык-Куля									
Восточное Прииссыккулье	μ	4,783	2,747	5,3	3,821	-	1,84	2,32	2,43
Западное Прииссыккулье	μ	-	-	3,999	4,824	4,42	3,023	2,04	2,66
Восточное Прииссыккулье	h	0,567	0,657	0,558	0,522	-	0,54	0,42	0,19
Западное Прииссыккулье	h			0,6	0,464	0,37	0,496	0,49	0,11

ства (определяется в долях единицы от 0 до 1) с сообществом еловых лесов составляет 0,932, а сообщества листопадных кустарников Западного Прииссыккуля – 0,436 (табл. 2). Сходство же между этими типами местообитаний из обеих частей Прииссыккуля находится на уровне 0,556 (табл. 2). Таким образом, около 50% компонентов сообществ листопадных кустарников востока Прииссыккуля формируется под влиянием сообществ мелких млекопитающих ельников.

Сообщества этого местообитания на западе испытывают сильное влияние степных сообществ (показатель сходства $r = 0,53$) (табл. 3).

Аналогичный показатель для степей составляет 0,157 (табл. 2), при этом сходство с полупустынями и сообществами для восточных степей составляет 0,049 (табл. 2), а для западных степей – 0,685 (табл. 3). Т. е. степи Западного Прииссыккуля наполовину формируются под влиянием полупустынных сообществ.

Аналогичные выводы получаются и при анализе показателей μ и h для этих же местообитаний (табл. 4).

Использование показателей разнообразия (μ и h) и сходства (r) в анализе состава и структуры млекопитающих различных экосистем позволяет формализовать и сделать относительно более объективной оценку состояния и тенденции изменений сообществ млекопитающих под действием различных факторов, особенно в программах долгосрочного мониторинга.

Литература

1. Андреев В.А. Классификационные построения в экологии и систематике. М.: Наука, 1980. 142 с.
2. Животовский Л.А. Показатель сходства популяций по полиморфным признакам // Ж. общ. биол. 1979. Т. 40. № 4. С. 587–602.
3. Животовский Л.А. Показатель внутрипопуляционного разнообразия // Ж. общ. биол. 1980. Т. 41. № 6. С. 828–836.

4. Население наземных позвоночных Северного Кыргызстана / Э.Д. Шукуров, Г.Г. Воробьев, Э.Ш. Касыбеков, Т.З. Токмергенов и др. – Бишкек: Илим, 1991. 78 с.
5. Токмергенов Т. Сообщества мелких млекопитающих среднегорий Иссык-Кульской котловины // Проблемы изучения сохранения биологического разнообразия. Бишкек, 1996. С. 36.
6. Млекопитающие как компонент биоразнообразия Кыргызстана // Сб. мат-лов экол. конф-ренц. и семинаров за 1998–2002. Бишкек, 2002. С.60–74.
7. Токмергенов Т.З. Количественная оценка своеобразия териокомплексов Кыргызстана // Иссл. живой природы Кыргызстана. Научн. прилож. ж. «Изв. НАН КР». Вып №5. Бишкек, 2004. С.43–47.
8. Ципанов Н.А. Современные принципы охраны животного мира: задачи, подходы, популяции наземных позвоночных // Успехи современной биологии. 1992. Т.11. Вып. 5–6. С.643–660.

УДК 581.4.633.28(575.2)(04)

Эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea* Moench) в культуре и медицине

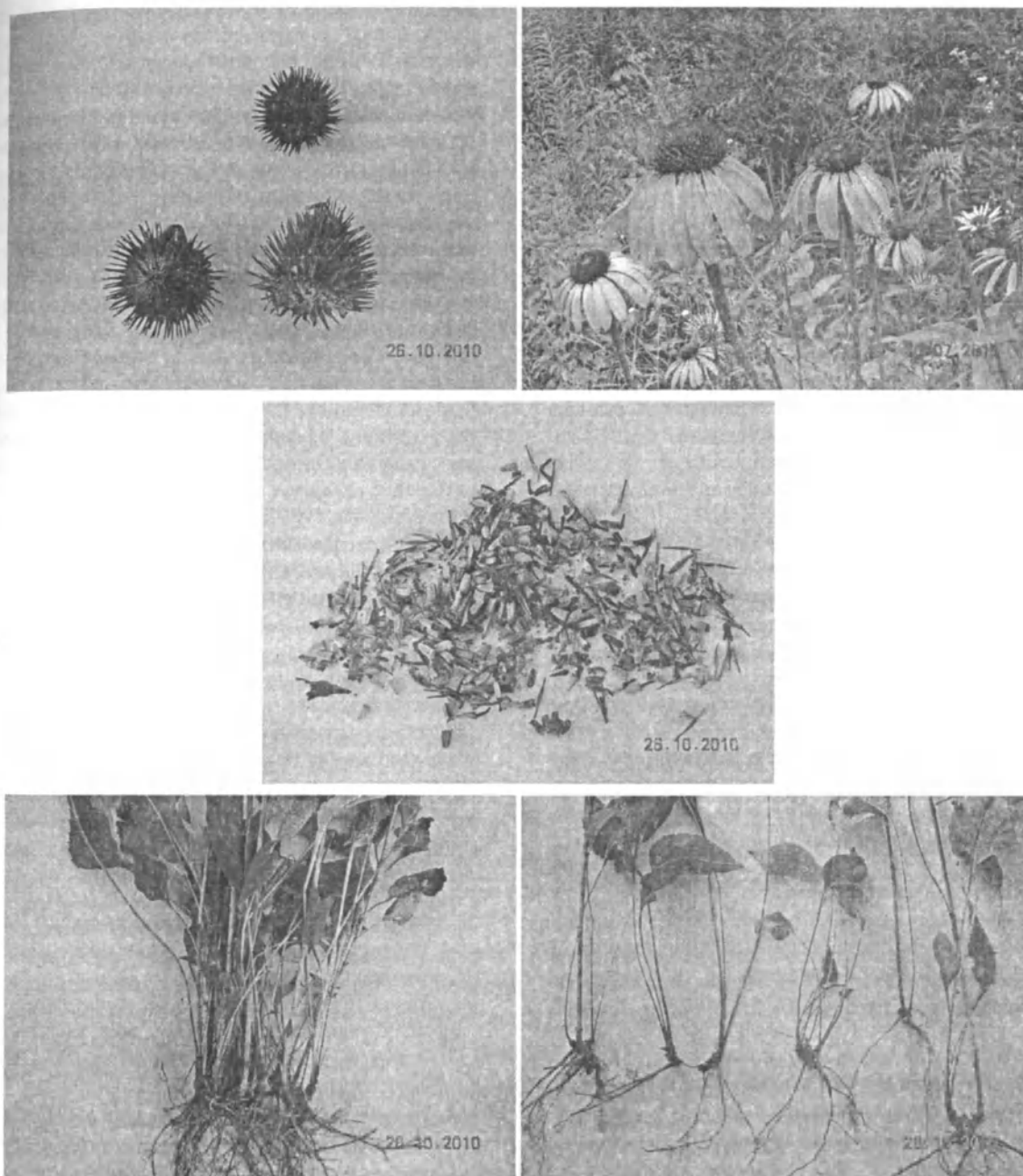
И.П. БОНДАРЦОВА, – зав. лаб. цветочно-декор. растений
Н.А. РОГОВА – зав. лаб. фирмочных культур и технологич.
получения эфирных масел

The material of introduction and culture ornamental and medical
plant *Echinacea purpurea* Moench in Kyrgyzstan is given. Described
morphological and medical property.perspective use in a future.

Эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea* Moench) – широко известный декоративный многолетник, используемый в озеленении и для составления букетов. Родина эхинацеи пурпурной – Северная Америка, где она растет в разных экологических зонах. Культивируется в Ботаническом саду им. Э.Гареева с 1954 г. Семена этого вида эхинацеи были получены из ГБС г. Москвы, и длительное время она выращивалась исключительно как декоративное растение. Климат Чуйской долины Кыргызстана оказался весьма для нее благоприятным, растение успешно адаптировалось и распространилось из Ботанического сада в сады и парки республики. Кусты средней высоты (до 80 см). Корневище среднеразвитое, на нем располагаются почки – мелкие вегетативные и крупные – генеративные. Стебли прямые, гладкие, вверху ветвистые. Листья крупные, ланцетовидные, слегка зубчатые, со слабо развитым черешком. Листья и стебель эхинацеи покрыты

короткими жесткими волосками, темно-зеленые. Стебель внизу приобретает иногда бурый или темно-бордовый цвет. Соцветия крупные (до 9 см в диаметре). Язычковые цветки темно-розовые, трубчатые – темно-желтые, иногда коричневатые. Расположение язычковых цветков в соцветии эхинацеи различно – бывают пониклые и расположенные горизонтально. Цветение начинается в конце июня. Сначала зацветает центральный, наиболее развитый цветок, затем цветки, располагающиеся на соцветии ниже. Как правило, центральный цветок более крупный, а нижние цветки более мелкие. На хорошо развитых растениях цветков бывает до 6 – 8 штук. В общем, цветение эхинацеи продолжается в наших условиях в течение более двух месяцев за счет цветения всех цветков, развивающихся на стебле, и группы цветущих эхинацей в садах выглядят эффектно.

В условиях Чуйской долины эхинацея пурпурная хорошо зимует в открытом грунте, не



боится возвратных похолоданий, устойчива к летней жаре и сухости воздуха, не поражается вредителями и болезнями. Соцветия не выгорают на солнце и не увядают при небольшой подсушке почвы. Высокие декоративные свойства эхинацеи проявляются на обработанных, рыхлых и среднеувлажненных почвах, открытых для

солнца участка. Эхинацея мирится и с частичным затенением, однако в этом случае цветки ее становятся бледными, уменьшается и габитус растений. Семена созревают в конце сентября, но долго держатся в колючих соцветиях, не осыпаются до зимы. В одном соцветии от 50 до 140 – 150 семян. Одно взрослое цветущее растение может

дать более тысячи семян. В наших условиях легко размножается посевом семян поздней осенью (ноябрь) и весной (март) в открытый грунт. Из высеявшихся семян весной появляется редкий самосев. Всхожесть свежесобранных семян высокая – 85-90%, и семена сохраняют всхожесть в течение трех лет. Однако длительное хранение семян приводит к потере всхожести до 33 – 38%. Растения хорошо размножаются и вегетативно. Кусты эхинацеи трех-, четырехлетнего возраста можно делить на 4 – 7 посадочных единиц и рассаживать в апреле или сентябре. Рассаживать эхинацею хорошо приживается как при весенней, так и осенней посадке. Некоторая часть сеянцев от подзимнего посева зацветает в конце августа – начале сентября, сеянцы от весеннего посева цветут в большинстве летом следующего года. Кусты эхинацеи относительно долговечны, и на одном месте их можно выращивать до шести-восьми лет, затем корневище стареет и отмирает. Агротехника эхинацеи несложная. Растение нетребовательно к почвам, однако при выращивании ее на хорошо обработанных, с большим содержанием питательных веществ, почвах без сорняков развиваются более мощные и ветвистые растения, с хорошо развитым листовым аппаратом. Поливы должны быть регулярными, при недостаточном увлажнении габитус растений значительно уменьшается. В настоящее время, кроме вида эхинацея пурпурная, культивируются более декоративные сорта с корзинками диаметром до 12 см, махровыми цветками, белыми, темно-карминными, красными, желтыми. Как декоративное растение эхинацея является украшением любого сада или клумбы.

Эхинацея пурпурная с давних времен является ценным лекарственным растением. В качестве лекарственного сырья используются все части растения: стебли, листья, цветки и корневища с корнями. Все они содержат эфирное масло. В корнях – гликозид эхинакозид, смола, органические кислоты [1]. Все части

растения содержат производные кофейной кислоты, большое количество макро- и микроэлементов. В процессе роста и развития эхинацея накапливает такие элементы, как цинк и селен. Полезные компоненты эхинацеи располагаются во всех частях растения, но наиболее ценные из них содержатся в корнях. Еще индейцы широко использовали корни эхинацеи от укусов змей, пауков, при зубной боли, ожогах, трудно заживающих ранах и язвах. Наука подтверждает традиционное использование эхинацеи пурпурной как бактерицидного и иммуностимулирующего средства. Препараты эхинацеи повышают защитные свойства организма, являются модуляторами иммунной системы. По данным зарубежных авторов, настойка, сок, мазь, инъекции из эхинацеи эффективны при бактериальных, вирусных, респираторных, многих хронических заболеваниях антииммунного характера, при септических процессах, кожных, гинекологических, урологических болезнях. В Германии изготавливается более 300 фармацевтических препаратов, включающих экстракты, мази и настойки из эхинацеи пурпурной, немало их выпускается и на родине эхинацеи – в США [2].

Учитывая широкое лекарственное применение препаратов эхинацеи пурпурной, ее высокие декоративные свойства, а также изученные биологические особенности и вопросы культивирования, ее необходимо рекомендовать и внедрять для выращивания и использования в Кыргызстане.

Литература

1. Махлаюк В.П. Лекарственные растения в народной медицине. Саратов: Приволжское книжное изд-во, 1967. С. 421.
2. Steven Foster and James A. Duke «Medicinal plants and herbs of eastern and central North America». Houghton Mifflin Company. Boston New York. 2000. P.226 – 227.

БИОТЕХНОЛОГИЯ, МЕДИЦИНА И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

УДК 001:616-053.2 (575.2)

О роли науки в решении прикладных задач педиатрии

Д.К. КУДАЯРОВ – академик, вице-президент НАН КР

The article is about the role of science in solving practical problems in pediatrics

Наука является мерилем достижений цивилизации, а научный потенциал государств – это ее второе после сырьевых ресурсов национальное богатство. В этом плане, значимость педиатрической науки бесспорна, так как ее развитие направлено, в конечном итоге, на улучшение состояния здоровья и качества жизни подрастающего поколения.

В Кыргызской Республике в условиях сохраняющейся социально-экономической напряженности, вызывающей тревогу по поводу дальнейшего развития науки, тем не менее сохраняется возможность достаточно разнообразных и глубоких научных исследований.

Проблемы охраны здоровья детей и подростков изучаются в Национальном центре охраны материнства и детства, на кафедрах педиатрии государственной медицинской академии и других медицинских вузов республики.

В соответствии с темой данного сообщения, прежде чем определить актуальные проблемы педиатрического раздела медицины, считаю важным остановиться на собственном видении некоторых аспектов роли науки в системе клинической педиатрии.

Реалии сегодняшнего времени таковы, что вряд ли можно рассчитывать в ближайшем будущем на фундаментальность научных исследований, но существенные положительные результаты в практической педиатрии могут быть достигнуты значительно быстрее при успешном

решении прикладных задач здравоохранения. В этом и состоит один из главных аспектов роли педиатрической науки:

- решение прикладных задач педиатрии;
- реализация компонентов функционирования звена наука – практическое здравоохранение;
- внедрение и подготовка кадров высшей квалификации.

В настоящее время совершенно отчетливо проявляются три принципиально важные особенности патологии детского возраста:

- прогрессирующий рост распространенности хронических заболеваний – как во временном, так и в возрастном аспектах;
- нестабильность эпидемиологической ситуации, вспышки ряда контролируемых детских инфекций;
- повышение удельного веса врожденной и социально значимой патологии детского возраста, зачастую приводящей к ранней инвалидизации детей.

В связи с этим следует выделить следующие стратегии научных исследований:

- профилактика заболеваний и формирование здорового образа жизни;
- проведение целенаправленных функциональных исследований в неонатологии, раннем детстве и в последующие периоды развития;

- проведение исследований в области экологической и социальной педиатрии с разработкой методов предупреждения детской заболеваемости и инвалидности и программ по их медицинской и социальной реабилитации;
- формирование долгосрочной стратегии сохранения здоровья детей;
- прогнозирование уровня заболеваемости;
- разработка научных основ профилактики и борьбы с наиболее распространенными заболеваниями.

Многие проблемы, перечисленные выше, решаются научными работниками Национального центра охраны материнства и детства.

Научные программы Национального центра педиатрии и детской хирургии продолжают исследования в области мониторинга младенческой смертности. Конкретные мероприятия, направленные на улучшение состояния здоровья и качества оказания медицинской помощи детям в Кыргызстане, способствовали снижению показателя младенческой смертности, но он остается еще высоким.

На основе научного поиска сотрудников центра впервые в Кыргызстане была создана модель Службы организации семьи и социального патронажа, отработаны ее организационные основы, структура, функции, направленные на обеспечение эффективной помощи семьям группы риска в воспитании здорового поколения, получен отчетливый медико-социальный эффект.

Широко известны исследования сотрудников центра по изучению системы крови у детей в норме и при патологических состояниях. Разработаны принципиально новые подходы к диагностике и лечению железо-дефицитной анемии (ЖДА), латентного дефицита железа и геморрагического диатеза. Эта проблема остается актуальной, научные исследования в этой области продолжаются.

Вопросы бронхолегочных заболеваний у детей в Кыргызстане изучаются в научном отделе пульмонологии. Результаты внедрений рекомендаций проведенных исследований позволили существенным образом снизить удельный вес острых бронхолегочных заболеваний в структуре младенческой смертности.

Накоплен достаточно большой материал по эпидемиологии аллергических болезней у детей в республике, особенностям их форми-

рования, клинического течения и терапии, разработаны прогностические модели динамики распространенности бронхиальной астмы и атопического дерматита на ближайшие 10-12 лет.

В настоящее время на базе отделения кардиоревматологии проводятся разнообразные исследования в области болезней сердца, нарушений ритма сердечной деятельности неревматических болезней суставов. Стоит подчеркнуть особую социальную значимость этих заболеваний в связи с высокой финансовой затратностью лечения и инвалидизацией большого количества пациентов.

Достигнуты определенные успехи коллектива отдела питания в вопросах совершенствования основ питания здоровых и больных детей. Сотрудниками отдела создано девять видов продуктов детского и диетического питания, в том числе пять видов биолакта, пресная адаптированная смесь «Адалакт», биологически активная паста «Наристе», разработаны биологически активные пищевые добавки с коли- бифидо- и лактобактериями для коррекции биоценоза кишечника, «Антианемическая добавка» для лечения анемии.

Все указанные продукты выпускаются НПО при отделе питания, приоритетность их подтверждена патентами на изобретения, отмечена наградами на различных выставках, достижения отдела удостоены Государственной премии Кыргызской Республики.

Разработаны научные проекты по сахарному диабету у детей, нефрологии, болезням нервной системы у детей раннего возраста. В области детской хирургии планируются исследования в разделе врожденных пороков развития, урологии, лечении септических процессов.

Практическая реализация результатов научных исследований в перечисленных направлениях возможна в процессе обеспечения качественного функционирования звена педиатрической науки — практическое здравоохранение, представляющего собой второй важный аспект роли науки в решении прикладных задач педиатрии и детской хирургии.

