

ISSN 1694-7401

**ДОКЛАДЫ  
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

---

**2016**  
**БИШКЕК**

**№ 1**  
**«ИЛИМ»**

# ДОКЛАДЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Основан в 2013 г.  
Выходит 2 раза в год  
ISSN 1694-7401  
Сведетельство о регистрации № 1953 от 15.07.2013  
Министерство юстиции КР

*Журнал издается под руководством  
Президиума НАН КР*

## **Главный редактор**

*А.Э. Эркебаев*

## **Редакционно-издательская коллегия:**

*А.А. Борубаев – 1-й зам. главного редактора;  
А.А. Акматалиев – зам. главного редактора;  
Б.А. Токторалиев – зам. главного редактора;  
А.А. Айдаралиев, И.Т. Айтматов, М.С. Джуматаев,  
К.М. Жумалиев, А.Ч. Какеев, Д.М. Маматканов,  
Ж.Ш. Шаршеналиев, Б.А. Досалиева*

## **Ответственный секретарь**

*Ч.И. Арабаев*

Адрес редакции: 720071, г. Бишкек, проспект Чуй, 265а  
Издательство «Илим»

© НАН КР, 2016 г.  
© Редакционно-издательская коллегия  
журнала «Доклады Национальной  
академии наук Кыргызской  
Республики» (составитель), 2016 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

- О  $t$ -метризуемых, проективно  $t$ -метризуемых и почти  $t$ -метризуемых топологических группах .. 5  
*Борубаев А.А., Ташбаева Э.А.*
- Спектральные свойства линейных задач с аналитическими функциями ..... 9  
*Панков П.С., Мураталиева В.Т.*
- Топологические квазимногообразия алгебр с конечно определяемыми синтаксическими подконгруэнциями ..... 13  
*Нуракунов А.М.*

### АВТОМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Синерго-кибернетический подход к адаптивному управлению нелинейных динамическими системами ..... 17  
*Шаршеналиев Ж., Бакасова А.Б.*

### ФИЗИКА

- Модели Вселенной Фридмана в модифицированной теории гравитации ..... 23  
*Бакирова Э.М.*

### ГЕОЛОГИЯ

- Эволюция Земли ..... 28  
*Бакиров А.*
- Физико-химические условия формирования эклогитов Оробашы, Ак-Тюзский метаморфический комплекс, Северный Тянь-Шань ..... 37  
*Орозбаев Р.Т.*

### СЕЙСМОЛОГИЯ

- Естественные размерности сейсмических процессов земли в целом ..... 44  
*Оморев Р.О., Омуралиев М.О., Омуралиева А.М.*

### МЕДИЦИНА

- Клинико-эпидемиологические особенности заболеваемости туберкулёзом в городе Бишкек ..... 54  
*Молдобекова Э.М.*

### АРХЕОЛОГИЯ

- Особенности развития номадизма в Древности и Средневековье на территории Кыргызстана (по археологическим данным) ..... 61  
*Ташбаева К.И.*

---

## **ПРАВО**

Интеллектуальная собственность в академической науке Кыргызской Республики ..... 76  
*Арабаев Ч.И.*

## **ПОЛИТОЛОГИЯ**

Политические учения Востока о происхождении государства и формах правления (на основе трудов Ж. Баласагына и М. Кашгари)..... 82  
*Султанбеков К.Ч.*

Сведения об авторах ..... 86

---

## CONTENTS

### MATHEMATICS

- On  $\tau$ -metrized, projectively  $\tau$ -metrized and nearly  $\tau$ -metrized topological groups ..... 5  
*Borubaev A.A., Tashbaeva E.A.*
- Spectral properties of linear tasks with analytical functions ..... 9  
*Pankov P.S., Muratalieva V.T.*
- Topological quasivarieties of algebras with finitely definable syntactic subcongruences ..... 13  
*Nurakunov A.M.*