Реализация данного направления науки включает в себя:

- участие в разработке государственных и национальных программ, нормативно-правовых документов, создание специализированных профильных служб;

- разработка и издание методических рекомендаций и их внедрение в практическое здравоохранение;
- проведение семинаров, конференций, тренингов;
- оказание лечебно-консультативной и диагностической помощи во время выездов непосредственно на местах.

Считаю необходимым выделить еще одного очень важного аспекта роли науки в достижении конечного результата научного поиска – это внедрение. В ряде случаев предложения для практикующих врачей остаются на уровне самих разработчиков, не имеют выхода на непосредственное практическое здравоохранение в области и районы республики.

Основной причиной ограниченных возможностей применения предложений является необходимость для этого специального оборудования или специальных условий, отсутствие финансовых средств, отсутствие оперативной информации основных рекомендаций.

Можно перечислить еще множество причин, но все они – производные от одного важнейшего фактора: отсутствие экономического механизма, приводящего в действие весь инновационный процесс. В условиях рынка и конкуренции сами ЛПУ должны быть заинтересованы в налаженном процессе внедрения и могут заказывать разработку конкретной научной продукции для своей практической деятельности.

Эффективность внедрений нельзя признать действенной, поэтому необходим переход от наращивания объемов методических разработок к обеспечению их качества и повышению медико-социальной и экономической эффективности.

Основными направлениями внедрений в будущем должны быть:

- разработка научно-клинических протоколов и рекомендаций по наиболее важным проблемам педиатрии и детской хирургии на основе изучения всей доступной литературы по определенным вопросам, ее критическая оценка, применение современных принципов в разработке рекомендаций;
- создание республиканского регистра болезней детского возраста;
- формирование базы данных систематизированных обзоров
- рандомизированных контролируемых исследований в педиатрии;

- издание блоков современных данных по наиболее актуальным проблемам педиатрии и детской хирургии;
- издание клинических руководств по различным разделам педиатрии и детской хирургии;
- создание специальных экспертных и внедренческих групп на базе ученого медицинского совета (УМС) Министерства здравоохранения и Национального центра педиатрии и детской хирургии.

Неоспорима определяющая роль науки в высшем образовании и подготовке кадров высшей квалификации для педиатрической отрасли медицины.

Педагогика и наука – это взаимосвязанные и взаимодополняющие процессы, исключение одного из которых в значительной мере снизит конечный результат и в науке, и в образовании.

Представляется важным выделить ряд наиболее значимых задач науки в сфере образования:

- разработка новых технологий обучения, направленных на совершенствование всех составляющих педагогической системы;
- внедрение блок-модульных программ обучения с использованием синхронных электронных версий лекций и практических занятий, что позволит оптимизировать учебный процесс и повысить его эффективность;
- разработка методических пособий по теоретическим и практическим вопросам педиатрии;
- конструирование учебных программ на основе научно-исследовательских работ, выполненных в том числе и в республике.

Следует подчеркнуть особую значимость науки в подготовке кадров высшей квалификации. Именно в процессе подготовки кандидатов и докторов наук в аспирантуре и докторантуре приобретаются навыки работы со специальной литературой, логического мышления, анализа мировых достижений, которые необходимы современному врачу.

В центре продолжает функционировать диссертационный совет по защите докторских и кандидатских диссертаций по педиатрии и детской хирургии. Совет успешно работает на протяжении 28 лет, за это время подготовлено большое количество докторов и кандидатов наук, которые успешно работают в научных цен-

трах, на кафедрах педиатрии, в практическом здравоохранении.

Создание диссертационного совета следует считать большим достижением научной педиатрической общественности республики.

На фоне широкомасштабного реформирования всей системы здравоохранения следует признать настоятельную необходимость реформирования медицинской науки в целом и педиатрии в частности.

Основные недостатки существующей системы организации научной работы, с нашей точки зрения, состоят в следующем:

- крайне низкий объем финансовых средств, отчисляемых на науку из госбюджета;
- фактическое отсутствие стимулов для проведения приоритетных исследований;
- отсутствие эффективных условий для интеграции и создания межведомственных связей среди научных подразделений;
- отсутствие стандартов выполнения и оценки результатов научных исследований.

У нас есть свое видение путей модернизации научных исследований, разработан проект реформирования, который включает ряд обобщенных пожеланий:

- создание фондов поддержки науки;
- создание центров совершенствования для научных сотрудников;
- организация комплексных полипрофессиональных научно-исследовательских групп для проведения НИР;
- формирование педиатрического центра информационной сети;
- мониторинг республиканской базы научных достижений в педиатрии для обеспечения прозрачности отбора и хода выполнения НИР;
- создание конкурентной среды на всех уровнях проведения исследовательской работы.

Совместные усилия практических врачей и научных работников должны обеспечить выполнение конкретных качественных показателей здравоохранения, предусмотренных следующим этапом реформирования «Манас-Таалими»

- улучшение доступности населения к службам перинатальной и педиатрической помощи;
- снижение показателя младенческой смертности до уровня 15 на 1000 живорожденных;
- снижение частоты йододефицитных состояний на 20%;
- снижение уровня железодефицитных состояний на 30%;
- снижение смертности от ОРВИ на 15%;
- увеличение до 50% числа детей, находящихся на исключительно грудном вскармливании.

Мы вполне осознаем, что фундаментальные ресурсы здоровья – это мир, стабильная экономика, качественное питание, чистая экосистема, справедливость и равенство. Однако и от медицины зависит многое, а от медицины детства – судьба поколений, а значит, и судьба страны, ее реальное завтра.

В Декларации Всемирного форума в защиту детей записано: «Нет ни одной проблемы, заслуживающей большей степени приоритета, чем защита и обеспечение развития детей». «Пока не будет должной заботы о детях, не разрешится ни одна из насущных проблем, над которыми уже давно бьется человечество» – отмечает Детский Фонд ООН.

Поэтому культивирование здорового детства через мониторинг и управление развитием детей – ключевой момент формирования здоровья нации, реализации всего генетического потенциала физических и интеллектуальных возможностей общества.

УДК 541.127.2 (575.2)(04)

**Получение быстрорастущих штаммов трансформированных корней
фармакологически перспективных видов эндемиков
и редких растений Кыргызстана для создания
лекарственного сырья нового поколения**

А.Р. УМРАЛИНА – канд. биол. наук;
Т.П. ЧЕРНЫШЕВА – канд. биол. наук;
Б.А. АСАНАКУНОВ – научн. сотр.

Hairy root culture technology allows producing high-productive plant root cultures with genetic and biosynthetic stability. In the plant biotechnology laboratory of the biotechnology institute studies on hairy root culture producing of Kyrgyzstan's wild plant species are carried out.

Растения дают человечеству десятки тысяч природных продуктов, многие из которых представляют большую ценность для фармакологии. По данным FAO [1], более 50 тысяч видов растений используются в официальной и народной медицине.

Заготовка растительного сырья приводит к сокращению ценных природных растительных ресурсов и даже к исчезновению природных популяций ценных видов растений. Выращивание ценных растений на плантациях часто оказывается слишком трудоемким, длительным и нерентабельным. Кроме того, растения, выросшие в природных условиях или на плантациях, обычно содержат значительное количество токсичных примесей, гербицидов, пестицидов и др., которые в основном накапливаются в корнях.

В связи с этим бесспорную актуальность приобретают работы по использованию биотехнологических способов культивирования таких видов растений и получения биологически активных соединений с помощью культивирования *in vitro* клеток, тканей и корней растений [2, 3]. Основной целью этих способов является получение растительной биомассы, выращенной в контролируемых условиях с использованием стерильных биореакторов большого объема.

Нами в течение ряда лет совместно с Институтом физиологии растений РАН им.

К.А.Тимирязева проводятся работы по созданию коллекции генетически трансформированных корней (так называемых *hairy roots*) растений Кыргызстана, перспективных для биотехнологического применения при получении экологически чистого сырья нового типа [4]. Ценным качеством таких корней является генетическая стабильность полученных изначально в результате трансформации клонов [5], что также выгодно отличает *hairy root*-культуру от культуры растительных клеток и тканей. Высокая ростовая активность *hairy roots*, полученных с использованием диких, немодифицированных штаммов *Agrobacterium rhizogenes*, обеспечивает не только их способность расти на простых безгормональных средах [6], но и позволяет получать большие массы экологически абсолютно чистых корней, которые по химическому составу близки к корням целых нативных растений.

Объектами исследования служили растения трех семейств Lamiaceae, Fabaceae и Asteraceae. Из семейства Lamiaceae изучались виды *Scutellaria adenosstegia* Briq., *Scutellaria andrachnoides* Vved., *Scutellaria lanipes* Juz., *Scutellaria transiliensis* и *Otostegia schennikovii* V. Scharaschova. В семействе Fabaceae был выбран краснокнижный эндемичный вид *Sophora korolkowii* Koechne. Семейству Asteraceae представлено в наших исследова-

Таблица

Содержание флавоноидов и антиоксидантная активность нативных растений семейств Lamiaceae, Fabaceae и Asteraceae

Вид	Часть растения	Сумма флавоноидов, %	АОА, мг кверцетина/г сухого в-ва
<i>Rhaponticum lyratum</i>	листья	2,73±0,13	23,3±1,14
	цветки	2,19±0,05	14,84±0,27
	стебли	0,73±0,02	8,41±0,14
<i>Saussurea involucreata</i>	листья	2,75±0,1	15,58±0,24
	корни	0,1±0,01	5,0
	семена	0,25±0,01	14,92±0,23
<i>Sophora korolkowii</i>	листья	0,5±0,02	14,85±0,21
<i>Orostegia schennikovii</i>	листья	0,76±0,01	12,53±0,06
<i>Scutellaria adenostegia</i>	листья	5,73±0,14	47,37±0,81
	цветки	4,03±0,10	36,66±1,30
	стебли	2,90±0,02	27,26±0,69
	корни	2,11±0,02	26,19±1,14
<i>Scutellaria andrachnoides</i>	листья	0,72±0,02	23,6±1,95
	стебли	0,47±0,01	13,7±0,75
	корни	2,74±0,05	29,6±1,48
<i>Scutellaria lanipes</i>	листья	2,18	-
	цветки	4,84	-
	корни	2,99	-
<i>Scutellaria transiliensis</i>	листья	3,40	44,40
	цветки	3,03	35,85
	корни	5,24	45,71

ниями двумя видами – *Saussurea involucreata* (Kar. et Kir.) Sch. Bip., краснокнижный вид, используемый в китайской медицине, и эндемик *Rhaponticum lyratum* C. Winkl. ex Iljin, растения этого рода также используются в медицине (корень левзеи).

Был проведен анализ содержания флавоноидов и антиоксидантной активности надземных частей и корней нативных растений (табл.).

Семена растений были простерилизованы и посажены на среду Мурасиге и Скуга (MS) для введения в культуру *in vitro*. Полученные проростки размножались микроразмножением для накопления материала для инокуляции.

У видов *S. andrachnoides* и *S. lanipes* были выделены линии гермоплазмы, полученные от индивидуальных семян, которые постоянно поддерживаются в культуре *in vitro*. Индикаторными признаками выбора линий для инокуляции агробактериями служили скорость накопления биомассы, антиокислительный потенциал и содержание флавоноидов в надземной части и корнях культуры.

Для инокуляции использовали бактерии четырех штаммов A-4, R-1000, R-1610 и SW15834, полученных в Институте физиологии растений

РАН им. К.А.Тимирязева. Перед опытом бактерии пересевались на новую чашку Петри и наращивались 48 часов в темноте при +25°C. После наращивания готовилась суспензия бактерий в 30 – 40 мл среды MS.

Из полученных микроразмножением растений в качестве эксплантов брались листья и отрезки стеблей в междоузлиях побегов растений. Экспланты накалывали стерильной иглой и помещали в колбу с 40 – 50 мл среды MS, после этого добавляли 5 – 10 мл суспензии агробактерий. Колба с эксплантами помещалась на качалку на одни сутки для инокуляции. Затем экспланты промывали средой MS и помещали в чашки Петри на питательную среду, содержащую антибиотик клафоран для подавления роста остатков бактерий. В дальнейшем экспланты с формирующимися корнями пересаживались на среду с уменьшенной концентрацией клафорана для полного элиминирования бактерий и получения стерильной культуры трансформированных корней.

В дальнейшем корни пересаживались с целью поддержания их в культуре *in vitro* с интерва-



Рис. 1. Рост трансформированных корней на эксплантах линии Sa-1.

лом в 4 – 5 недель. При накоплении достаточного количества корней они переводились в жидкую питательную среду и помещались на качалку для лучшего аэрирования и накопления биомассы, которая затем использовалась для проведения анализа на содержание флавоноидов и АОА.

Корни были получены для всех видов растений, но их жизнеспособность и скорость роста сильно различались.

У *R. lyratum* было получено всего 4 проростка. Из-за малого количества материала этот вид был инокулирован только одним штаммом агробактерий – R-1000. Через 1,5 месяца на средних жилках листовых эксплантов стали появляться корни. В настоящее время культура пересаживается на среды с уменьшающимися концентрациями клафорана для элиминации бактерий. Характер роста корней будет выяснен позже.

Листовые экспланты *S. involucrata* были проинокулированы всеми штаммами агробактерий. Инокуляция прошла успешно, получены корни во всех вариантах и практически у всех эксплантов. В настоящее время культуры проходят стадию элиминации бактерий. Их ростовые характеристики будут известны позже.

Растения *S. korolkowii* были инокулированы также агробактериями всех четырех штаммов. Корни появились на семядолях при инокуляции штаммами R-1000 и R-1610 практически сразу

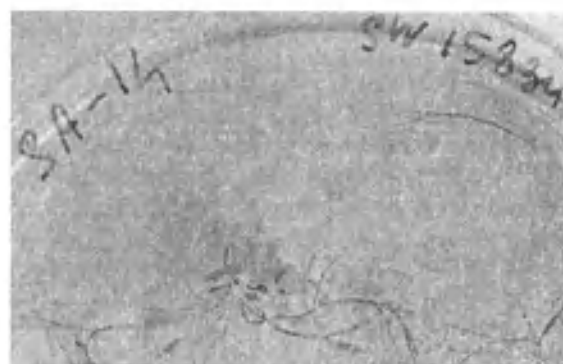


Рис. 2. Органогенез трансформированных корней линии Sa-14.

после инокуляции, но из-за сильной контаминации агробактериями культуры были утеряны.

Растения *O. schennikovii* были проинокулированы всеми штаммами агробактерий. Во всех вариантах у всех эксплантов образовались каллусы, а затем единичные корни. Корни были довольно толстые, но не ветвящиеся и после отделения от эксплантов росли медленно. В настоящее время проводится работа по подбору сред для их выращивания.

Экспланты *S. adenostegia* были инокулированы штаммом 15834SW. Все экспланты потемнели и дали каллусы. Примерно у 2/3 всех эксплантов образовались довольно мощные, но очень слабо ветвящиеся корни. Корни темнели, начиная от основания, белыми оставались только кончики. После пересадки на среду с добавлением 0,25 мг/л ИМК рост корней улучшился и они начали ветвиться.

У *S. lanipes* для инокуляции брались экспланты линий SI-4, SI-6 и SI-7.

Растения линии SI-4 были проинокулированы всеми штаммами агробактерий. Все стеблевые и 1/3 листовых эксплантов образовали темно-коричневые каллусы. Через 3 месяца на стеблевых каллусах варианта SI-4+R-1000 появились единичные корни.

С линией SI-6 было проведено 2 опыта. В обоих опытах растения были проинокулированы всеми штаммами агробактерий. Практически все экспланты всех вариантов дали каллусы – очень темные (+15834SW), темные со светлыми участками(+R-1000), более светлые (+A-4). В варианте SI-6+R-1000 стали образовываться рыхлые корнеподобные выросты и даже 3 настоящие корешка, но через несколько пересадок они стали темно-коричневыми и потеряли способность к

росту, очевидно, из-за накопления большого количества вторичных веществ.

Растения линии SI-7 были также два раза проинкулированы всеми штаммами агробактерий. Инокуляция этой линии была более успешной, чем двух предыдущих этого вида. Все экспланты образовали каллусы. Корни были получены во всех вариантах. Корни образовывались довольно мощные, желтоватые, росли длинными, но не ветвились. После отделения от каллуса через несколько пересадок корни всех вариантов темнели и теряли способность к росту.

Таким образом, все наши попытки получить культуру трансформированных корней для вида *S. lanipes* не дали положительных результатов.

Растения *S. translucens* были инокулированы всеми штаммами агробактерий, и корни были получены во всех вариантах опыта. При этом корни были довольно длинными и толстыми с темными перетяжками и утолщениями, образующимися на участках корней, находящихся над средой. Наиболее длинные и ветвящиеся корни были в варианте со штаммом A-4. После отделения от первичных эксплантов через несколько пересадок корни трех вариантов R-1000, R-1601, 15834SW постепенно снизили свою ростовую активность и перестали расти. Сохранился только вариант с A-4, для поддержания роста которого в настоящее время подбирается питательная среда.

У *S. andrachnoides* для инокуляции брались две линии гермоплазмы – Sa-1 и Sa-14, которые выделяются по скорости роста, содержанию флавоноидов и антиоксидантной активности.

С эксплантами линии Sa-1 было проведено 2 опыта. В первом инокуляция проводилась только штаммом бактерий 15834SW. Были получены 2 быстрорастущие и хорошо ветвящиеся линии корней (рис. 1), с которыми в настоящее время проводится комплекс исследований по оценке биосинтетической активности и морфологических характеристик. Во втором опыте для инокуляции линии Sa-1 были использованы все четыре штамма агробактерий, во всех вариантах были получены трансформированные корни. Но по скорости роста и способности к ветвлению они уступают линиям, полученным в первом опыте.

С линией Sa-14 также было проведено 2 опыта. Трансформированные корни были получены во всех вариантах. Корни хорошо росли в присутствии первичного экспланта, но после отделения от него кончиков корней их способность к росту и ветвлению падала. Корни всех вариантов, полу-

ченные от линии Sa-14, обладали способностью к стеблевому органогенезу (рис. 2), чего ни разу не было отмечено у корней, полученных из линии Sa-1. При отделении образовавшихся побегов от каждого из вариантов было получено 5 новых линий гермоплазмы трансформированных растений *S. andrachnoides* – Sa-16 (Sa-14+15834SW, первый опыт), Sa-17 (Sa-14+15834SW, второй опыт), Sa-18 (Sa-14+R-1000), Sa-19 (Sa-14+R-1610) и Sa-20 (Sa-14+ A-4). Линия Sa-14 показывает стабильно самые высокие показатели содержания флавоноидов и антиоксидантной активности при выращивании в культуре *in vitro*. Растения, полученные из трансформированных корней этой линии, могут отличаться еще большим содержанием биологически активных соединений или образовывать большую массу корней, что позволит их использовать в других биотехнологических процессах.

Были выделены 4 линии корней *S. andrachnoides*. Две из них получены несколько лет назад из растений, введенных в стерильную культуру в 2005 году (линии 1 и 2), и две получены из растений линии Sa-1 в текущем году (линии 3 и 4). Для инокуляции всех линий был использован штамм агробактерий 15834SW. Линии заметно различаются по характеру роста на агаризованной среде. Интенсивность роста первых двух линий и особенно способность к ветвлению намного ниже, чем у 3-й и 4-й линий. Линии 3-я и 4-я различаются и между собой. Для 3-й линии характерно образование наибольшего количества коротких боковых корешков, у 4-й линии корни интенсивнее растут в длину и несколько меньше образуют боковых ответвлений. Был поставлен опыт по выращиванию корней этих линий в качлочной культуре, в которой наблюдался быстрый рост корней.

Предварительные исследования показали наличие в этих корнях значительного содержания байкалина и вогонина. Эти два соединения имеют высокую антиканцерогенную активность. Полученные линии имеют большие перспективы в качестве источников биологически активных соединений.

Литература

1. <http://www.fao.org>
2. Giri A. and Narasu M.L. (2000). Transgenic hairy roots: Recent trends and applications. *Biotechnology Advances* 18: 1 – 22.
3. Kuzovkina I., Schneider B. (2005). Genetically transformed root cultures – generation, properties and

- application in plant sciences. In: K.Esser, U.Liittge, W. Beyschlag, J.Murata (eds.) Progress in Botany, Springer-Verlag, Berlin- Heidelberg, 67: 275 – 314.
4. *Umralina A.R., Banyai P., Szöke E., Vdovitchenko M.Yu., Kuzovkina I.N.* (2008). Flavonoids of *in vitro* cultured *Hedysarum enaffae* roots. Theses of Inter.Conf. The Biology of plant cells *in vitro* and biotechnology Zvenygorod: 414 – 415.
5. *Hamill J.D., and Rhodes M. J. C.* (1993). Plant Biotechnol. 3: 178 – 209.
6. *Meyer A., Tempe J. and Constitano P.* (2000) Hairy Root: A Molecular Overview Functional Analysis of *Agrobacterium rhizogenes* T-DNA genes. Plant-Microbe Interactions. Vol.5: 93 – 139.

УДК: 582.949.28;635.713(575.2)(04)

Опыт выращивания розмарина лекарственного (*Rosmarinus officinalis* L.) в условиях Чуйской долины Кыргызстана

Н.А. РОГОВА, – завед. лабор. фиromасличных культур и
технологии получения эфирных масел
Г.В. МАЛОСИЕВА – научный сотрудник

In article the botanical characteristic and description of a *Rosmarinus officinalis* L. is presented. Results of experiences on its seed and vegetative reproduction with use of various terms of capture of a green half-lignificated shanks are resulted.

Одним из интересных для изучения в Кыргызстане эфиромасличных и лекарственных растений является розмарин лекарственный (*Rosmarinus officinalis* L.) из семейства яснотковых (Lamiaceae). Это вечнозеленый ароматный кустарник высотой до 2 метров с мощной, сильно разветвленной корневой системой, проникающей в почву на глубину до 3-4 метров. Листья линейные – 1,5-2,5 см длины, сверху блестящие, темно-зеленые. Снизу листья серебристо-войлочные от ветвистых волосков, среди которых рассеяны эфиромасличные железки. Цветки у розмарина лекарственного фиолетово-синие, голубоватые или белые, расположены в пазухах супротивных листьев на концах побегов. Массовое цветение наблюдается в апреле – мае, иногда в течение всего года.

Родина розмарина лекарственного – Средиземноморье и Южная Европа. Возделывается на южном берегу Крыма, на Кавказе.

Розмарин лекарственный предпочитает солнечные, защищенные от сквозняков участки, легкие суглинистые почвы с достаточным содержанием извести. Сырых мест растение не выносит и скоро погибает.

Листья розмарина содержат 1 – 2% эфирного масла, смолу. Надземная масса его применяется при ослаблении памяти, упадке сил, нервных расстройствах. Наружно – для лечения ревматизма, подагры, экземы, трудно заживающих ран. Листья в свежем и сушеном виде используют как приправу к салатам, мясным блюдам, сокам и чаям [1]. Эфирное масло используется в ароматерапии и парфюмерии. Кусты розмарина декоративны, из них создают бордюры и живые изгороди [2].

Розмарин лекарственный размножается семенами, черенками и укоренением отводков.

Нами проводился посев семян в грунт под пленку в третьей декаде марта и в первой декаде

Таблица 1.

Влияние сроков черенкования и укорачивания листовых пластинок
на корнеобразование у черенков розмарина лекарственного (средние данные за 5 лет)

Сроки черенкования	Кол-во посаженных черенков	Целые листовые пластинки		Укорачивание листовых пластинок		Процент снижения укоренения (%)
		Кол-во укорененных черенков	Процент укорененных черенков (%)	Кол-во укорененных черенков	Процент укорененных черенков	
15 июля	20	17	85	11	55	30
25 июля	20	18	90	12	60	30
4 августа	20	19	95	14	70	25
14 августа	20	19	95	14	70	25
25 августа	20	20	100	15	75	25
4 сентября	20	19	95	16	80	15
15 сентября	20	18	90	13	65	25



апреля. Всходы в обоих случаях появились почти одновременно – во второй декаде апреля. Оптимальным сроком посева определен конец апреля – всходы появляются через 7-10 дней. Более быстрое прорастание семян объясняется тем, что ввиду своего происхождения растение во все фазы своего развития нуждается в повышенной температуре. К концу вегетационного периода растение достигает 18-30 см высоты. Нижняя часть побегов одревесневает на высоту до 13 см, длина боковых побегов – 3-6 см. В таком состоянии растение необходимо пересадить в горшки и перенести в помещение или теплицу, так как в зимний период в Чуйской долине при температуре ниже минус 9 – 12° С растение погибнет.

Выращенные из семян растения использовали как маточники для дальнейшего размножения черенкованием.

Целью опытов по вегетативному размножению розмарина лекарственного было определение лучших сроков черенкования зелеными полуодревесневшими черенками. Также изучалось влияние на укоренение черенков уменьшения листовых пластинок перед посадкой.

Полуодревесневшие черенки брали с побегов текущего года и выдерживали в воде в течение 24 часов. Черенки срезали с середины июля до середины сентября через каждые 10 дней. Высаживали их на стеллажи неотапливаемой теплицы траншейного типа в песок по 20 штук в каждый срок. Исследования проводились в течение пяти лет – с 2003 по 2007 год. Усредненные результаты укоренения черенков за этот период приведены в табл. 1.

Из таблицы видно, что процент укоренения черенков повышался от начала черенкования 15 июля (85%) до максимума 25 августа (100%). Высокий процент укоренения отмечен также при посадке 4, 14 августа и 4 сентября – 95%. При более

поздних сроках черенкования число укоренившихся черенков снижается до 90%.

Укорачивание листовых пластинок оказало отрицательное влияние на укоренение черенков. При тех же сроках черенкования количество укоренившихся черенков снижалось на 15-30% по сравнению с черенками с полной листовой пластиной. Все черенки укоренялись в среднем через 16 (14-20) дней. Хорошо укоренившиеся черенки зимовали в неотапливаемой теплице траншейного типа без повреждений [3].

Некоторое положительное влияние на образование корней оказывает применение стимуляторов корнеобразования, в частности раствора гуматов натрия в концентрации 0,005% [4].

Опыты показали, что розмарин лекарственный довольно легко размножается семенами и зелеными полуодревесневшими черенками. Растения могут перезимовывать без повреждений на застекленных холодных верандах, балконах, лоджиях. Можно рекомендовать это ценное лекарственное и пряно-ароматическое растение и как декоративное – для украшения внутренних интерьеров учреждений и жилых домов.

Литература

1. Современная фитотерапия. Медицина и физкультура. София, 1982. С. 138.
2. Вульф Е.В., Малеева О.Ф. Мировые ресурсы полезных растений. Л. Наука, 1969. С. 280.
3. Малосиева Г.В., Рогова Н.А. Размножение розмарина лекарственного *Rosmarinus officinalis* L. черенкованием // Сохранение и устойчивое использование растительных ресурсов, Бишкек: Бийиктик, 2008. С. 138 – 141.
4. Усупбаева Ч.А., Чурсина Н.А., Малосиева Г.В., Жоробекова Ш.Ж. Биологическая активность гуматов натрия. Известия НАН КР. 2006. №4. С. 40 – 43.

УДК

Инновации лечения массивных кровотечений в акушерстве

М.С. МУСУРАЛИЕВ, док. мед. наук, профессор;
МАКЕНЖАН УУЛУ А. – канд. мед. наук.

In present research work conversation about substantiation of innovation approach with used the principles of little invasive save blood surgery and competent antifibrinolytic therapy, witch can effective carry out the conservative therapy postpartum coagulopatic hemorrhage and realize of organ save operations to stopped bleeding.

Актуальность обеспечения безопасного материнства рассматривается в качестве одной из наиболее приоритетных задач здравоохранения Кыргызской Республики. В республике принято и расширяется внедрение стратегий эффективной перинатальной помощи в рамках реформирования здравоохранения «Манас» (1996-2006 гг.), «Манас таалими» (2006-2010 гг.) и программы по улучшению перинатальной помощи (2008-2017 гг.) в соответствии со стандартами ВОЗ и доказательной медицины, направленной на улучшение здоровья матерей и детей [1, – 3]. По данным экспертной оценки, определяется медленный, но положительный прогресс и достижение скоординированной стратегии. За последние десятилетия показатель материнской смертности в республике остается высоким и составляет в среднем рассчитанный на три года от 76,1/000 (1990-1992 гг.) до 63,5/000 (2007-2009 гг.). Анализ ситуации и обоснование рекомендаций по их снижению в Кыргызской Республике (Бишкек, 2009 г.) показал, что (с. 17) «...Наиважнейшей интервенцией для безопасного материнства является обеспечение присутствия компетентного медицинского работника с акушерскими навыками при каждом родах и наличие транспорта для доставки в соответствующее медицинское учреждение для оказания неотложной акушерской помощи» [4]. Немаловажными остаются инфраструктура родильных учреждений, проблема текучести кадров. Отсутствие единого подхода по оказанию помощи беременным женщинам с тяжелыми формами преэклампсии и эклампсии, кровотечений и септических осложнений среди акушеров-гинекологов, анестезиологов и реаниматологов

родильных стационаров на этапах ПМСП, даже на уровне областей [5].

Есть и другие особенности проблемы охраны здоровья женщин. Во-первых, согласно данным многоиндикаторного кластерного исследования (MICS, 2008 г.), показатель равен 110 – 104/000 живорождений, причем на первичном госпитальном уровне (на уровне регионов) материнская смертность в 1,5-2 раза выше, и основными причинами смерти при этом являются неотложные акушерские состояния [4, 5]. Во-вторых, в структуре материнской смерти частота массивных акушерских кровотечений (МАК) составляла в разные годы от 43,3-46,7% (за 2005-2006 г.) до 27,6% (2009 г.), т.е. в среднем 1/3 случаев, однако если учесть и частоту тяжелых преэклампсий (с проявлением коагулопатических кровотечений с активацией фибринолиза) – в совокупности кровотечения и преэклампсии составляют от 61,5 до 71,7%. Такие же данные приводит Г.Т. Сухих, В.Н. Серов, Т.А. Федорова и др. (2009 г.), которые считают, что более 2/3 всех массивных акушерских кровотечений обусловлены нарушением состояния системы гемостаза, то есть являются первично коагулопатическими как проявление ДВС-синдрома [6, 7]. В-третьих, массивные кровотечения также обусловлены рядом причин (например, отслойка и/или вращающаяся плацента, травмы, тромбо-эмболические осложнения), но ведущее место при этом занимают изменения в системе гемостаза и, как правило, сопровождаются: а) шоком и б) являются причиной материнской смерти [8].

Есть и особенности клинического проявления случаев МАК. На основе анализа 45 случаев

материнской смерти и случаев критических тяжелых кровотечений за последние десятилетия выявлено, что причинами смерти женщин от кровотечений часто становится отслойка плаценты (до 73,3%), антенатальная гибель плода (68,9%) и развитие ДВС-синдрома с клиникой фибринолиза и/или матки Кювелера (до 14,6%). Чаще исходом МАК в клинической практике является удаление матки. По нашим наблюдениям, показанием к удалению матки было наличие тромбоза и некроза матки, и на поздних сроках при релапаротомиях (от 3 до 10 и более суток) гнойно-септические осложнения у каждой второй женщины, или у 47,5% [6].

В клинической практике остается высоким уровень послеоперационных осложнений. В республике за год частота оперативных родоразрешений достигает в среднем 6,5% на 118-140 тысяч родов за 2007-2009 годы, а в некоторых клинических учреждениях достигает 16-17%, из них часть случаев завершается с удалением матки (до 2,0%). Радикальное хирургическое вмешательство для достижения гемостаза, скорее всего, обусловлено критическими ситуациями и отсутствием единого подхода к лечению послеродовых коагулопатических кровотечений и неэффективным использованием всех потенциальных возможностей малоинвазивной хирургии и инфузионно-трансфузионной компонентной терапии с применением новых современных антифибринолитических средств, которые позволяют проводить консервативную терапию и дают возможность реализовать органосохраняющую тактику. Залогом успеха в лечении массивной кровопотери в акушерстве должен быть единый методологический подход и согласованность действий врачей различных специальностей: акушеров-гинекологов, анестезиологов-реаниматологов, трансфузиологов.

По данным литературы, во многих странах мира основным методом остановки послеродовых массивных акушерских кровотечений остается оперативное удаление матки. Указанные операции – вынужденное и осознанное хирургическое действие, направленное на удаление источника кровотечения и в то же время приводящее к потере репродуктивного органа и социальной дезадаптации. Клиническая значимость неотложных состояний в акушерстве заключается в том, что эти осложнения, как правило, являются основной причиной материнской смерти и широко обсуждаются в литературе [6, 7, 8-11].

Неотложные ситуации при беременности, в родах и в послеродовом периоде чаще всего связаны с первичными маточными кровотечениями и развитием тяжелых форм геморрагического шока и/или ДВС-синдрома (первичный или вторичный) и на более поздних сроках развитием гнойно-септических осложнений [12]. Клиническая значимость проблемы определяется увеличением риска смерти от послеродовых кровотечений, частота которой обычно составляет 1:100000 родов в развитых странах, а в некоторых развивающихся странах она равна 1:1000 или в 100 раз выше (ВОЗ, 1998). Массивное акушерское кровотечение (МАК) определено как ситуация, требующая замены 50% объема циркулирующей крови в течение не менее 3 часов или интенсивности кровотечения при этом более 150 мл/мин.

Для борьбы с вышеуказанными осложнениями во многих ведущих клиниках СНГ и далеко зарубежья традиционная схема включает мероприятия медикаментозного, механического и хирургического воздействия на матку. Хирургический этап борьбы с кровотечением включает лапаротомию, перевязку магистральных сосудов матки, экстирпацию матки и при продолжающемся паренхиматозном кровотечении экстирпация матки с билатеральной перевязкой а. iliaca interna. Основные положения борьбы с акушерскими кровотечениями, в том числе и показания к перевязке сосудов, в советской медицине приняты и описаны впервые в 1987 году [14] и включены в алгоритмы лечебных мероприятий в методических рекомендациях и клинических протоколах нашей республики [15, 16]. Зная о том, что до гистерэктомии существует множество других эффективных методов (простагландины, перевязка маточных артерий, компрессионные швы), можно предположить, что врачи будут скорее принимать решение в отношении хирургического лечения, которое является жизненно важным в большинстве тяжелых случаев. Традиционная схема борьбы с МАК в странах СНГ состоит из трех этапов, каждый из которых ориентирован на объем кровопотери и включает мероприятия медикаментозного (ИТАР), механического (временные методы) и хирургического (перевязка сосудов, гистерэктомия), т.е. для остановки кровотечений с удалением матки (традиционная тактика).

Перевязка магистральных сосудов матки в клинической практике используется достаточно давно. Ю.В. Ковалевой и В.М. Орловым (2005 г.) описан обзор [17] методов поэтапной деваскули-

зации матки. Двухстороннюю перевязку при послеродовом кровотечении проводил М.И. Лаптев (1960 г.) и во время кесарева сечения А.Н. Демин (1960 г.); O.Leary, (1966 г.) сообщил о лечении при атоническом кровотечении путем перевязки маточных сосудов перед гистерэктомией [18]. В другом крупном исследовании отмечалась 100-процентная эффективность у 103 пациенток со стойким послеродовым кровотечением, которым проводилась поэтапная перевязка маточных сосудов [19]. Есть описание в литературе билатеральной перевязки внутренней подвздошной артерии. Wt. J. Mengert и соавт. (1969 г.) описали впервые 5 случаев [20]. В советской медицине с 1987 года метод рекомендован Е.А. Чернухой и соавт. (1987 г.) в лечении кровотечений при беременности и в родах [14]. E. Hansch и соавт. (1999 г.) проводили перевязку внутренних подвздошных артерий при массивных ПРК; J. Bonnar (2000 г.); Z. Papp (2003 г.) – маточных, яичниковых и подвздошных артерий; G.S. Condjus, Arulkumaran S. (2003 г.) – маточных и подвздошных артерий. Нами произведена перевязка внутренней подвздошной артерии в 1987 году (3 случая) в условиях оказания неотложной помощи по линии санитарной авиации и далее опубликована оценка эффективности оперативного гемостаза при массивных акушерских кровотечениях [12, 13]. А.И. Ищенко и соавт. (2003 г.) применяли перевязку ВПА при ПРК у 3-х женщин, в первом случае прерывание при сроке беременности 24 нед. (цирроз и нарушение гемостаза) после перевязки ВПА с кровопотерей 500 мл [21]. М.С. Мусуралиев, Макенжан уулу А. (2009 г.) описали результаты 192 случаев операций перевязки а. iliaca interna проводимых при оказании неотложной помощи по линии санитарной авиации (1987-2009гг). Из них в 105 случаях перевязка сосудов проводилась при релапаротомии после предыдущего хирургического вмешательства с удалением репродуктивного органа – матки, и/или экстирпации матки, и/или куль-ти шейки матки в связи с гнойно-септическими осложнениями, а в 87 случаях удалось провести органосохраняющую операцию без удаления матки [22].

По данным доказательной медицины, приводимыми рекомендациями ВОЗ частота проведения гистерэктомии составляет от 7 до 13 на 10000 родов (приблизительно 1:1000 родов). При анализе 123 случаев гистерэктомии наиболее частым показанием было приращение или сращение плаценты (49,6%). В качестве других показаний упо-

минались разрыв матки, сильное расширение разреза при кесаревом сечении, гематома широкой связки после наложения щипцов, разрыв шейки матки/влагалища после наложения щипцов, а также хориоамнионит [23]. Считается, что субтотальная гистерэктомия позволяет уменьшить продолжительность операции, снизить кровопотерю, а также операционный стресс и является методом выбора перед тотальным удалением матки. Однако трудно найти данные, которые бы это подтвердили, поскольку субтотальную гистерэктомию часто проводят в наихудших критических случаях, когда и без того имеется значительная кровопотеря и продолжительная операция. Шейку матки можно не удалять в тех случаях, если кровотечение является контролируемым (атония матки). Если местом кровотечения является нижний сегмент матки или шейка матки (предлежание плаценты и/или вращение плаценты), то кровотечение в таком случае остановить не удастся, поскольку оно вызвано поступлением крови по шеечным ветвям маточных артерий [6, 7, 8, 22].