### AUTOMATION AND INFORMATION TECHNOLOGY

- Synergy-cybernetic approach to the adaptive control for nonlinear dynamical systems ..... 17  
*Sharshenaliev Zh., Bakasova A.B.*

### PHYSICS

- Models of the Friedmann Universe in the modified theory of gravity ..... 23  
*Bakirova E.M.*

### GEOLOGY

- The evolution of the Earth ..... 28  
*Bakirov A.*
- Physico-chemical conditions of formation of Orobashy eclogites, Aktyuz metamorphic complex,  
Northern Tien-Shan ..... 37  
*Orozbaev R.T.*

### SEISMOLOGY

- The natural dimensions of the seismic processes of the earth ..... 44  
*Omarov R.O., Omuraliev M.O., Omuralieva A.M.*

### MEDICINE

- Clinical and epidemiological features of tuberculosis in the city Bishkek ..... 54  
*Moldobekova E.M.*

### ARCHEOLOGY

- Nomadizme features of development in Ancient time and the Middle Ages  
on the territory of Kyrgyzstan (on archaeological data) ..... 61  
*Tashbaeva K.I.*

---

**LAW**

*Intellectual property in academic science of the Kyrgyz Republic* ..... 76  
*Arabaev Ch.I.*

**POLITICAL SCIENCE**

The political teachings of the East about the origins of the state and forms of government  
(based on the works of Yusuf Balasaguni and Mahmud al-Kashgari) ..... 82  
*Sultanbekov K.Ch.*

Information about authors..... 86

УДК 515.12

## О Т-МЕТРИЗУЕМЫХ, ПРОЕКТИВНО Т-МЕТРИЗУЕМЫХ И ПОЧТИ Т-МЕТРИЗУЕМЫХ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ГРУППАХ

© 2016 г. Академик НАН КР А.А. Борубаев, аспирант Э.А. Ташибаева

Поступило 26.07.2016 г.

В статье вводятся понятия почти  $t$ -метризуемых и почти  $t$ -проективно метризуемых топологических групп, обобщающих понятия почти метризуемых и проективно метризуемых топологических групп, введенных Б. А. Пасынковым и М. М. Чобаном соответственно. Обобщается классическая теорема Биркгофа и Какутани о метризуемости топологических групп.

Ключевые слова: Почти  $t$ -метризуемые и почти  $t$ -проективно метризуемые топологические группы.

## Т-МЕТРИКАЛАШТЫРЫЛГАН, ПРОЕКТИВДҮҮ Т-МЕТРИКАЛАШТЫРЫЛГАН ЖАНА ДЭЭРЛИК Т-МЕТРИКАЛАШТЫРЫЛГАН ТОПОЛОГИЯЛЫК ГРУППАЛАР ЖӨНҮНДӨ

Бул статьяда дээрлик  $t$ -метрикалаштырылган жана дээрлик  $t$ -проективдүү метрикалаштырылган топологиялык группалар жөнүндө түшүнүк киргизилген, Б. А. Пасынков жана М. М. Чобан тарабынан киргизилген дээрлик метрикалаштырылган жана проективдүү метрикалаштырылган топологиялык группалар түшүнүгү жалпыланган.

Биркгоф жана Какутанинин метрикалаштырылган топологиялык группалар жөнүндөгү классикалык теоремасы жалпыланган.

Негизги сөздөр: Дээрлик  $t$ -метрикалаштырылган жана дээрлик  $t$ -проективдүү метрикалаштырылган топологиялык группалар.

## ON $T$ -METRIZED, PROJECTIVELY $T$ -METRIZED AND NEARLY $T$ -METRIZED TOPOLOGICAL GROUPS

In this paper introduced the notion of nearly  $t$ -metrized and nearly  $t$ -projectively metrized topological groups, generalizing notions of nearly metrized and projectively metrized topological groups introduced by B. A. Pasyнков and M. M. Choban respectively.

It is generalized the Birkhoff and Kakutani classical theorem on topological groups metrizable.

Key words: Nearly  $t$ -metrized and nearly  $t$ -projectively metrized topological groups.

Многие фундаментальные результаты общей топологии и функционального анализа получены в классах метрических и близких к ним пространствах. В заметке обобщается ряд результатов, касающихся метризуемых и близких к ним топологических групп.

Наиболее общие метрики и нормы над топологическими полуполями рассмотрены в работах М. Я. Антоновского, В. Г. Болтянского, Т. А. Сарымсакова [1, 2], но они для наших целей не годятся.

В работах Б. А. Пасынкова [3] и М. М. Чобана [4] введены и исследованы классы почти метризуемых и проективно метризуемых пространств, содержащих классы метризуемых топологических групп.

В работах [5, 6] введены классы  $t$ -метрических и  $t$ -нормированных пространств, содержащих классы метрических, нормированных пространств и ряд фундаментальных результатов, полученных в этих классах пространств перенесены на клас-

сы  $\tau$ -метрических и  $\tau$ -нормированных пространств соответственно. В работе [7] введены и изучены почти  $\tau$ -метризуемые и проективно  $\tau$ -метризуемые топологические группы и некоторые результаты Б. А. Пасынкова [3] и М. М. Чобана [4] получили обобщения в этих классах топологических групп.

Данная заметка посвящена исследованию строения проективно  $\tau$ -метризуемых, почти  $\tau$ -метризуемых и других топологических групп и пространств.

Все рассматриваемые пространства предполагаются вполне регулярными, а отображения – непрерывными.

Пусть  $\mathbb{R}_\tau = [0, \infty)$ ,  $\mathbb{R} = (-\infty, \infty)$ , а  $\tau$ -произвольное бесконечное кардинальное число. Через  $\mathbb{R}_+^\tau$  и  $\mathbb{R}_+$  обозначим тихоновское произведение  $\tau$  копий пространств  $\mathbb{R}_+^\tau$  и  $\mathbb{R}^\tau$  соответственно. Пространство  $\mathbb{R}^\tau$  превращается в так называемое тихоновское полуполе ([1]), а  $\mathbb{R}_+^\tau$  – положительный конус полуполя  $\mathbb{R}^\tau$ . С другой стороны, доказано ([1]), что любое топологическое полуполе можно вложить в тихоновское топологическое полуполе  $\mathbb{R}^\tau$ .

*Определение 1* ([5, 6]). Пусть  $X$  – непустое множество. Отображение  $\rho_\tau : X \times X \rightarrow \mathbb{R}_+^\tau$  называется  $\tau$ -метрикой на  $X$ , а пара  $(X, \rho_\tau)$  –  $\tau$ -метрическим пространством, если выполняются известные аксиомы:

- 1)  $\rho_\tau(x, y) = \theta$  – тогда и только тогда, когда  $x = y$ , где  $\theta$  – точка пространства  $\mathbb{R}_+^\tau$ , все координаты которой состоят из нулей;
- 2)  $\rho_\tau(x, y) = \rho_\tau(y, x)$  – для всех  $x, y \in X$ ;
- 3)  $\rho_\tau(x, y) \leq \rho_\tau(x, z) + \rho_\tau(z, y)$  – для всех  $x, y, z \in X$ .

Всякая  $\tau$ -метрика  $\rho_\tau$  на множестве  $X$  порождает тихоновскую топологию на  $X$  ([5]). Топологическое пространство  $X$ , топология которой порождается некоторой  $\tau$ -метрикой, называется  $\tau$ -метризуемым. Условия  $\tau$ -метризуемости топологических пространств найдены в работе [5].

Как обычно, через  $\chi(X)$  обозначим характер пространства  $X$ .

Следующая теорема обобщает классическую теорему Биркгофа [8] и Какутани [9] о метризуемости топологических групп.

*Теорема 1.* Топологическая группа  $G$  является  $\tau$ -метризуемой тогда и только тогда, когда выполняется неравенство  $\chi(G) \leq \tau$ .

Соотношение между классами метризуемых и  $\tau$ -метризуемых топологических групп дает следующая теорема.