Следовательно, проблема заключается не только в снижении частоты смерти женщин в родах с использованием инновационных подходов, но и в сохранении «качества жизни» с технологией малоинвазивной хирургии без удаления детородного органа, что в данном случае является архиважным.

Итак, мы хотим представить современные подходы при коагулопатических массивных акушерских кровотечениях и алгоритм неотложной помощи с использованием принципов малоинвазивной хирургии и антифибринолитической терапии.

Одним из подходов является внедрение принципов бескровной хирургии – максимально минимизировать кровопотерю при операции с помощью различных кровосберегающих технологий, препятствуя развитию постгеморрагической анемии, используя альтернативные методы: создание острой нормоволемической гемодилюции, применение антифибринолитиков, кровезаместителей [24], обсуждается возможность использования метода аутоплазмадонорство беременных, планируемых на абдоминальное родоразрешение [25].

По нашему мнению, должны быть применены методы, предупреждающие активацию нарушений свертывающей системы. Во время родов вследствие сокращения матки в сосудистое русло с каждой схваткой выбрасывается 300-500 мл кро-

ви, а при операции кесарева сечения (или после рождения ребенка) этот объем «маточной ауто-трансфузии» составляет в среднем около 1200 мл [26]. Однако в критических ситуациях у беременных, имеющих нарушения коагуляции при «маточной ауто-трансфузии», выбрасывается одновременно объем крови, содержащий биологически активные вещества (тромбопластины плаценты, цитокины, продукты деструкции и др.), что является причиной развития шоковой реакции и нарушения свертывания с развитием ДВС-синдрома. Наиболее тяжелое послеродовое кровотечение связано с патологией плаценты (предлежание или приращение плаценты), с нарушениями коагуляции, а также разрывом и выворотом матки. По мнению академика В.Н. Серова (2003г.), как только происходит активация системы свертывания, возможно развитие профузного кровотечения из всех сосудов, остановить которое удастся редко [8].

В клинической практике обсуждаются хирургические методы (лигирование сосудов, селективная артериальная эмболизация) и консервативная терапия с применением ингибиторов фибринолиза (в т. ч. рекомбинантный фактор, транексамовая кислота) и как последнее вынужденное средство – удаление матки. Это последний ресурс в лечении массивных послеродовых кровотечений, и связан он с потерей репродуктивной функции, дополнительным хирургическим риском и инвалидизацией. Указанные мероприятия не только зачастую несут в себе риск, но также часто являются недостаточно эффективными. По сообщению H.A. Mousa, Z. Alfirevic [27], при поиске в международной базе данных Cohraine пока не найдено ни одного рандомизированного клинического исследования, посвященного оценке существующих методик и стратегий.

Инновациями в подходах к лечению МАК с проявлениями коагулопатии являются внедрение принципов бескровной хирургии – т.е. максимально минимизировать кровопотерю при операции с помощью различных кровосберегающих технологий (перевязка сосудов, селективная эмболизация маточных артерий и др.) и возможность завершить операцию без удаления матки. Разработаны методы эндоваскулярного гемостаза при острых гинекологических заболеваниях, осложненных маточными кровотечениями [28].

Есть отдельные работы, проводившие органосохраняющие операции. Например: F. Sergent и соавт. (2004г.) используют селективную эмболи-

зацию или перевязку маточной или подвздошной артерии [29]; Ф.К. Тетелютина и соавт. (2003г.) – рентгеноэндоваскулярная окклюзия у 4 рожениц (ГШ 11-111ст) и одной беременной со сроком беременности 27 нед. (рак шейки 1Уст) внутренних подвздошных артерий с последующей ампутацией матки [30]. М.С. Мусуралиев [12] – 63 случая ПВПА начиная с 1987 по 2003 год, проведенных в условиях оказания экстренной помощи, из них у 14 пациенток удалось сохранить матку [20]; J. Ahonen., R. Joktla (2005г.) – у 4 в последующем потребовалась селективная ЭМА после введения rFVIIa [31]; А.А. Ищенко (2007г.) – выполнена плановая перевязка ВПА с целью снижения кровопотери у 15 беременных с миомой матки и у 22 рожениц проведена перевязка ВПА, из них у двух завершилась экстирпацией матки [32]. Г.М. Савельева и соавт. (2007 г.) у двух рожениц с кровопотерей до ЭМА 2 и 2,5 л [33]. Л.М. Скорнякова, А.И. Коликов, (2008 г.) [34] – 11 случаев. М.С. Мусуралиев, Макенжан уулу А. (2009 г.) – из 212 критических ситуаций после перевязки ВПА, в т.ч. при МАК – из 124 женщин у 42, или 33,9% случаев, без удаления матки.

Данные за последние годы практически мало изменились, и научно-практическая значимость органосберегающих операций является архиважным в охране репродуктивного здоровья. Преимуществом органосберегающей операции является снижение операционного стресса, малоинвазивность, снижение травматизации, связанной с экстирпацией матки, обычно проводимой на фоне тяжелых нарушений жизнеобеспечивающих систем – синдрома полиорганной недостаточности, и/или синдрома «шоковых органов», и это доказывает, что малоинвазивная технология с билатеральной деваскуляризацией может быть альтернативным методом сохранения качества жизни и репродуктивного потенциала женщин [6, 13, 22].

Имеется опыт применения в клинической медицине антифибринолитических средств, считающихся как наиболее эффективное средство, предотвращающее фибринолиз (рекомбинантный фактор – rFVIIa, транексамовая кислота). Впервые описал Moscardo и соавт. (2001 г.) применение rFVIIa для лечения ДВС после кесарева сечения [35]. Опубликованные данные обзоры международной литературы, опыт применения ингибитора фибринолиза – рекомбинантного фактора (rFVIIa). Европейское руководство по 65 случаям [36], американские обзоры [37] при мас-

сивных не акушерских кровотечениях подтверждают роль rFVIIa как дополнительного способа при хирургических вмешательствах; обсуждается обзорная статья по 65 случаям акушерских МАК [38] и одно нерандомизированное исследование J.Ahonen и соавт. (2007г.), обобщение ретроспективного опыта у 38 больных и 26 за этот период [39]. В сообщениях Т.М. Укыбасовой [40] приводятся обобщенные данные Финского протокола [30]. J.Ahonen, R.Jokila (2005г.), описаны случаи применения rFVIIa у 12 (из них в 5 случаях после гистерэктомии) больных с ПРК, полный эффект в 11 сл., в первом случае эффект не получен и произведена перевязка МА; у 4 в последующем потребовалась селективная ЭМА; кровопотеря до введения rFVIIa составила от 5,3 до 25 литров; Причины: в 7 случаях разрыв матки, в 3-х — placenta accrete и в одном случае плотное приращение плаценты, 1 случай атонии матки; в Израиле S.Segal и соавт. (2002г.) — с HELLP-синдромом у одной пациентки после КС применено 90 мкг/кг rFVIIa, по одному случаю при placenta accreta и при разрыве матки после гистерэктомии и ПВПА; применение rFVIIa у 10 женщин (2004 г.) после гистерэктомии и ПВПА (в 7 случаях); причины: приращение плаценты — 3 случая, разрыв матки — 4 случая, атония — 2 и в одном — кровотечение при миоме матки. Объем инфузии 10-27 доз и в двух случаях — 44 и 100 доз Эрмассы, соответственно СЗП от 9-30 и 50 доз, тромбомасса — 10-30 и 60 доз. F. Moscardo (2001г., Испания) — один случай МАК после кесарева сечения; Т.М. Укыбасовой (2006 г.) опубликован один случай ДВС на фоне мертвого плода и 2 случая ДВС с полной ПОНРП, 1 случай на фоне тромбофилии (доза в 2 случаях 2,4 мг и в 2 случаях дополнительно 1,2 мг).

Обзор опыта использования rFVIIa в мировой практике обобщен F. Plaat. [41]. У акушеров к ноябрю 2005 года опубликовано 44 работы (J. Naumes, 2007г.). В Великобритании, в Национальной акушерской учетной системе, в течение 6 месяцев было доложено о 157 случаях гистерэктомии. У 10% из них была только гистерэктомия, у 6% из них был введен rFVIIa, другим проведено лигирование маточных артерий (M. Knight и соавт., 2006 г.); Северно-Европейский регистр акушерских кровотечений отмечал гемостаз в 83%, 88-95% случаев при кровопотере у ¼ случаев выше 20 л. Обзор опыта использования в акушерской практике при кровотечениях показывает, что применение rFVIIa должно быть после выполнения хирургических (лигирование ма-

точных и/или внутренних подвздошных артерий) или радиологических мероприятий (селективная рентгенологическая эмболизация маточных артерий), соответственно принятой в местной практике и имеющихся местных ресурсах [38-41].

Во всех обзорах выделяют относительную редкость, внезапность проявления крайне ургентной критической ситуации и отсутствие опыта применения рекомбинантного фактора для радикального гемостаза из-за риска тромбозмических осложнений и обращают внимание на объем учтенной кровопотери и объем инфузии препаратов крови.

Рекомбинантный активированный фактор — rFVIIa (NovoSeven, Novo Nordisk) — является продуктом генно-инженерной технологии — рекомбинантная форма естественной протеазы, которая с 1998 года применяется для гемостаза привычных кровотечений (гемофилия). По рекомендации гемостатического регистра Университета Monash в акушерской практике применяется при послеродовых кровотечениях и показаниях м.б. коррекция коагулопатии. Гемостатический эффект коррекции коагулопатии достигается при наличии количества тромбоцитов более 50 тыс. АЧТВ >1,5 раза выше верхней границы нормы, Нб >70 г/л и фибриногена не менее 1 г/л. Рекомендуемый режим применения: — 90мкг/кг NovoSeven должна вводиться разовой болюсной инъекцией в течение 3-5 мин., и если через 20 мин. не отмечается гемостатического эффекта и продолжают кровотечения, то назначается 2 доза после корригирования уровня тромбоцитов, фибриногена. Дороговизна и малодоступность данного препарата являются препятствием для его широкого использования в клинической практике (стоимость одной дозы около 12 тыс. долларов), однако с точки зрения профилактики гистерэктомий эта экономическая эффективность может быть безусловна, хотя к настоящему времени нет контролируемых исследований по этому вопросу.

Большой научно-практический интерес вызывает поиск доступного эффективного антифибринолитического средства. Таким средством в клинической медицине зарекомендовала себя транексамовая кислота, которая открывает новые возможности в органосберегающей технологии.

Транексамовая кислота (транексам — ТК) — препарат, оказывающий антифибринолитическое, противоаллергическое, противовоспалительное действие, конкурентно ингибирует превращение

плазминогена в плазмин и нейтрализует фибринолитическую активность в эндометрии, а также увеличивает синтез коллагена, который сохраняет матрицу фибрина и увеличивает предел прочности сгустка. Препарат применяется с высоким клиническим эффектом для лечения геморрагических заболеваний и синдромов в хирургической, акушерской, терапевтической и педиатрической практике [43].

Эффективность и безопасность транексамовой кислоты (ТК) по сравнению с аминокaproновой кислотой доказаны при операциях на сердце в условиях искусственного кровообращения, проведенных НЦХ им. академика Б.В. Петровского (2009 г.), а также при эндопротезировании тазобедренного сустава ФГУ РНИИТО им. Р.Р. Вредена Росмедтехнологий (2009 г.). Кровесберегающее действие ТК в сердечно-сосудистой хирургии показано в метаанализе, основанном на 138 рандомизированных исследованиях по изучению различных антифибринолитиков. Эффективность препарата показана по результатам 31 исследования: снижение объема кровопотери в среднем на 285 мл (95% ДИ 394-175), что позволяет сократить число трансфузий донорских эритроцитов на 25%. Относительно новым направлением в кровесбережении при эндопротезировании крупных суставов, позволяющим уменьшить частоту гемотрансфузий, является использование ТК. Многочисленные данные систематического обзора литературы последних лет [42] показали высокую эффективность применения ТК для уменьшения кровопотери при различных хирургических операциях; в педиатрической практике представлены доказательные базы систематических обзоров А. Tzortzopoulou и др., (2009 г.). По проблеме хирургического лечения сколиоза в 2009 г. были опубликованы результаты метаанализа 506 рандомизированных исследований, в которых были использованы антифибринолитические препараты, в том числе ТК. В выборе дозового режима решение практически однозначно принимается в пользу использования высоких доз ТК: например, 100 мг/кг в начале хирургического вмешательства с последующей инфузией, 10 мг/кг/ч в течение всей операции [43]. Длительное время оставался не решенным вопрос о кратности, способе введения, времени введения и режиме дозирования ТК. По данным многоцентровых исследований, статистически достоверный кровесберегающий эффект ТК был достигнут при ее внутривенном введении в дозе от 10 до 15 мг/кг непосредствен-

но перед началом операции. Вызывают особый интерес данные, полученные Y.B. Roos и др. [44] при сравнении действия антифибринолитических препаратов, вводимых перорально или внутривенно, с плацебо у людей с субарахноидальным кровоизлиянием в ходе метаанализа 9 рандомизированных исследований (в общей сложности 1399 пациентов). Анализ показал, что назначение антифибринолитических препаратов уменьшает риск возникновения повторного кровоизлияния (1041 пациент), хотя при этом увеличивается риск развития ишемии мозга (5 исследований).

Обзор H.A. Mousa, Z. Alfirevic [27] показал снижение кровопотери в родах под действием транексамовой кислоты. Метаанализ рандомизированных исследований показал, что применение транексамовой кислоты в сравнении с группой плацебо у 20000 пациентов с кровотечением, связанным с травмой, показало отсутствие повышения риска тромботических осложнений, т.е. не увеличивает послеоперационную летальность (0,67; 95% ДИ 0,33 – 1,37; $p=0,28$); частоту инсульта (1,31; 95% ДИ 0,59 – 2,93; $p=0,51$); частоту инфаркта миокарда (0,94; 95% ДИ 0,51 – 1,74; $p=0,85$); частоту почечной дисфункции (2,02; 95% ДИ 0,73 – 5,6; $p=0,18$); частоту острой почечной недостаточности (1,43; 95% ДИ 0,3 – 6,85; $p=0,66$). Рекомендуемая доза 10 мг на 1 кг веса пациента (1 г при весе 60 кг), доза инъекционного препарата – однократно 1 г ТК (4 ампулы по 250 мг), препарат вводят внутривенно капельно растворенном во флаконе 200 мл физиологического раствора. Возможно болюсное введение препарата пациенту в лежачем положении (ортостатический коллапс), максимальная суточная доза 4 г ТК. Сравнительные исследования Т. Киклер (2004 г.) показали большую эффективность ТК по сравнению с аминокaproновой кислотой [45]. Из двух антифибринолитиков (апротинин и ТК), применяемых в Великобритании, применение апротинина приостановлено в связи с возникшими подозрениями в его безопасности. Доказано снижение кровопотери в родах под действием ТК [27].

За последние 10 лет пересмотрена тактика инфузионно-трансфузионной терапии при кровотечениях и предложены принципиально новые трансфузиологические подходы. Современная трансфузионная тактика предусматривает отказ от использования цельной крови и переход к компонентной терапии [6, 7, 8]. Наряду с применением компонентной терапии использование растворов

гидроксиэтилированного крахмала, селективных и неселективных ингибиторов фибринолиза позволяет реализовать сохранение репродуктивного органа в акушерской практике при массивных коагулопатических кровотечениях.

В Кыргызской Республике, согласно принятым клиническим протоколам, принята тактика с использованием хирургических методов гемостаза.

Согласно новой медицинской технологии, принятой в Российской Федерации, у женщин группы высокого риска по развитию коагулопатического кровотечения и манифестации послеродового кровотечения показано введение ингибитора фибринолиза (ТК) перед родоразрешением через естественные родовые пути или путем операции кесарева сечения [7]. Таким образом, имеющиеся в литературе данные свидетельствуют об относительной эффективности различных методов в отдельности или совокупности (лигирование, эмболизация сосудов, антифибринолитическая терапия) при массивных акушерских кровотечениях с удалением матки ради спасения жизни роженицы, в отдельных случаях с сохранением репродуктивной функции. Общая эффективность, по мнению Q.A. Dildy (2002 г.), всех данных методик с целью избежать гистерэктомии не превышает 50% [46].

Обосновывая, что алгоритм последовательно проведенной деваскуляризации матки и компонентная антифибринолитическая терапия приводят к остановке кровотечения и позволяют избежать гистерэктомии и сохранить репродуктивную функцию. Однако подобных работ в перечне мирового обзора немного, и относятся они к первичным МАК, без проявления коагулопатии [17, 33, 7]. Работы, опубликовывающие положительные результаты при наличии неконтролируемых коагулопатических кровотечений для остановки кровотечения с антифибринолитической терапией, единичные. Например: R. Haddad (2003 г., Франция) описал один случай, хирургическая ПВПА и тампонада матки с введением rFVIIa. Результаты эндоваскулярной хирургии с эмболизацией маточных артерий приведены в обзоре Г.М. Савельевой и соавт. (2007 г.) в раннем послеродовом периоде ЭМА у 2 пациенток, кровопотеря 2 и 2,5 л; при патологическом расположении плаценты у 4-х с различными формами врастания плаценты провели в Центре планирования семьи и репродукции (г.Москва); успешную ЭМА при placenta accreta у 3 больных выполнили Т.М. Нонг и соавт. (2004 г.), при placenta increta у 4 пациентов Lui и соавт. (2003 г.), и при placenta percreta у 3

больных — J. Suqawara и соавт. (2006 г.). А.А. Ищенко (2007 г.) — выполнена плановая ПВПА с целью снижения кровопотери у 15 беременных с миомой матки, и у 22 родильниц с ПРК проведен ПВПА, из них у 2-х — экстирпация матки. На IV Съезде акушеров-гинекологов России (2008 г.) сообщено Л.М. Скорняковой, А.И. Коликовым (2008 г.) о перевязке внутренних подвздошных артерий у 11 пациенток с предлежанием плаценты; Н.А. Красниковой и соавт. [47] — остановка гипотонических кровотечений у 20 женщин (за период 2007-2008 гг.) путем перевязки магистральных сосудов; и Л.Д. Эгембердиевой и соавт. [48] — 1 случай ЭМА с последующим удалением плодного яйца при шеечной беременности 8 нед.