*Теорема 2.*  $\tau$ -метризуемые группы и только они являются пределами проективных спектров длиной  $\tau$ , составленных из метризуемых топологических групп и непрерывных гомоморфизмов.

*Определение 2* ([10]). Пусть  $V$ -окрестность единицы топологической группы  $G$ . Система  $\{V_\alpha : \alpha \in A\}$  окрестностей единицы  $e \in G$  называется квазиинвариантной базой относительно окрестности  $V$ , если для каждого  $g \in G$  существует такой индекс  $\alpha \in A$ , что  $g^{-1}V_\alpha g \subseteq V$ .

Топологическая группа  $G$ , в которой у каждой окрестности единицы топологической группы  $G$  существует квазиинвариантная база мощности  $\leq \tau$ , называется  $\tau$ -уравновешенной.

Фильтр  $F$  на множестве  $G$ , в котором пересечение каждого подсемейства мощности  $\leq \tau$  снова является элементом фильтра  $F$ , называется  $\tau$ -центрированным. Всякий  $\tau$ -центрированный фильтр Коши, относительно левой равномерности топологической группы  $G$  называется  $\tau$ -фильтром Коши. Топологическая группа, в которой сходится каждый  $\tau$ -фильтр Коши, называется  $\tau$ -полной топологической группой (в работе [12] такая топологическая группа называется слабо  $\tau$ -полной).

*Теорема 3.* Для топологической группы  $G$  следующие условия эквивалентны:

1. Топологическая группа  $G$  является  $\tau$ -уравновешенной и  $\tau$ -полной.
2. Топологическая группа  $G$  является пределом проективного спектра  $S = \{G_\alpha, f_\alpha^\beta, M\}$ , составленных из  $\tau$ -метризуемых топологических групп  $G_\alpha$  и непрерывных гомоморфизмов  $f_\alpha^\beta$ ,  $\alpha, \beta \in M$ .

3. Топологическая группа  $G$  замкнуто и изоморфно вкладывается в произведение  $\prod \{G_\alpha, \alpha \in M\}$   $\tau$ -метризуемых топологических групп  $G_\alpha$ ,  $\alpha \in M$ .

Для абелевых топологических групп справедлива следующая теорема.

*Теорема 4.* Для абелевых топологических групп следующие условия эквивалентны:

1. Абелева топологическая группа  $G$  является  $\tau$ -полной.

2. Абелева топологическая группа  $G$  является пределом проективного спектра  $\{G_\alpha^\beta, \pi_\alpha^\beta, M\}$ , составленных из абелевых  $\tau$ -метризуемых групп и непрерывных гомоморфизмов  $\pi_\alpha^\beta$ ,  $\alpha, \beta \in M$ .

3. Абелева топологическая группа  $G$  замкнуто и изоморфно вкладывается в произведение  $\prod \{G_\alpha : \alpha \in M\}$  абелевых  $\tau$ -метризуемых топологических групп.

Отталкиваясь от определений почти метризуемых и проективно метризуемых топологических групп, в работе [7] мы ввели следующие понятия.

*Определение 3* ([7]). Топологическая группа  $G$  называется почти  $\tau$ -метризуемой, если в ней существует такое компактное подмножество  $B \subseteq G$ , что  $\chi(B, G) \leq \tau$ .

*Определение 4* ([7]). Топологическая группа  $G$  называется проективно  $\tau$ -метризуемой, если для любой окрестности единицы группы  $G$  существует такой компактный нормальный делитель  $H$  группы  $G$ , что  $\chi(H, G) \leq \tau$ .

Всякая  $\tau$ -метризуемая топологическая группа является проективно  $\tau$ -метризуемой, а всякая проективно  $\tau$ -метризуемая топологическая группа является почти  $\tau$ -метризуемой. Обратное, вообще говоря, неверно.

*Предложение 1*. Всякая почти  $\tau$ -метризуемая группа является  $\tau$ -полной.

Обратное, вообще говоря, неверно.

*Теорема 5*. Для топологической группы  $G$  следующие условия эквивалентны:

1. Топологическая группа  $G$  является проективно  $\tau$ -метризуемой.

2. Топологическая группа  $G$  является пределом проективного спектра  $S = \{G_\alpha, f_\alpha^\beta, M\}$ , составленных из  $\tau$ -метризуемых топологических групп  $G_\alpha$  и открытых и совершенных гомоморфизмов  $f_\alpha^\beta$ ,  $\alpha, \beta \in M$ .

При  $\tau = \aleph_0$  следует теорема М. М. Чобана [4].

*Предложение 2*. Для фактор-пространства  $G/H$  топологической группы  $G$  по подгруппе  $H$  следующие требования равносильны:

- быть  $\tau$ -метризуемым;
- обладать характером  $\leq \tau$ .

При  $\tau = \aleph_0$  следует предложение 1 из [3].

*Теорема 6*. Следующие условия эквивалентны:

1. Топологическая группа  $G$  является почти  $\tau$ -метризуемой.

2. Топологическая группа  $G$  обладает компактной подгруппой  $H$  с характером  $\chi(H, G) \leq \tau$ , фактор – пространство  $G/H$ , по которой  $\tau$ -метризуемо, а естественное отображение  $f : G \rightarrow G/H$  открыто и совершенно.

3. Топологическая группа  $G$  в любой окрестности своей единицы содержит компактные подмножества  $H_\alpha$  с характером  $\chi(H_\alpha, G) \leq \tau$ , фактор-пространства  $G/H_\alpha$  по которым метризуемы, а естественные отображения  $f_\alpha : G \rightarrow G/H_\alpha$  открыты и совершенны.

4. Топологическая группа  $G$  является пределом проективного спектра  $S = \{G_\alpha, f_\alpha^\beta, M\}$  составленных из  $\tau$ -метризуемых пространств  $G_\alpha = G/H_\alpha$  и открытых и совершенных проекций  $f_\alpha^\beta$ ,  $\alpha, \beta \in M$ .

5. Топологическая группа  $G$  является равномерно  $\tau$ -перистой относительно левой равномерности ([12]).

При  $\tau = \aleph_0$  следует теорема 1 Б. А. Пасынкова [3].

В работе Б.А. Пасынкова [11] было введено понятие «почти метризуемое топологическое пространство», которое подтолкнуло к введению следующего определения.

*Определение 5*. Пространство  $X$  будем называть почти  $\tau$ -метризуемым, если на нем так непрерывно действует компактная группа  $K$ , что пространство орбит  $X/K$  является  $\tau$ -метризуемым.

Теория почти  $\tau$ -метризуемых пространств пока представлена двумя теоремами.

*Теорема 7*. Фактор-пространство  $G/H$  почти  $\tau$ -метризуемой группы  $G$  по замкнутой подгруппе  $H$  является почти  $\tau$ -метризуемым пространством.

*Теорема 8*. Если на пространстве  $X$  так непрерывно действует компактная группа  $K$ , что пространство орбит  $X/K$  является  $\tau$ -метризуемым, то в любой окрестности единицы группы  $K$  найдется нормальный делитель  $N$ , пространство орбит  $X/N$  которого также  $\tau$ -метризуемо.