В материалах II Съезда акушеров-гинекологов Кыргызской Республики М.С. Мусуралиевым и Макенжан уулу А. (2009 г.) из 212 случаев критических ситуаций с применением лигирования сосудов удалось в 40% случаев операции завершить без удаления матки [6]. В отличие от других работ органосберегающая малоинвазивная технология дала более дифференцированные результаты, а именно в зависимости от причин ведущей к МАК, в т. ч.:

- при послеродовых кровотечениях — из 124 женщин у 42, или 33,9% случаев без удаления матки (в последующем у 4-х наступила беременность и завершилась рождением ребенка);
- при отслойке плаценты у 30/65,2% из 46 случаев завершилась без удаления репродуктивного органа (в т. ч. у 18 с “маткой Кювелера”, в одном случае ПВПА в сочетании использования rFVIIa);
- при разрыве матки из 26 случаев ПВПА у 9 родильниц (у 6 — с разрывом и в 3-х случаях ОВМ) закончились без гистерэктомии;
- при шеечной беременности в 6 случаях перевязки а. iliaca interna сообщил М.С. Мусуралиев [49], из них в 3-х случаях с сохранением матки (в последующем у одной наступила беременность и завершилась рождением ребенка).

Наш опыт применения алгоритма малоинвазивных органосберегающих операций и компонентной инфузионно-трансфузионной антифибринолитической терапии при коагулопатических кровотечениях (транексамовая кислота, и в 3-х случаях — rFVIIa) подытожен в методических рекомендациях МЗ Кыргызской Республики [50].

Показаниями к применению были: послеродовые/послеоперационные (кесарево сечения,

или гистерэктомия) кровотечения и геморрагии, обусловленные острой ДВС с фибринолизисом (отслойка плаценты и/или предлежание с признаками врастания плаценты, экламптическая кома, болезнь Виллебранта). В половине случаев (32 из 64 исследований) при своевременной интраоперационной коррекции с проведением лигирования сосудов, из них в 16 случаях с перевязкой внутренней подвздошной артерии удалось не только остановить фибринолиз с применением транексамовой кислоты (в среднем 1,0), но и завершить операции без удаления матки.

Таким образом, на основании данных нашего исследования можно сделать однозначный вывод о высокой эффективности компонентной инфузионной антифибринолитической терапии с использованием транексама и кровосберегающей технологии с деваскулизацией матки у женщин с коагулопатическими кровотечениями.

Литература:

1. Энкин М., Кейрс М. и др. Руководство по эффективной помощи при беременности и рождении ребенка-Перевод с англ. Под ред. А.В.Михайлова. СПб: Петрополис, 2003. 480 с.
2. Gupta J.K., Hofmeyr G.J. The Cochrane Database of Systematic Reviews 2003. Issue 3.
3. Prendiville W.J., Elbourne D., McDonald S. Cochrane Database of systematic Reviews. 2007. Issue 1.
4. Бутта З.А., Хан Я.П., Здоровье женщин и новорожденных детей в Кыргызстане и Чуйской области: оценка и обоснование вмешательств. Бишкек, 2009. 51с.
5. Краткий обзор ситуации в сфере охраны здоровья матери и ребенка в Кыргызской Республике за 2008 – 2009 гг. Бишкек, 2010. С. 46с.
6. Мусуралиев М.С., Макенжан уулу А. Ж. Здоровье матери и ребенка. 2009. Т.1. П 1. С. 49 – 53.
7. Сухих Г.Т., Серов В.Н., Федорова Т.А. и др. Инфузионно-трансфузионная терапия при коагулопатических послеродовых кровотечениях (Медицинская технология). М., 2009. – 15 с.
8. Серов В.Н., Маркин С.А. Критические состояния в акушерстве. М., 2003. С. 704.
9. Macphail S., Fitzgerald J. Massive post-partum haemorrhage. Curr Obstet Gyn. 2001. 11: 108-114.
10. Lalonder A., Daviss B.A., Acosta A., Herschderfer K. Int J Gynecol Obstet 2006. 94: 243-253.
11. Smith J., Mousa H.A. J Obstet Gynecol 2007. 27: 44-47.
12. Мусуралиев М.С., ЦАМЖ. Том X. 2004. Приложение 8. С.245 – 249.
13. Мусуралиев М.С., Макенжан уулу А. Ж. Медицинские кадры XXI века. 2007. №1. С.142 – 144.
14. Чернуха Е.А., Черный В.В., Старостина Т.А. Диагностика, профилактика и лечение кровотечений при беременности и родах // Методические рекомендации. М., 1987. С. 31.
15. Керимова Н.Р., Плашкевич В.Е., Шаршенов и др. Неотложная помощь при послеродовых кровотечениях. Методические рекомендации МЗ КР. Бишкек, 2002. С. 42.
16. Клинические протоколы по разделу: беременность, роды, послеродовый период 1-111 уровня здравоохранения. Бишкек, 2003. С. 120.
17. Ковалева Ю.В., Орлов В.М. Применение перевязки маточной артерии при акушерских кровотечениях (обзор литературы). 2005.
18. O. Leary. J.A. Pregnancy following uterine artery ligation. Obstet. end Gynecol., 55:112, 1983.
19. Evans S., Mcshane P. The efficacy of internal iliac artery ligation in obstetrical hemorrhage. Survey Gynecol. end Obstet. 160:250,1985.
20. Mengert W.J., Burchell R.S., Blumstein R.W., Dascal J.J. Pregnancy after bilateral ligation of the internal iliac and ovarian, arteries. Obstet. and Gynecol., 1969, 34: 664.
21. Иценко А.И., Ланчинский В.И., Рухадзе Т.Н. Мини-лапаротомия в гинекологической практике // Материалы V Российского форума "Мать и дитя". М., 2003. С. 346 – 347.
22. Мусуралиев М.С., Макенжан уулу А. Оперативный гемостаз при массивных акушерских кровотечениях – Вестник КГМА им. И.К. Ахунбаева, 2009. №1. С.245 – 248.
23. Prevention and Management of Postpartum Haemorrhage. Society of Obstetricians and Gynaecologists of Canada. SOGC clinical practice guidelines No. 88, April 2000;
24. Таричко. Ю.В. Бескровная хирургия // Под ред. Ю.В. Таричко. М.: Центр обр. лит. 2003. С.3 – 6.
25. Панченков Н.Р., Фамин М.Д. Аутоплазмадонорство при абдоминальном родоразрешении. Бескровная хирургия/ Под ред. Ю.В. Таричко. М.: Центр обр. лит. 2003, С. 108 – 110.
26. Зильбер А.П., Шифман Е.М. Акушерство глазами анестезиолога. Этюды критической медицины. Том 3. Петрозаводск: Издательство ПГУ, 1997. С.397.
27. Mousa H.A., Alfirevic Z. Cochrane Library. 2009. Issue 1.
28. Тихомирова Н.И., Хватов В.Б., Сахарова Е.А. и др. Бескровная хирургия / Под ред.

- Ю.В.Таричко.- М.: Центр образовательной лит. 2003. С.200 – 202.
29. *Sergent F.* и соавт. 2004.
30. *Тетелютина Ф.К., Дементьева Л.П., Первалов А.П.* Материалы V Российского форума "Мать и дитя". М., 2003. С. 229.
31. *Ahonen J., R.Jokela.* *British J. of Anaesthesia*, 94, (5) 592-5. 2005.
32. *Ищенко А.И.* Автореф. дис. канд. мед. наук. М., 2007, С. 22.
33. *Савельева Г.М., Бреусенко В.Г., Капранов С.А., и др.* Эмболизация маточных артерий в лечении миомы матки: достижения и перспективы.- 2007. №5. С. 54 – 59.
34. *Скорнякова Л.М., Коликов А.И.* Материалы IV Съезда акушеров-гинекологов России. М., 2008.
35. *Moscardo F., Peres F., De la Rubia J., et al.* *Br J. Haematol.* 2001; 113: 174 – 6.
36. *Vincent J.L., Rossaint R., et al.* *Crit Care* 2006; 10; R210.
37. *Ahander A., Goodnough L.T., Ratko T et al.* *Plazma Ther* 2005; 30; 644.
38. *Franchini M., Lippi G., Franchini M.* *BFOG* 2007; 114: 8 – 15.
39. *Ahonen J., Jokela R., Korhonen K.* *Acta Anaesthesiol Scand.* 2007; 51: 929 – 936.
40. *Укыбасова Т.У.* Новые подходы к лечению массивных акушерских кровотечений (Методические рекомендации), Актюбе, 2006. С. 50.
41. *Plaat F.* *Int. J. of Obstetr. Anest.*, 2007. 16,354 – 359.
42. *Henry D.A., et al.* *Cochrane Database of Systematic Reviews.* – 2007, Issue
43. *Tzortzopoulou A., Cepeda M.S., Schumann R., Carr D.B.* Antifibrinolytic agents for reducing blood loss in scoliosis surgery in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2009; 2.23
44. *Roos Y.B., Rinkel G., Vermeulen M., et al.* Antifibrinolytic therapy for aneurysmal subarachnoid haemorrhage. *Cochrane Database Syst Rev* 2009; 2].
45. *Киклер Н.* Eleftheria Lefcou, Beverley Hunt, 2004.
46. *Dildy Q.A.* Postpartum haemorrhage: *Clin Obstet Gynecol* 2002;
47. *Красникова Н.А., Рымашевский А.Н., Терехина Л.А., Воробьева О.И.* Материалы IV Съезда акушеров-гинекологов России. М., 2008. С.132.
48. *Эгембердиева Л.Д., Хасанов Р.Н., Валиуллин Н.К.* Материалы IV Съезда акушеров-гинекологов России. М.: 2008. С.292 – 293.
49. *М.С.Мусуралиев.* Шеечная беременность и проблемы сохранения детородной функции// Здоровье матери и ребенка. 2009. С. 42 – 44.
50. *Мусуралиев М.С., Макенжан уулу А., Кангельдиева А.А. и др.* Малоинвазивная органосохраняющая технология при коагулопатических массивных акушерских кровотечениях. Методические рекомендации. Бишкек, 2010. С. 22 с.

ТОЧКА ЗРЕНИЯ

УДК 947.1:796.5(575.2)(04)

**Историко-культурный фактор
в развитии конного туризма в Кыргызстане**

А.С. БЕГАЛИЕВА – канд. истор. наук, доцент Академии
туризма, докторант Института истории и культурного
наследия НАН КР

The article is dedicated to one of the horse routes in Kyrgyzstan
“In the steps of Chokan Valikhanov”. This route demands search,
consideration and advertisement in the world tourism industry.

Если тебе дан только один день жизни,
половину его проведи в седле на коне-
иноходце.

(кыргызская народная пословица)

Конный туризм включен в полный перечень видов туризма Всемирной туристской организации (ВТО), официально зарегистрированных, классифицированных и эталонных с утвержденной методикой присвоения званий и разрядов [1]. Кыргызстан вошел в список стран, рекомендуемых как самое лучшее место для конного туризма. Британская газета The Guardian в статье «Каникулы с приключениями: заметки на 2010 год» собрала мнения экспертов о самых достойных местах от джунглей Папуа-Новой Гвинеи до ледников Гренландии для «ищущих приключения туристов» [2]. По мнению издания, конным походам в Кыргызской Республике нет равных. Маршруты проходят по заснеженным пикам Тянь-Шаньского хребта, по следам древних кочевников и караванов Великого Шелкового пути. Наиболее благоприятное время для конного туризма в КР – с июня по сентябрь. Однако, пишет издание, такие прогулки не для новичков [3]. Туристы, желающие отправиться в конное путеше-

ствие по горам Кыргызстана, должны обладать достаточными навыками конной езды.

В нашей стране большое распространение получили туры, составленные по индивидуальным пожеланиям туристов [4]. Работникам турбизнеса очень важны консультации и предложения историков, археологов, этнографов в разработке того или иного маршрута для любителей культурного (познавательного) туризма.

Автор статьи, работая в туристской индустрии Турецкой Республики, на практике столкнулась с явлением, когда туризм возведен в ранг национальной стратегии, и ученые-историки, и другие выдвигают самые невероятные гипотезы, привлекательные, с точки зрения туристов, для посещения тех или иных мест Турции. У каждого «камешка» там есть своя удивительная история. Наглядным результатом совместных усилий научной общественности с туроператорами является вхождение этой страны в десятку самых доходных туристских направлений в мире [5]. Конечно, инфраструктура, природа и сервис также благотворны, но хочется отметить завидное единство всех звеньев (от государственных деятелей и научных работников до туроператоров и обслуживающего

персонала) и постоянную работу туристической индустрии на самосовершенствование – вот где национальная стратегия, как говорится, не на словах, а на деле.

Мы не ставим в данной статье задачи проследить технические нюансы, инфраструктуру и организацию конных походов в Кыргызстане. Автор попыталась предложить вариант путешествия, в котором важным моментом является именно историко-культурный фактор, акцентируя внимание на духовной насыщенности тура. Как альтернатива маршруту Великого Шелкового пути для конного туризма может выступить маршрут с условным названием «По стопам Чокана Валиханова». Учитывая факт, что основную массу туристов в Кыргызстане (80%) составляют граждане России, Казахстана и Узбекистана [6], этот маршрут имеет шанс на успешное развитие. Да и нашим соотечественникам (внутренним туристам) было бы неплохо изучать историю и культуру своей родины не только по книгам и учебникам.

Выдающийся исследователь Сибири профессор М.П. Грязнов особенно восхищался талантами двух молодых людей прошлого столетия – казахского ученого Ч.Ч. Валиханова и русского поэта М.Ю. Лермонтова, которые, не дожив до 30 лет, оставили яркий след, один – в науке, другой – в литературе [7].

Научные труды Ч. Валиханова о Кыргызстане можно подразделить на три раздела: историко-археологический, этнографический и антропологический. Все эти источники очень важны для решения недостающих звеньев в древней и новой истории Кыргызстана. Среди памятников археологии наиболее многочисленными являются курганы разных эпох и этнической принадлежности. Они зафиксированы Ч. Валихановым главным образом в северной и северо-восточной части акватории озера Иссык-Куль (в верховьях Урюкты, Курменты, на левом берегу реки Ишен-Ата, Сан-Таш, Сары-Булак и т.д.). Здесь он впервые фиксирует и приводит описания каменных изваяний эпохи торкских каганатов. Кроме того, Ч. Валиханов был первым исследователем XIX века, записавшим отрывок из эпоса «Манас» и обратившим внимание на содержание древней легенды о происхождении торкских народов, зафиксированной в китайской истории [8].

Интересно, что в 1994 году молодой американский ученый Даниэль Приор провел 1100-километровую конную экспедицию от Таласа до Каркары. Он преследовал цель пройти по сле-

дам героического маршрута, описанного в записи кыргызского эпоса «Бокмурун», сделанной В.В. Радловым в 1862 году [9]. Значительная часть этого путешествия пролегла по следам Чокана Валиханова, который в составе экспедиции полковника М.М. Хоментовского прошел в 1856 году по этой же территории на озеро Иссык-Куль. Д. Приор воспользовался этим географическим совпадением, чтобы посетить несколько мест, описанных казахским ученым в дневнике [10], из уважения к его научному наследию.

Американец отметил, что, несмотря на воздействие 140 лет, пролетевших с тех пор, многие места также сохраняют свою естественную красоту. Переход 1994 года приблизительно совпал с маршрутом экспедиции Валиханова 1856 года, двигавшейся от Карабулака (в горах Соготы, восточнее реки Чилик и южнее реки Или) к ущелью реки Тюп ниже перевала Сан-Таш. Даниэль посетил следующие валихановские места: горы Торайгыр, Джаланацкую долину, реку Чарын, горы Куулук, три реки Мерке, ущелье Тиек-Таш, долину Каркара, соленый источник Каркаранен-Кайнатма-Туз, а также перевал и знаменитый курган Сан-Таш. В 1856 году Валиханов писал: «Удивительный ландшафт представляет Чарын между утесистых берегов при впадении Второй Мерке [11]. Эти красивейшие места действительно достойны упоминания в эпосе «Манас» [12]. Примерно такой маршрут туроператорам можно взять за основу конного похода, учитывая также пожелания, возможности и интерес туристов индивидуально.

Одно место вызывает особый интерес с научной точки зрения. Это – соленый источник в долине Каркара, известный в валихановское время под названием Кайнатма-Туз. Ранние записи эпоса свидетельствуют, что именно из этого источника и окружающих его мест брал соль Бокмурун для поминок по отцу Кокетею. Описанный Валихановым угловатый, чисто белый соляной холм за полтора столетия значительно разросся. Это подтверждает гипотезу Валиханова о том, что он образован под действием подпирающих его соленых вод, и дает специалистам по топонимике подсказку для понимания перехода от названия «Кайнатма-Туз» – «Соленая рапа» (т.е. концентрированный солевой раствор) к современному названию «Тузкен» – «Соляной рудник» [13].

Ч.Ч. Валиханов в своем путешествии в Кашгарию, проезжая по Прииссыккулью, встретил в племени Бугу, в районе Тюпа, манасчы и записал

один из значительных эпизодов эпоса «Манас» – «Поминки по Кокетею», ставший в истории манасоведения одной из первых записей и первым исследованием. Это не только счастливая случайность, но и доказательство того, что кыргызский эпос активно бытовал в те времена.

Иссык-Кульский регион был благодатным краем, где рождались и творили легендарные сказители-манасчы. Именно здесь прославились Чонбаш, Акылбек, Тыныбек, Чоюке, Назар, Дыйканбай, Сагымбай (раннее творчество), Саякбай, Донузбай, Жандаке, Мамбет, Ибрай, Шаабай, Хава. Здесь же были записаны полные варианты эпоса – вся трилогия «Манас», «Семетей», «Сейтек» от Саякбая, Мамбета и Шаабая. Интересна взаимосвязь святых мест Иссык-Кульской области и самого озера со сказительским даром. Об этом рассказывает книга «Святые места Иссык-Куля: паломничество, дар, мастерство» [14] – результат двухлетних исследований культурно-исследовательского центра «Айгине». Туроператоры, изучив святые места вблизи рассматриваемого маршрута, могут при желании туристов включить их в программу конного похода.

Ч. Валиханов отмечал «чрезвычайную древность киргизской саги», которая сохранилась «со следами позднейших добавлений и украшений», подкрепляя свои догадки изучением исторических материалов, касающихся истории древних кыргызов [15].

Известный казахский ученый дал также описание одного из замечательнейших археологических памятников Иссык-Куля – кургана Сан-Таш. Он не только приводит его описание, но и связывает происхождение этого памятника с легендами, бытующими среди кыргызского народа. Самая знаменитая легенда о Сан-Таше повествует, что своим образованием курган обязан легендарному Тамерлану. В период с 1 по 12 июня 1856 г. Ч. Валиханов обследует памятники северо-восточной части Иссык-Кульской котловины. Во второй половине XIX в. изучение древностей как Иссык-Кульской котловины, так и в целом всего Кыргызстана было продолжено русскими учеными, открывшими уже тогда памятники мирового значения.

Курган Сан-Таш, означающий в переводе «считанный камень», подробно изучал впоследствии археолог Д.В. Винник. Курган расположен с западной стороны одноименного перевала. По конструктивным особенностям насыпи курган Сан-Таш аналогичен курганам урочища Пазарык Алтая и датируется в пределах VI–III вв. до н.э. [16].

рык Алтая и датируется в пределах VI–III вв. до н.э. [16].