**Список литературы**

1. Антоновский М.Я., Болтянский В.Г., Сарымсаков Т.А. Топологическая полуполя. – Ташкент: Изд – во СамГУ, 1960.
2. Антоновский М.Я., Болтянский В.Г., Сарымсаков Т.А. // УМН. – Т.21. – С. 185 – 218.
3. Пасынков Б.А. // ДАН СССР. – 1965. – Т.161. – №2. – С. 281 – 284.
4. Чобан М.М. // В сб. Топологические структуры и алгебраические системы. – Кишинев: Штиинца, 1977. – С. 117 – 163.
5. Борубаев А.А. // Изв. НАН КР. – 2012. – №2. – С. 7 – 10.
6. Борубаев А.А. // ДАН РАН. – 2014. – Т.455. – №2. – С. 127 – 129.
7. Борубаев А.А., Чекеев А.А. // Tartu Ul. Toimetsed. – 1992. 940. – С. 95 – 100.
8. Birkhoff G. // Comp. Math. 3, 1936. – 427–430.
9. Kakutani S. // Proc. Imp. Acad. – Tokyo 12, 1936. – 82 – 84.
10. Кац Г.И. // УМН 1953. – Т. VIII. С. 107 – 113.
11. Пасынков Б.А. // ДАН СССР. – 1976. – Т. 231. – №1. С. 39 – 42.
12. Борубаев А.А. Равномерные пространства и равномерно непрерывные отображения. – Фрунзе: Илим, 1990.

УДК 519.928

## СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЛИНЕЙНЫХ ЗАДАЧ С АНАЛИТИЧЕСКИМИ ФУНКЦИЯМИ

© 2016 г. член-корр. НАН КР П.С. Панков, В.Т. Мураталиева

Поступило 23.08.2016 г.

Сформулирована аксиоматика класса бесконечных систем разностных уравнений, возникающих при поиске спектров линейных вольтерровских интегральных и интегро-дифференциальных уравнений третьего рода. Найдены достаточные условия существования бесконечных дискретных спектров таких уравнений.

Ключевые слова: аксиоматика, спектр, линейная задача, аналитическая функция.

## АНАЛИТИКАЛЫК ФУНКЦИЯЛАРЫ БОЛГОН СЫЗЫКТУУ МАСЕЛЕЛЕРДИН СПЕКТРИЛИК КАСИЕТТЕРИ

Үчүнчү түрүндөгү сызыктуу Вольтерра интегралдык жана интегро-дифференциалдык теңдемелеринин спектрлерин табуу жүргөндө пайда болгон айырмалык теңдемелердин чексиз системаларынын классы үчүн аксиомачылыгы түзүлдү. Аталган теңдемелер үчүн чексиз дискреттик спектрлеринин жашоонун жетиштүү шарттары табылды.

Түйүндүү сөздөр: аксиомачылык, спектр, сызыктуу маселе, аналитикалык функция.

## SPECTRAL PROPERTIES OF LINEAR TASKS WITH ANALYTICAL FUNCTIONS

There is formulated an axiomatic for infinite systems of difference equations which arise while searching spectra of linear Volterra integral and integro-differential equations of the third kind. Sufficient conditions are found for existence of infinite discrete spectra of such equations.

Keywords: axiomatic, spectrum, linear problem, analytical function

**Введение.** Во многих разделах математики, физики, химии возникает следующая ситуация (мы ограничимся вещественными числами). Имеются некоторый объект  $F$  и воздействия на него, определяемые вещественными числами  $\lambda$ , требуется найти результаты  $F(\lambda)$  этих воздействий. Однако в такой форме задача является слишком широкой и по существу эквивалентна понятию «функция вещественной переменной» (иногда она называется «функция отклика»). Поэтому для определенности в математике обычно предлагается вопрос не количественный, а качественный: «имеет ли задача  $F(\lambda)$  решение?», «единственно ли решение задачи  $F(\lambda)$ ?», «имеет ли оператор  $F(\lambda)$  обратный?», то есть  $F(\lambda)$  представляет некоторый

предикат. Тогда спектр в самом широком смысле – это набор таких чисел  $\lambda$ , что высказывания  $F(\lambda)$  ложные. (Отметим еще, что при успешном определении спектра возникает обратная задача – по заданному спектру найти (однозначно или с точностью до некоторой эквивалентности) объект  $F$ ).

Как отмечено в [1], в такой постановке задача поиска спектра является все еще слишком широкой – даже в скалярном случае для нелинейных функций можно построить примеры, когда спектром является любое точечное множество на вещественной оси. Вместе с тем в [3] имеется ряд примеров, полученных как другими, так и самим автором, показывающих, что для аналитических функций возникают явле-

ния, которые не имеют место для других классов функций.