С юго-западной стороны кургана находится строение, напоминающее курган, насыпь которого также состоит из камней, но она в два раза меньше насыпи первого. При раскопках удалось выяснить, что это не курган, а остатки постройки. Это круглое в плане помещение диаметром 14 м. Стена сложена из камня и по периметру ее расположены ниши арочной формы. Вход в здание находился с южной стороны. На основе материала, полученного при раскопках, здание датируется X–XIV веками [17].

В 3 км к юго-западу от кургана, на левом берегу р. Тюп, находится городище. В плане это четырехугольное сооружение с длиной сторон 48х48м. Стены сложены из камня. Углы и стены укреплены башнями. Въезд находится в южной стороне городища. Внутри, вдоль стен, расположены помещения, а в центре находился двор. Городище в X–XII веках выполняло функции караван-сарая на ответвлении Шелкового пути, идущего из Иссык-Кульской котловины в Китай. В прилегающих к Сан-Ташской долине местах обнаружены и другие памятники – петроглифы и курганные могильники [18]. Как видно из этих данных, Сан-Ташская долина в древности и средневековье играла немаловажную роль в жизни населения Прииссыккулья и сопредельных территорий.

В 2009 году в Иссык-Кульской области при поддержке Азиатского банка развития было открыто два сельских ремесленных пункта в селах Тюп и Кайырма-Арык. АБР осуществляет в Кыргызстане проект, рассчитанный на три года (2008–2011 гг.), с бюджетом в 2 миллиона долларов, направленный на повышение уровня жизни сельских женщин с развитием ремесленничества. Предполагается вовлечь в него 19 тысяч сельчан, занятых народными художественными ремеслами [19].

Подытоживая вышесказанное, мы видим, что на конном маршруте «По стопам Чокана Валиханова» путешественники могут совместить несколько видов туризма – экологический, спортивный и научный, в свою очередь включающий в себя прикосновение к истории и культуре Кыргызстана, и религиозный туризм (паломничество по святым местам). Также во время путешествия туристы могут вживую услышать варианты сказания эпоса «Манас» знаменитой иссык-кульской шко-

лы манасчы и приобрести изделия народных умельцев – сувенир на память о месте пребывания – необходимый атрибут туризма. Приведенный в статье альтернативный конный туристический маршрут «По стопам Чокана Валиханова» будет интересен всем желающим увидеть захватывающие дух красоты природы и прикоснуться к историко-культурному наследию Кыргызстана.

Литература:

1. www.activerussia.ru
2. *Липович Ю.* ИА 24.kg.
3. Там же.
4. www.centralasia.kg.
5. *Александрова А.Ю.* Международный туризм. М., 2010. – С. 24.
6. *Антонова О.* Туризм в Кыргызстане: только начало пути// Деловой собеседник. Бишкек, 2010. №1. С. 10.
7. *Абетеков А.К.* Ч.Валиханов и историко-культурное наследие Кыргызстана. Сан-Таш 140. Мат. междуна. научно-практ. конф., посв. первой записи эпоса «Манас» Ч. Валихановым. Бишкек, 1996. С. 110.
8. Там же. С. 111.
9. *Приор Д.* По следам экспедиции Ч. Валиханова 1856 г. Сан-Таш 140. Мат. междуна. научно-практ. конф. С. 33.
10. *Валиханов Ч.Ч.* Дневник поездки на Иссык-Куль. 1856 г.// Собр. соч. в 5т. Алма-Ата, 1984. Т.1. С. 306 – 357.
11. Там же. С. 319 – 320.
12. *Приор Д.* Указ. работа. С. 34.
13. Там же.
14. Святые места Иссык-Куля: паломничество, дар, мастерство. Бишкек, 2009.
15. *Кадырбаева Р.* Сказительная традиция манасчы Иссык-Кульского региона. Сан-Таш 140. Мат. междуна. научно-практ. конф. – С. 50.
16. *Винник Д.В.* Археологические памятники Сан-Ташской долины. Сан-Таш 140. Мат. Междуна. научно-практ. конф. С. 97.
17. Там же. С. 98.
18. Там же.
19. *Каримов Д.* ИА 24. kg.

УДК 643:332.81

Состояние жилищного фонда Кыргызской Республики

Э.Д. ДЕРБИШЕВА – к.э.н. КГУСТА им. Н. Исанова

In article the available housing condition in republic, its dynamics, accomplishment level is analysed. Housing and communal services problems are designated.

Все находящиеся на территории нашей республики жилые дома, а также жилые помещения в других строениях образуют жилищный фонд. Согласно действующему донныне Жилищному кодексу Кыргызской ССР (введен в действие Законом Кыргызской ССР от 20 мая 1983 года N 4757-X и дополнен Указами Президиума Верховного Совета Кыргызской ССР от 1 марта 1989 года, законами Кыргызской Республики «О внесении изменений и допол-

нений в Жилищный кодекс Кыргызской Республики» в марте 1992 года, в июне 1992 года, в январе 1994 года; Законом Кыргызской Республики «О толковании статей 29, 113, 114 Жилищного кодекса Кыргызской Республики» в марте 1998 года), жилищный фонд включает: государственный жилищный фонд; общественный жилищный фонд; фонд жилищно-строительных кооперативов; индивидуальный жилищный фонд.

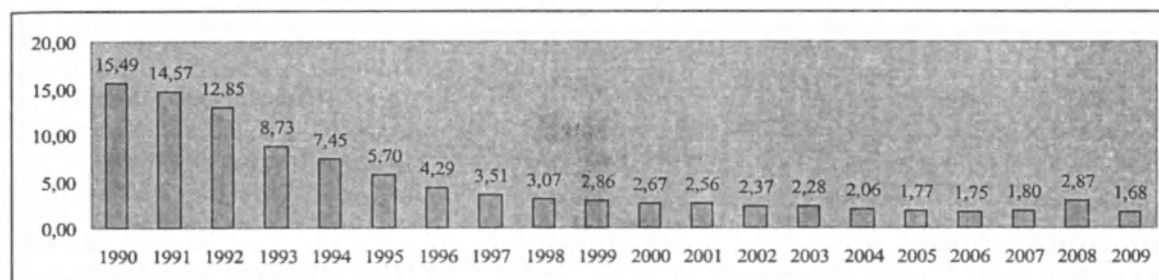


Рис. 1. Динамика жилищного фонда, находящегося в государственной собственности, млн.кв.м.

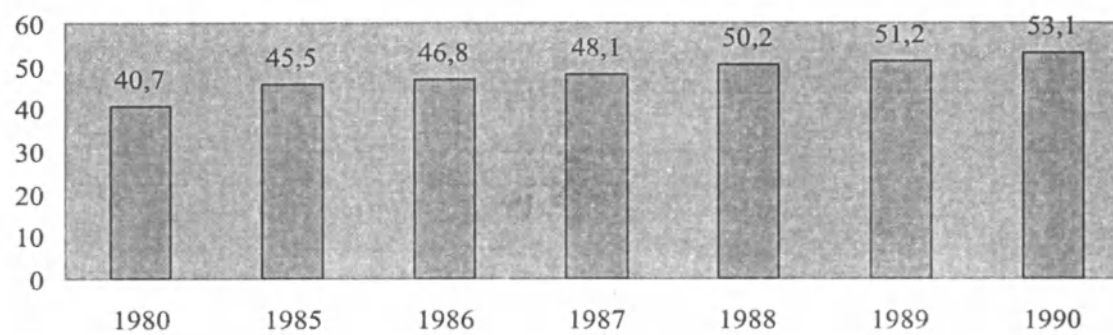


Рис. 2. Динамика жилищного фонда республики в 1980 – 1990 гг., млн.кв.м.

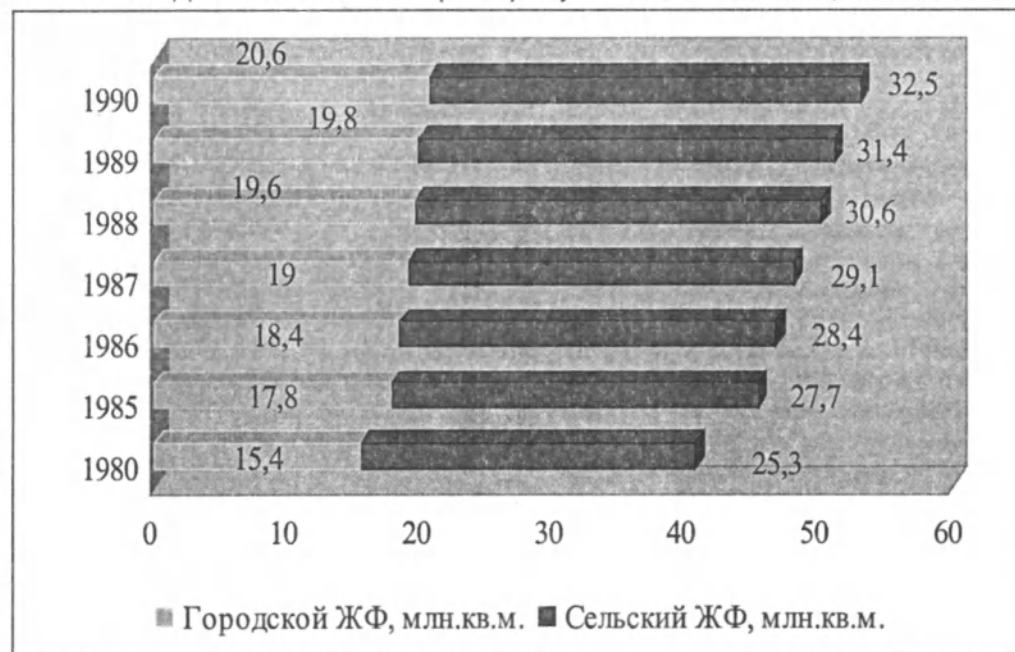


Рис. 3. Городской и сельский жилищный фонд республики в 1980 – 1990 гг., млн.кв.м.

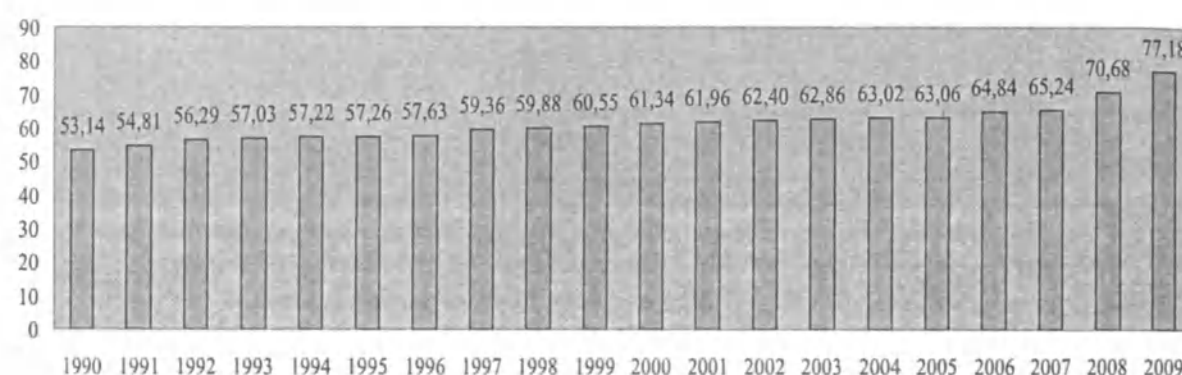


Рис. 4. Динамика жилищного фонда республики в 1990 – 2009 гг., млн. кв. м.

Еще до апрельских событий 2010 года депутатами Жогорку Кенеша КР Д.А. Молдошевой и О.М. Артыкбаевым был разработан проект Жилищного кодекса Кыргызской Республики (по аналогии с российским жилищным законодательством), который так и не был принят, где дано следующее определение: «Жилищный фонд – совокупность жилищ на территории Кыргызской Республики, независимо от формы собственности, включающий жилые дома, квартиры, специализированные дома, маневренный жилищный фонд, служебные жилые помещения, нежилые помещения, пригодные для проживания» /1/.

Как известно, до перехода республики от централизованного планирования к рыночной экономике государственный сектор преобладал в жилищном фонде Кыргызстана. В 1990 г. государственное, сдаваемое внаем жилье составляло 32,5% от всего жилищного фонда; в городах на его долю приходилось 61,2%; в сельской местности – 14,5%.

В советский период государством уделялось большое внимание жилищному строительству. Ежегодный прирост жилищного фонда в последнее десятилетие составлял в среднем 1,24 млн. кв. м/2/. К 1990 году жилищный фонд республики составил 53135 тыс. кв. м. (рис.2.)

Как видно из рис.3, до 1990 года преобладающая доля (около 60%) жилищного фонда приходилась на сельский жилищный фонд.

Приватизация жилищного фонда, находящегося в государственной (муниципальной) собственности, а также в собственности предприятий и государственных учреждений (ведомственное жилье), сыграло решающую роль в осуществлении реформы жилищного сектора в целом.

С переходом республики на рыночные отношения ее жилищный фонд увеличился в 1,45 раза, или на 24046 тыс. кв. м, и к 2009 году составил 77181 тыс. кв. м/3/. Значительное увеличение жилищного фонда произошло за последние 2 года: в 2008 году на 5439 тыс. кв. м и в 2009 году на 6506 тыс. кв. м. Самый незначительный прирост жилищного фонда наблюдается в 1995 году – всего на 41 тыс. кв. м и в 2005 году – 40 тыс. кв. м. (рис.4).

Структура жилищного фонда по месту расположения в последние годы меняется в сторону постепенного увеличения доли городского жилья.

Так, если в 1990 году доля городского фонда составляла 38,8% и сельского – 61,2%, то в последние годы это соотношение изменилось и составило в 2009 году 45% и 55% соответственно (рис.5).

Одним из показателей уровня благосостояния населения является благоустройство жилищного фонда, который определяется наличием инфраструктуры, дающей возможность использования основных благ цивилизации (электричество, газ, водопровод, канализация, центральное отопление, горячее водоснабжение, телефонизация).

Если обеспеченность жилищного фонда республики централизованным водоснабжением в 1990 году составляла 15,7%, а в 1994 году еще меньше – 9,4%, то к 2009 году водопроводом снабжено уже 22,8% жилищного фонда. Но, как видно из рис.6, в 2000 – 2008 гг. этот показатель был еще выше – 26,5% – 27,8%. Оснащенность жилищного фонда водопроводом в городской местности на 2009 год составляет 38,1%, а в сельской местности – 10,2%.

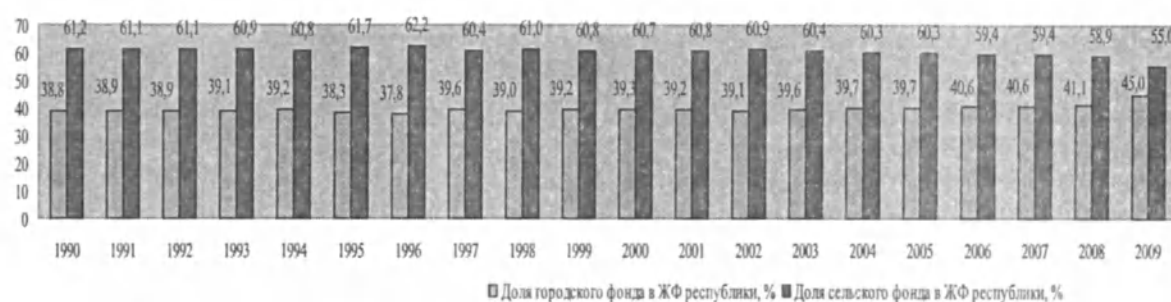


Рис. 5. Соотношение городского и сельского жилищного фонда республики, %.

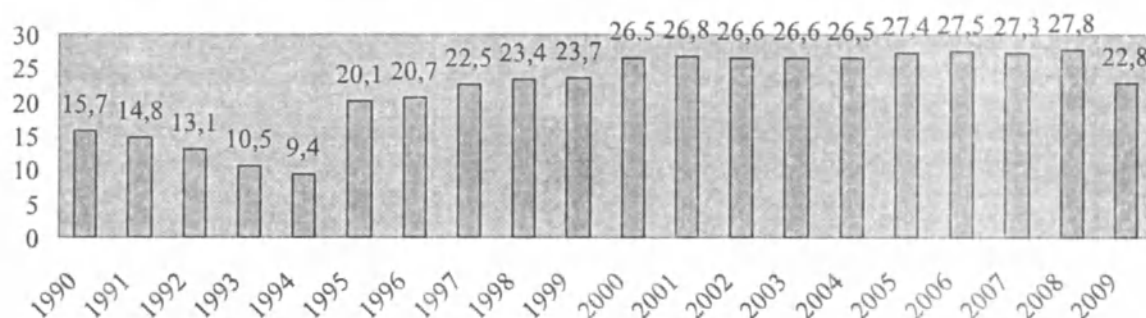


Рис. 6. Обеспеченность жилищного фонда водопроводом, %.

Канализационные сети имеются только в 17,4% жилых помещениях республики (рис.7), но в 1997 – 2007 гг. обеспеченность жилищ ими повышалась до 22%. Нужно отметить, что канализация более доступна в городской местности – этим благом оснащено 34,5% жилищ, а в сельской местности – всего 3,7%.

Процент жилищного фонда, подключенного к системе централизованного отопления, к 2009 году снизился. В 1990 году системой центрального отопления было оснащено 14,5%, а к 2009 году – только 9,1% жилищного фонда (рис.8), хотя в предыдущие годы (1995 – 2007 гг.) показатель достигал 19,3%.

При этом есть большие различия в доступности этого блага по месту расположения жилища: в городской местности обеспеченность центральным отоплением составляет 17,6%, а в сельской – 2,4%.

Максимальный процент оснащённости жилищного фонда сетевым газом можно отметить в 1995 году, когда этот показатель достиг 45,3%, а с тех пор наблюдается тенденция снижения оснащённости – до 21,1% в 2009 году. Более доступен сетевой газ в городской местности – 29,2% жилищ, в сельской местности – около 14,6% (рис.9).

Как показывает вышеприведенный анализ, наблюдается снижение уровня благоустройства жилищного фонда республики. На наш взгляд, это может быть связано с тем, что большинство вновь построенных или реконструированных жилых зданий и помещений либо: не оснащены необходимым оборудованием; не подключены к имеющимся коммуникациям; к вновь построенным зданиям не подведены соответствующие коммуникационные сети; некоторые блага недоступны для населения по стоимости услуг (к примеру, из-за невозможности оплачивать за потребление природного газа, некоторые граждане отказываются от его использования в целях отопления и приготовления пищи); имеются случаи недобросовестного отношения застройщиков, которые, продав квартиры в построенных домах, в дальнейшем не торопятся с прокладкой коммуникационных сетей.

Процессы разгосударствления и приватизации государственной собственности дали возможность кардинально изменить формы собственности на жилье. На основе проводимой государством политики демонаполизации сферы услуг был принят Закон Кыргызской Республики

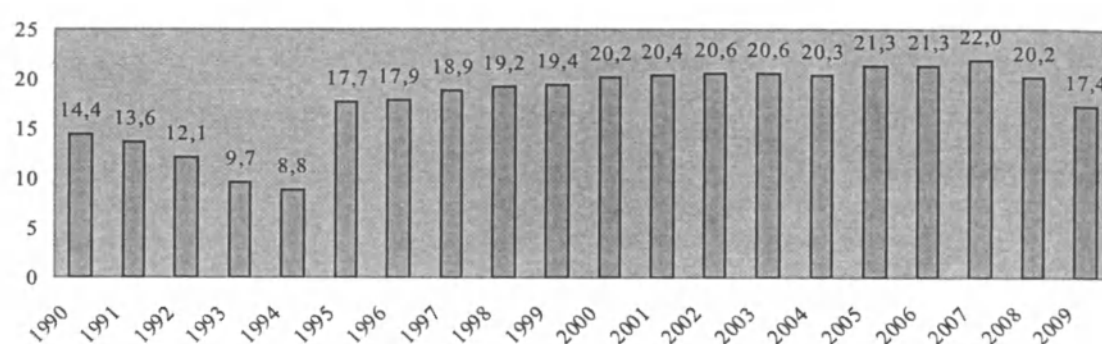


Рис. 7. Обеспеченность жилищного фонда канализацией, %.

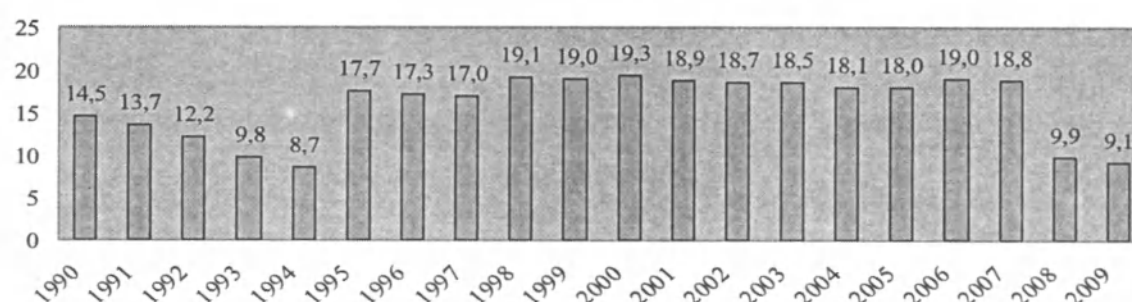


Рис. 8. Обеспеченность жилищного фонда центральным отоплением, %.

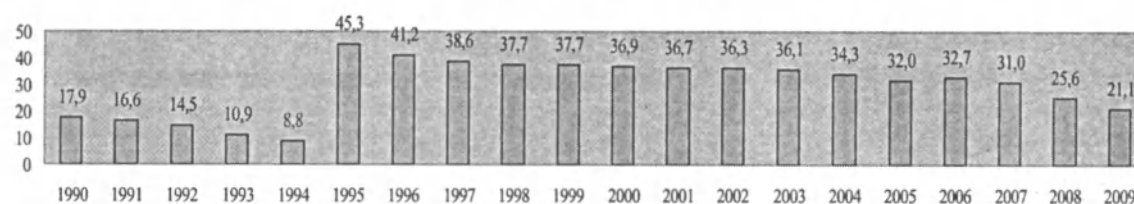


Рис. 9. Обеспеченность жилищного фонда газом, %.

«О местном самоуправлении и местной государственной администрации», в соответствии с которым функции жилищно-коммунального хозяйства и благоустройства, организация функционирования и развитие жизнеобеспечения территории были отнесены к компетенции органов местного самоуправления.

В связи с масштабной приватизацией и переходом большей части государственного жилищного фонда в частную собственность государство прекратило с 1994 года финансирование из респу-

бликанского бюджета ремонт и восстановление жилищного фонда. При отсутствии централизованного финансирования это естественным образом способствовало ухудшению коммунальной инфраструктуры, старению и разрушению жилищного фонда. Из-за ограниченности средств местных бюджетов органы местного самоуправления не смогли должным образом поддерживать местную коммунальную инфраструктуру и оказывать качественные услуги населению. Это, естественно, привело к росту материальных за-

трат, снижению качества предоставляемых услуг населению. Физический и моральный износ оборудования, инженерных сетей и коммуникаций на отдельных объектах достиг более 70 процентов. Увеличение дебиторской и кредиторской задолженности в огромных размерах отрицательно отражается на финансовом состоянии коммунальных предприятий.

Это говорит о том, что разработка и реализация действенных мер в жилищно-коммунальном секторе в Кыргызстане являются одной из важнейших проблем социально-экономического развития. Это требует кардинального переосмысления социально-экономических и организационных аспектов жилищно-коммунальной реформы, разработки эффективных механизмов организации взаимодействия главных участников жилищного рынка: органов местного самоуправления поставщиков услуг – населения.

Так, цели реформ в сфере жилищно-коммунального хозяйства должны быть направлены на:

1. Повышение уровня материально-технического развития жилищно-коммунального хозяйства, модернизацию технологий и оборудования, что требует привлечения значительных инвестиций в развитие хозяйства.

2. Кардинальное улучшение качества предоставляемых услуг населению, разработку механизмов привлечения поставщиков услуг к ответственности за ненадлежащее качество.

3. Создание условий для честной конкуренции среди компаний – поставщиков услуг, для альтернативных компаний.

4. Совершенствование ценовой политики жилищно-коммунального хозяйства путем определения разумных, справедливых тарифов на предоставляемые услуги (как известно, резкое повышение тарифов на коммунальные услуги спровоцировало апрельские события 2010 года).

5. Разработку действенных механизмов по сокращению дебиторской задолженности за потребление оказанных услуг.

6. Нахождение оптимальных возможностей для частичного софинансирования со стороны органов местного самоуправления дорогостоящих услуг, неподъемных для потребителей (к примеру, капитальный ремонт здания или замена лифта в многоэтажном доме).

7. Дальнейшее совершенствование государственной социальной политики по оказанию поддержки социальноуязвимым слоям населения.

Литература

1. <http://www.citykr.kg>
2. Статистический ежегодник «Народное хозяйство СССР в 1990 году». М.: Финансы и статистика, 1991.
3. Статистические сборники Национального статистического комитета КР «Кыргызстан в цифрах». 1997 – 2010 гг.

УДК 81'367.3 (811.161.1+ 811.111)

**Особенности перевода английских
обстоятельственных сложноподчиненных
предложений с синкретичной семантикой
на русский язык**

Р.В. ВАЛЬБАКОВ – аспирант (з /о) КРСУ

The article is devoted to the research of functional equivalents of English complex sentences with adverbial clauses in the Russian language. The peculiarities of the translation of the sentences in question are considered in regard to the notion of «syncretism».

Согласно одному из постулатов современной лингвистики, восходящему к Фердинанду де Соссюру, язык есть система знаков. Как утверждает Е. В. Гулыга, «особенность языкового знака заключается в его билатеральном характере – в наличии формы и содержательной стороны» [1, 51]. Данное положение также восходит к Фердинанду де Соссюру. Признавая не только слово, но и предложение языковым знаком и исследуя особенности соединения формальной и содержательной сторон при формировании предложения, т.е. изучая особенности проявления билатерального характера предложения, мы сталкиваемся с таким понятием, как «синкретизм». Согласно лингвистическому энциклопедическому словарю, «непосредственным толчком к синкретизму являются обычно сдвиги в соотношении формы и содержания языковой единицы» [2, 446]. В. В. Бабайцева, автор статьи «Синкретизм» в лингвистическом энциклопедическом словаре, определяет данное понятие как «совмещение (синтез) дифференциальных структурных и семантических признаков единиц языка, противопоставленных друг другу в системе языка и связанных явлениями переходности» [2, 446]. С.А. Алексанова называет синкретизмом «способность языковой единицы недискретно выражать более одного значения в одном речевом употреблении» [3].

Рассматривая явление синкретизма на уровне сложноподчиненного предложения (далее – СПП), необходимо определить, что понимается

под формой и содержанием данного языкового знака. Под формой предложения понимается совокупность устойчивых элементов его грамматической структуры. Как указывает В.С.Страхова, «различают синтаксические (порядок слов в главном и придаточном предложении, порядок следования предложений), лексико-синтаксические (союзы, союзные слова, корреляты), лексико-морфологические (наклонение, временные формы) постоянные элементы» [4, 162]. Также форму предложения можно представить как результат «маркирования формально-грамматическими средствами субъектно-предикатной структуры выраженного в предложении суждения» [5, 6]. Иногда формальную и содержательную стороны предложения трактуют в терминах поверхностной и глубинной структур. Разделяя мнение Л. С. Бархударова, под глубинной структурой предложения мы понимаем систему выражаемых в сложном предложении смысловых отношений, а под поверхностной структурой – формальные отношения, выраженные морфолого-синтаксическими средствами [6].

В случае синкретизма наблюдается одновременное и нерасчлененное выражение нескольких смысловых связей, что особенно ярко проявляется при переводе. В семантической структуре предложения имеются как эксплицитные, так и имплицитные семы. Именно при переводе происходит экспликация имплицитных сем, в результате чего устанавливаются отношения функ-

циональной эквивалентности между различными типами обстоятельственных придаточных.

Рассмотрим СПП с придаточными времени в английском языке и их соответствия в русском языке. Анализировались СПП с придаточным, вводимым союзом *when*. Между частями данных СПП устанавливаются не только временные, но и иные типы отношений – условно-следственные, причинно-следственные, уступительные и др. Именно вследствие этого во многих случаях при переводе подобных СПП происходит замена типа придаточного: СПП с придаточным времени в русском языке соответствуют СПП с придаточным условия, причины, уступки. Данная трансформация факультативна, в русском СПП с придаточным времени имплицитно также могут содержаться соответствующие семантические оттенки.

(1) *And even sound itself failed of efficiency when the race talked in ultrasonics others could not hear.* [12]

Да и звуки не всегда оказывались эффективными, если какая-нибудь раса общалась с помощью ультразвука, неразличимого для остальных.

(2) *And it was lonely now, when it should not be lonely.* [12]

А сейчас ему и в самом деле одиноко, хотя именно сегодня одиночеству положено бы отступить – ведь теперь все изменилось.

(3) *I mean my mother always thought Jane and her mother were sort of snubbing her or something when they didn't say hello.* [11]

Дело в том, что маме казалось, будто Джейн и ее мать относятся к ней свысока, оттого что они не всегда с ней здоровались.

Замена союза, а с ним и изменение типа придаточного не являются обязательной синтаксической трансформацией.

В одном случае, однако, данная трансформация носит рекуррентный характер. В обоих языках имеются СПП, логико-семантические отношения между частями которых строятся по следующему принципу: придаточная часть обозначает, что информация, содержание главной части требуют определенного времени и мысленных усилий для адекватного восприятия и что ситуация главной части может предстать в несколько ином свете по истечении определенного времени и при условии приложения определенных умственных усилий. Различие состоит в том, что в английском языке придаточная часть вводится временным союзом *when*, а в русском – условным союзом *если*.

(4) *Although, when one considered it, they were not bad neighbors.* [12]

Хотя, если поразмыслить, соседи они вроде бы и неплохие.

(5) *I'd never yell "Good luck!" at anybody. It sounds terrible, when you think about it.* [11]

Никогда я не стал бы орать вслед «Счастливого пути!». Гнусная привычка, если вдуматься.

Синтаксическая структура, функционирующая в придаточной части английского СПП, представляет собой двусоставную конструкцию с подлежащим, имеющим обобщенный характер. В русском языке придаточная часть представляет собой сочетание союза *если* и инфинитива.

В СПП места в большинстве случаев содержание придаточной части направлено на локализацию некоторых предметов, процессов, действий, явлений в определенной точке пространства. В некоторых случаях данная функция преломляется, и в СПП обозначается выделение некоторой ситуации относительно условий ее выполнения. Происходит метафоризация значения придаточного, возникает СПП с синкретичной семантикой – пространства и условия. Это может проявиться в переводе, когда придаточное места заменяется придаточным условием.

(6) *Even where a noun and verb of kindred meaning were not etymologically connected, one or other of them was frequently suppressed.* [10]

Если существительное и родственный по смыслу глагол были этимологически не связаны, один из двух корней аннулировался...

Часто в переводе английским СПП с придаточным места соответствуют русские СПП с другим типом обстоятельного придаточного: цели, времени, уступки.

(7) *He wanted it, he admitted to himself, with some quiet embarrassment, where it was close at hand, where he could look at it or pick it up any time he wished.* [12]

Хочется, признавался он самому себе немножко смущенно, чтобы статуэтка всегда стояла рядом, чтобы можно было смотреть на нее или поддержать в руке, когда захочется.

(8) *May I stay now and talk for a while, since I have found you? It would comfort me. Where there are so many, all speech becomes a debate without end. But two together may perhaps find wisdom.* [13]

Когда собирается много людей, разговор превращается в бесконечные споры. В разговоре двоих легче найти мудрый выход.

(9) ...it shrank or expanded in an odd way, and might suddenly slip off a finger where it had been tight. [13]

...странным образом оно сужалось и расширялось, могло внезапно соскользнуть с пальца, хотя перед этим сидело прочно.

В предложении (7) замена союза *where* на союз *чтобы* обусловлена семантикой глагола-предиката в главной части, выражающего модальность желательности. И здесь *чтобы* маркирует скорее не цель, а именно оптативность. Предложение (8) иллюстрирует явление пространственно-временного синкретизма. Содержание придаточного имеет обобщенный характер, что свидетельствует о наличии семы условия в глубинной структуре данного СПП. При переводе можно как сохранить тип придаточного (А), так и заменить его на условное (Б).

(А) Там, где собирается много людей...

(Б) Если собирается много людей, то...

Интересно, что переводчики, переведившие произведение, из которого взят данный пример, при его передаче на русский язык предпочитают структуру с союзом *когда*.

(9а) Когда мы собираемся все вместе, каждое слово вызывает бесконечные споры. (В. Муравьев).

(9б) А то когда народу много, любой разговор в спор превращается, и конца этому не видно. (Н. Григорьева, В. Грушецкий).

В некоторых **причинных** СПП имплицитно представлена сема цели, которая в редких случаях эксплицируется при переводе.

(10) "Kerosene," he said, because the silence had lengthened, "is nothing but perfume to me." [8]

— Запах керосина, — сказал он, чтобы прервать затянувшееся молчание. — А для меня он все равно что духи.

В примере (10) происходит переосмысление причинно-следственных отношений. Причина мыслится как цель; следствие совпадает с действием, направленным на достижение цели. Этому способствует сходство хронологической последовательности действий, связываемых причинно-следственными и целевыми отношениями: причина в большинстве случаев предшествует следствию; для целевых отношений характерным является первичное возникновение цели и последующая попытка предпринятия некоторого действия, направленного на достижение данной цели.

При переводе следующих предложений возможна трансформация придаточных причины в

целевые конструкции, хотя переводчик предпочел иные способы перевода.

(11) My uncle says the architects got rid of the front porches because they didn't look well. [8]

Архитекторы уничтожили крылечки, потому что они будто бы портят фасад.

Возможен такой перевод: Архитекторы уничтожили крылечки, чтобы они не портили фасад.

Переосмысление логико-смысловых отношений сопровождается преобразованием поверхностной структуры придаточной части, в основном по линии лексического наполнения. Основными условиями появления (наличия) семы цели являются четко выраженные отношения следования конкретных действий и отнесенность к временному плану прошедшего времени, хотя данный вопрос нуждается в уточнении.

В некоторых случаях возможна замена в рамках СПП придаточного причины на придаточное времени.

(12) She was tired from standing on her feet all morning and irritable because Mrs. Merriwether had scolded her sharply for sitting on a soldier's bed while she dressed his wounded arm. [9]

Она устала стоять целое утро на ногах и разозлилась, когда миссис Мерриуэзер сделала ей резкое замечание за то, что, бинтуя раненому руку, она присела к нему на кровать.

СПП с союзом *когда* способны номинировать причинно-следственные отношения между двумя пропозициями.

В глубинной структуре английских **условных** СПП присутствуют имплицитные семы времени и уступки. При переводе данные семы могут эксплицироваться, что приводит к смене типа придаточного предложения. Так, в предложении (13) придаточное условия заменено на придаточное времени.

(13) I can't stand recorded music if I've been drinking a good deal. [14]

Не выношу музыкальных записей, когда выпью как следует.

Часто смена типа придаточного сопровождается заменой двусоставных структур на односоставные.

(14) If I'm on a train at night, I can usually even read one of those dumb stories in a magazine without puking. [10]

Когда едешь ночью в вагоне, можно без особого отвращения читать даже идиотские рассказы в журналах.

(15) *If you're not in the mood, you can't do that stuff right.* [10]

А когда настроения нет, все равно ничего не выйдет.

В следующих примерах функциональным эквивалентом союза *even if* выступает союз *хотя*.

(16) *Some people you shouldn't kid, even if they deserve it.* [10]

Есть люди, которых нельзя обманывать, хотя они того и стоят.

(17) *Everybody's known for years that they'd get married some time, even if he did seem kind of lukewarm about it.* [10]

Всем уже давным-давно известно, что они должны пожениться, хотя он, мне кажется, не очень-то к этому рвется.

Как считает Т. В. Нерушева, «различия между условными и другими видами предложений могут быть довольно зыбкими, а стандартные показатели условного значения, прежде всего союзы, а также глагольные формы в определенных контекстах выражают другое значение» [7, 105].

Менее часты замены на другие типы обстоятельственных придаточных. Так, в следующем английском предложении совмещается значение условия и цели, что отражается в переводе – союз *if* заменен на союз *чтобы*.

(18) *It was time for Gerald's return and, if she expected to see him alone, there was nothing for her to do except meet him where the driveway entered the road.* [10]

Джералд с минуты на минуту должен был возвратиться домой. Значит, чтобы увидеть отца без свидетелей, надо перехватить его, когда он будет сворачивать с дороги на подъездную аллею.

Значительная роль в актуализации значения цели принадлежит словам с модальным значением.

Сопоставительное исследование СПП на материале переводных эквивалентов позволяет выявить средства выражения семантики обстоятельственных отношений; выявить имплицитные семы, проявляющиеся в переводе, и установить особенности синтаксического оформления данной семантики, так как при переводе передается не только смысл исходного текста, но и проис-

ходит переоформление синтаксических структур, приспособление их к формальным особенностям и норме языка перевода.

Имплицитные семы, присутствующие в структуре сложноподчиненного предложения, эксплицируются при переводе, в основном при помощи соответствующего союза, в результате чего устанавливается функциональная эквивалентность различных типов обстоятельственных придаточных.

Литература

1. Гулыга Е.В. Сложноподчиненное предложение и денотативный аспект // Сборник научных трудов МГПИИЯ им. М.Тореза. – вып.112. М., 1978.
2. Лингвистический энциклопедический словарь / Гл. ред. В.Н. Ярцева, М., 1990.
3. Алексанова С.А. Синкретизм как системное явление в сфере обстоятельственной детерминации предложения: Автореф. дисс. ... док. филол. наук. Ростов-на-Дону, 2009.
4. Страхова В.С. Моделирование сложноподчиненного предложения на основе понятия валентности // Сборник научных трудов МГПИИЯ им. М.Тореза. Вып.111. М., 1977.
5. Абдрахманова Р. Дж. Логико-грамматическое членение предложений в научно-технических текстах (сопоставительный анализ немецкого и русского языков): Автореф. дисс. ... канд. филол. наук. Одесса, 1988.
6. Бархударов Л.С. К вопросу о поверхностной и глубинной структуре предложения // Вопросы языкознания. 1973. № 3.
7. Нерушева Т. В. ФСП условия и разнородные средства его выражения в русском и английском языках // Вестник СамГУ. Самара, 2008. № 5/2(64).
8. Brudbury R. Fahrenheit 451 // www.artefact.lib.ru
9. Mitchell M. Gone with the Wind // www.artefact.lib.ru
10. Orwell G. Nineteen Eighty Four // www.artefact.lib.ru
11. Salinger J. D. The catcher in the rye. СПб., 2007.
12. Simak C. Way station // www.artefact.lib.ru
13. Tolkien J. Lord of the rings // www.artefact.lib.ru
14. Vonnegut K. Slaughterhouse-Five // www.artefact.lib.ru

ЮБИЛЕИ



8 февраля 2011 года исполнилось 80 лет со дня рождения и 60 лет научной, производственной и общественной деятельности академика Национальной академии наук Кыргызской Республики, лауреата государственных премий СССР и Киргизской ССР, заслуженного деятеля науки КР, доктора технических наук, профессора

АЙТМАТОВА ИЛЬГИЗА ТОРОКУЛОВИЧА

И.Т. Айтматов родился 8 февраля 1931 года в г. Фрунзе. В 1954 г. окончил факультет техники разведки Московского геолого-разведочного института и до 1957 г. работал на инженерных должностях в геолого-разведочных партиях Управления геологии Киргизской ССР и Каменской экспедиции. С 1957 по 1960 г. обучался в аспирантуре Института горного дела АН СССР (Москва). С 1960 по 1965 гг. – младший научный сотрудник, с 1965 по 1968 г. – заведующий лабораторией напряженного состояния горных пород, с 1968 по 1970 г. – заместитель директора по научной работе, а с 1970 по 1990 г. – директор Института физики и механики горных пород (ИФимГП) ныне – Институт геомеханики и освоения недр НАН КР.

С 1989 по 1990 г. И.Т. Айтматов – академик-секретарь отделения физико-технических, математических и горно-геологических наук АН Киргизской ССР, с 1990 по 1993 г. – президент АН Кыргызской Республики. С 1994 по 2005 г. – директор ИФимГП НАН КР, с 2005 г. по настоящее время – советник дирекции Института.

И.Т. Айтматов – крупный ученый в области горной геомеханики. Его научная деятельность непосредственно связана с решением актуальных проблем безопасной и эффективной разработки месторождений полезных ископаемых, строительства и эксплуатации крупных гидротехнических сооружений, охраны окружающей среды, природных и природно-техногенных катастроф в горных районах. Им сформировано одно из актуальных направлений современной горной геомеханики – геомеханика массивов пород горноскладчатых областей, разработана концепция о естественном напряженно-деформированном состоянии пород в сейсмоактивных горноскладчатых областях, установлен периодический характер пространственной изменчивости деформационных свойств пород и напряжений в массивах блочной структуры. Экспериментальные исследования напряженного состояния породных массивов на рудниках Средней Азии и Юго-Восточного Казахстана, обобщение результатов измерения естественных напряжений на геотехнических объектах в странах СНГ и за рубежом позволили И.Т. Айтматову установить основные закономерности изменения напряжений с глубиной в верхних частях земной коры в горных сейсмоактивных районах. Им выявлена связь условий напряженного состояния пород верхней части земной коры с типами региональных и локальных тектонических структур, установлены закономерности связей горных ударов с важнейшими геолого-структурными и геомеханическими факторами, в том числе с остаточными напряжениями в породных массивах. И.Т. Айтматовым совместно со своим учеником, д.т.н. К.Т. Тажибаевым, установлены явление скачкообразного освобождения остаточных напряжений в горных породах. Международной ассоциацией авторов научных открытий и Российской академией естественных наук в 1998 г. это явление было признано научным открытием.

В 70-90-х годах XX века под руководством И. Т. Айтматова были проведены широкомасштабные исследования по оценке удароопасности многих рудников цветной металлургии Центральной Азии. По результатам этих исследований по удароопасным рудникам были разработаны Методические указания по безопасному ведению горных работ на участках, склонных к горным ударам. В составе этих работ по изучению удароопасности рудных месторождений под руководством И.Т. Айтматова также выполнялись

исследования по оценке степени удароопасности массивов пород на отдельных рудниках Северного и Южного Урала.

В соответствии с координационным планом НИР на 1973 – 1980 гг. по проблемам горных ударов на горных предприятиях Минцветмета СССР на Институт физики и механики горных пород были возложены крупные научные задачи, в том числе совместно с Институтом ВНИМИ (г. Ленинград) и Московским горным институтом разработать методы и аппаратуру для оценки и прогноза удароопасности месторождений и их участков. С возложенными ответственными заданиями программы институт справился и уже во второй половине 70-х годов начал выпускать геомеханические и геофизические приборы, которые нашли широкое применение в различных специализированных научных учреждениях в разных регионах СССР и за рубежом (Германская Демократическая Республика, Австрия, Чехословакия).

В 1984 году за работу по созданию эффективной и безопасной технологии разработки рудных месторождений Кыргызстана И.Т. Айтматов совместно с группой ученых ИФимГП и специалистов горно-рудных предприятий КР был удостоен звания лауреата Госпремии Киргизской ССР в области науки и техники.

Возглавляемая И.Т. Айтматовым научная школа горных геомехаников хорошо известна своими фундаментальными и прикладными трудами в ближнем и дальнем зарубежье. При руководстве ИФимГП И.Т. Айтматовым за период с 1970 по 1989 г. за высокие научные достижения институт был четыре раза удостоен переходящего Красного Знамени и один раз Памятного Красного Знамени ЦК КП Киргизии, Совета Министров Киргизской ССР, РК профсоюза и ЦК ЛКСМ Киргизии. Институт был признан также победителем во всесоюзном социалистическом соревновании среди академических научных учреждений СССР.

И.Т. Айтматову принадлежит более 350 печатных научных работ, в том числе 8 монографий. Им подготовлено 12 докторов и 34 кандидата технических наук. В соответствии с постановлением ВАК СССР в 1988 году на базе ИФимГП АН Киргизской ССР с участием ученых-специалистов из Казахстана и Узбекистана был создан региональный спецсовет по защите докторских диссертаций по горным специальностям. Председателем спецсовета был назначен д.т.н. И.Т. Айтматов. На данном Спецсовете защищали докторские и кандидатские диссертации соответствующие исследователи из республик Средней Азии, Казахстана и России.

В 1989 году за работы в области изучения напряженного состояния горных пород и решение проблем управления горным давлением при подземной разработке рудных месторождений И.Т. Айтматов совместно с группой ведущих ученых-геомехаников СССР был удостоен Государственной премии СССР в области науки и техники.

В своей научной и научно-организационной деятельности академик И. Т. Айтматов поддерживает активные творческие связи с учеными-горняками России, Украины, Казахстана, Узбекистана и стран дальнего зарубежья, участвует в работах Международных научных конференций и конгрессов.

Под его руководством была разработана региональная программа фундаментальных исследований «Комплексные исследования природных, природно-техногенных катастроф и современных экологических процессов в горных районах» (1991 – 1995 гг.). Результаты этих исследований были широко использованы при разработке проекта Государственной программы по защите территории Кыргызской Республики от природных и природно-техногенных катастроф.

Научную и научно-организационную работу И. Т. Айтматов активно сочетает с общественной. Он был депутатом легендарного парламента Кыргызстана 12-го созыва (1990 – 1994 гг.), членом Президентского Совета Кыргызской Республики (1990 – 1991 гг.), председателем постоянной комиссии Верховного Совета Киргизской ССР по науке, развитию промышленности, энергетики, транспорта и связи, членом Советского Бюро Международного общества по механике горных пород, членом коллегии Госгортехнадзора Республики. Является президентом общества дружбы «Кыргызстан – Австрия», вице-президентом Ассоциации горнопромышленников и геологов КР.

И. Т. Айтматов является академиком Национальной академии наук КР, Инженерной академии КР, Российской академии горных наук (Москва), Международной инженерной академии (Москва), Международной академии наук образования, искусств и индустрии (США), Международной академии экологии, безопасности человека и природы. Принимает активное участие в работе республиканских и международных общественных научно-технических организаций.

В 1998 г. Международным биографическим центром (Кембридж, Великобритания) имя академика И.Т.Айтматова внесено в список 2000 выдающихся людей XX века.

И.Т.Айтматов награжден медалями СССР «За доблестный труд в Великой Отечественной войне», «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В.И.Ленина», «За трудовую доблесть», Грамотой Президиума Верховного Совета Киргизской ССР – за заслуги в развитии науки и подготовки научных кадров. Указом президента Республики Кыргызстан от 17.04.1991 г. И.Т. Айтматову за значительный вклад в развитие горной науки, большую научно-организационную деятельность, подготовку научных кадров присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки Республики Кыргызстан. Совместным решением мэрии и городского кенеша г. Бишкека академик И. Т. Айтматов в 2002 году удостоен звания почетного гражданина города Бишкек», Указом Президента КР (2003 г.) награжден орденом «Манас» III степени, удостоен Почетной грамоты Министерства образования и науки Российской Федерации за большой личный вклад в развитие плодотворного Российско-Кыргызского сотрудничества в области наук о Земле и в связи с 10-летием образования Международного научно-исследовательского центра – Геодинамического полигона в г. Бишкеке, 2010 г.).

*Президиум Национальной академии наук
Кыргызской Республики,*

*Отделение физико-технических, математических
и горно-геологических наук НАН КР.*

ЮБИЛЕИ



Исполняется 75 лет со дня рождения и 53 года трудовой, научной, педагогической и общественной деятельности члена-корреспондента НАН КР, доктора геолого – минералогических наук, профессора, заслуженного деятеля науки КР, советника дирекции Института сейсмологии

Аскера Турдукуловича Турдукулова.

А.Т. Турдукулов родился 29 февраля 1936 года в с. Орто-Суу Жайылского района Чуйской области. После окончания в 1957 г. Московского геолого-разведочного института был направлен в Институт геологии АН Киргизской ССР, где прошел путь от младшего до старшего научного сотрудника. В 1976 г. переходит в Институт сейсмологии по конкурсу на должность заведующего лабораторией сейсмического микрорайонирования, а в мае 1994 г. избирается директором Института сейсмологии НАН КР и работает на этой должности до мая 2005 г., по истечении срока полномочий назначается советником дирекции Института сейсмологии.

Доктор наук с 1983 г., в 1992 г. избран академиком Академии естественных наук Республики Узбекистан, в 1993 г. – членом-корреспондентом Национальной академии наук Кыргызской Республики.

А.Т. Турдукулов – известный ученый, крупный специалист в области общей и региональной геологии, инженерной сейсмологии и сейсмического микрорайонирования, а также оценки сейсмической опасности территории Кыргызстана. Он внес выдающийся вклад в развитие геологической и сейсмологической наук в Кыргызстане, внедрил достижения своих исследований в народное хозяйство Кыргызской Республики. Им разработаны фундаментальные и теоретические положения о влиянии геологических, инженерно-геологических условий и сеймотектонических структур на характер проявления сейсмического эффекта, что позволяет уточнить исходную балльность и установить количественные приращения. Результаты этих работ стали основой при составлении Карт сейсмического микрорайонирования территорий городов, крупных поселков, стройплощадок и вошли составной частью в справочное пособие «Проектирование зданий и сооружений в сейсмических районах» (1996 г.).

В области геологии А.Т.Турдукуловым впервые для Кыргызстана составлены литолого-палеогеографические карты палеогенового и неогенового периодов, используемые для прогнозирования и поисков месторождений солей, стройматериалов, подземных вод. Им разработана унифицированная стратиграфическая схема кайнозойских отложений Кыргызского Тянь-Шаня, получившая широкое признание в странах Центральной Азии и СНГ.

А.Т. Турдукулов является автором и соавтором 132 научных работ, в том числе 12 монографий, научным руководителем и ответственным исполнителем Карт сейсмического микрорайонирования (СМР) всех крупных городов страны и районов строительства гидротехнических сооружений. Последними работами этого плана стали новые карты СМР городов Бишкека (1992 г.), Оша (1994 г.), Каракола (1995 г.), которые утверждены Госстроем КР и внедрены в качестве нормативных документов для проектных и строительных организаций. От внедрения вышеуказанных карт получен экономический эффект в сумме 8 – 10 млн. сомов ежегодно. В 1996 г. утверждена в качестве нормативного документа изданная «Карта сейсмического районирования территории Кыргызской Республики» (масштаб 1:1000 000), соавтором и редактором которой является А.Т.Турдукулов. К числу его капитальных трудов относится «Карта глобальной сейсмической опасности планеты Земля» (2000 г.) с Объяснительной запиской на английском языке под эгидой ЮНЕСКО, в составлении которых он принял участие.

В период перестройки экономического базиса нашего государства А.Т.Турдукулов, будучи директором Института сейсмологии, сумел сохранить коллектив и его научный потенциал, тем самым обеспечил

статус ведущего научного учреждения Кыргызской Республики и всей Центральной Азии в области сейсмологии. Особой его заботой были и есть организация, расширение и укрепление научно-технического сотрудничества между Институтом сейсмологии НАН КР и соответствующими научными организациями стран дальнего и ближнего зарубежья, привлечение международных грантов НАТО, МНТЦ, INTAS, CRDF.

Свою активную научную и научно-организационную деятельность А.Т.Турдукулов успешно сочетает с работой в вузе (ИГД и ГТ), где читает спецкурс по петрофизике. В 2001 г. ему присвоено звание профессора по специальности «Геофизика». Под его руководством защищены четыре кандидатские диссертации, имеет двух аспирантов и двух соискателей докторской степени.

В течение последних 20 лет А.Т.Турдукулов являлся членом рабочей группы по сейсмическому микрорайонированию при Президиуме РАН, Комиссии сейсмического прогноза и сейсмомикрорайонирования Научного совета по инженерной геологии и гидрогеологии РАН, Бюро неогеновой комиссии Межведомственного стратиграфического комитета РФ, специализированных ученых советов при Институте геологии НАН КР и кыргызского Института горного дела и горных технологий. В настоящее время входит в состав Экспертного совета НАН КР по горно-геологическим и географическим наукам.

Заслуги А.Т.Турдукулова отмечены присвоением в 1997 г. почетного звания «Заслуженный деятель науки Кыргызской Республики» и награждением в 2005 г. медалью «Данк». В 2000 г. Международным биографическим центром (США) его имя включено в список Международного справочника выдающихся руководителей.

*Президиум НАН КР,
Отделение физико-технических, математических
и горно-геологических наук,
Институт сейсмологии.*

ПАМЯТЬ



25 марта 2011 года исполнилось бы 90 лет со дня рождения выдающегося ученого-географа и организатора географической науки Кыргызской Республики академика Международной академии наук о природе и обществе, крупнейшего специалиста в области исторической и физической географии, топонимии, лауреата Государственной премии Киргизской ССР, многие годы руководившего отделом географии ИГ НАН КР, кандидата географических наук

УМУРЗАКОВА САДЫБАКАСА УМУРЗАКОВИЧА

С. Умурзаков пришел в «чистую науку» зрелым мужем, проработав в студенческие годы диктором в Кыргызском радиокомитете, преподавателем в педучилище и пединституте, университете. Но во все годы его разносторонней деятельности его не покидала идея о необходимости внесения ясно-

сти в историю изучения и развития географических представлений о природе Кыргызстана. Не отрицая роли иноземных путешественников в изучении территории нашей страны, которые, по его исследованиям представляли 25 стран, он всю жизнь кропотливо собирал доказательную базу для своей идеи, раскрывая миру имена кыргызских естествоиспытателей и знатоков своего края. По проблематике исторической географии им опубликовано более 100 статей, заметок и более 10 монографий.

Исследования по топонимике представляли еще одну сторону научных интересов С. Умурзакова. Они позволили ему изучить состав, типы, структуру географических названий Кыргызстана, принципы и народные традиции номинации природных объектов и территориальных единиц, выявить основные этапы формирования местной топонимии, образующей сложную систему географических названий. В его трудах показана связь топонимии с природно-географическими, историко-культурными, этническими, миграционными, хозяйственными и иными реалиями прошлого нашей страны. Результаты топонимических исследований отражены в 45 работах, среди которых серия топонимических карт, созданных совместно с учениками (1987 г.), Словарь географических названий Киргизской ССР (1988 г.).

В широком географическом мире он известен и как крупный теоретик, внесший свой вклад в развитие физико-географического районирования горных территорий – наиболее сложный раздел физической географии и ландшафтоведения.

Особенной его гордостью, достойной его подвижнической жизни, стал Научно-справочный атлас Киргизской ССР (М., 1987 г.). «Разработкой и созданием атласа руководил ответственный редактор атласа, заведующий отделом географии кандидат географических наук С. У. Умурзаков» – за этими сухими строками стоят его титанические усилия, направленные на мобилизацию знаний сотен выдающихся деятелей науки и производства, ученых и специалистов высочайшего класса из 42 научных и производственных учреждений, учебных заведений страны и России для выполнения грандиозной научной задачи. Сейчас можно констатировать, что первый национальный атлас является выдающимся картографическим произведением, состоящим из 187 карт и схем, из которого можно получить информацию абсолютно обо всех известных науке характеристиках живой и неживой природы Кыргызстана в их пространственной и временной динамике. Этот труд признан в 1990 году лучшим атласом в СНГ.

Исключительно велика его заслуга в организации Географического общества Кыргызстана и поддержании на высоком уровне его деятельности в течение не одного десятилетия. Являясь одним из основателей Географического общества Кыргызстана в 1947 году, С. Умурзаков начиная с 1964 г. являлся президентом ГО Кыргызстана, членом президиума ГО СССР.

За свою научную и организационную деятельность, заслуги в развитии географических наук С. Умурзаков награжден орденом Ленина и орденом «Знак Почета», медалями, ему присвоено звание заслуженного работника охраны природы КР, он был избран почетным членом Географического общества

СССР и Кыргызстана, решением президиума Географического общества СССР награжден памятной медалью имени П.П.Семенова-Тянь-Шаньского.

Научное и научно-методическое наследие С.Умурзакова, сосредоточенное в 460 трудах объемом более 510 п.л. по проблемам развития географических наук, исторической географии, страноведения, топонимики и комплексного картографирования, продолжает служить делу воспитания новых поколений специалистов-географов.

*А.Б. Бакиров – академик,
советник дирекции Института геологии НАН КР,
К.С. Сакиев – д.г.м.н., директор Института геологии НАН КР,
Аламанов С. – к.г.н., заведующий отделом Института геологии НАН КР.*