В данной статье рассмотрены задачи на поиск спектра для систем уравнений для бесконечных последовательностей, которые представляют целые аналитические функции, что в свою очередь прилагается к интегральным и интегро-дифференциальным уравнениям третьего рода. Применяется идея метода [2]. Обобщаются результаты [4], [5], [6].

### 1. Постановка задачи

Обозначим множества:

$$R=(-\infty, \infty), R_+=[0, \infty);$$

$$N:=\{1, 2, \dots\}, N_0:=\{0, 1, 2, \dots\}, Z:=\{\dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots\};$$

$C$  – комплексная плоскость;

$Q$  – пространство аналитических функций в  $C$ .

Введем функцию  $A:Z \times N_0 \rightarrow R_+$  по формулам:

$$A(m, n) = \begin{cases} 0, & \text{если } (m \geq 0 \text{ и } m > n) \text{ или } (n < 0) \\ \frac{m!}{(n-m)!}, & \text{если } (m \geq 0 \text{ и } m > n) \text{ или } (n < 0) \end{cases}. \quad (1)$$

По заданным числам  $p_k \in N_0, m_k \in Z, b_k \in R (b_k \neq 0), k=1, K \in N; f[n] \in R, n \in N_0$  составим бесконечную систему уравнений для чисел  $u[n] \in R, n \in N_0$  следующим образом. Вводится обозначение, предложенное в [7]:  $I_k := p_k - m_k, k=1, K$  («индекс»  $k$ -члена), и  $n$ -уравнение имеет вид

$$\sum_{k=1}^K b_k A(m_k, n - I_k) u[n - I_k] = f[n], n \in N_0. \quad (2)$$

Также предполагается, что все пары  $(p_k, m_k)$  различны между собой.

Примечание. Если в нескольких первых уравнениях (2) левые части равны нулю, то необходимым условием разрешимости системы (2) является, очевидно, (F) равенство нулю соответствующих коэффициентов в правой части.

Рассмотрим пример 1 (переход от интегро-дифференциального уравнения третьего рода к системе разностных уравнений):

$$t^4 \frac{d^2 u(t)}{dt^2} + 5u(t) - 2t \int_0^s \int_0^s u(v) dv = f(t). \quad (3)$$

Здесь  $K=3; p_1=4, m_1=2, b_1=1; p_2=0, m_2=0, b_2=5; p_3=1, m_3=-2, b_3=-2;$   
индексы  $I_1=2, I_2=0, I_3=3$ .

Разлагая  $f(t)$  и  $u(t)$  в степенные ряды, получаем.

$$t^4(2u[2]+6u[3]t+12u[4]t^2+\dots)+5(u[0]+u[1]t+u[2]t^2+\dots)-2t(u[0]t^2/2+u[1]t^3/6+u[2]t^4/12+\dots)=ff[0]+ff[1]t+ff[2]t^2+\dots$$

Приравнявая коэффициенты при одинаковых степенях  $t$ , получаем:

$$\begin{aligned} n=0: 5u[0] &= ff[0]; \quad n=1: 5u[1] = ff[1]; \quad n=2: \\ 5u[2] &= ff[2]; \\ n=3: 5u[3] - 2u[0]/2 &= ff[3]; \\ n=4: 2u[2]+5u[4] - 2u[1]/6 &= ff[4]; \dots \end{aligned} \quad (4)$$

Формула (2) дает:

$$A(2, n-2)u[n-2]+5A(0, n)u[n]-2A(-2, n-3)u[n-3]=ff[n].$$

При  $n-2 < 2$  первое слагаемое равно нулю. При  $n-3 < 0$  третье слагаемое равно нулю. При  $n=4$  получаем:

$$A(2, 2)u[2]+5u[4]-2A(-2, 1)u[1]=ff[4];$$

$$\frac{2!}{(2-2)!}u[2]+5u[4]-2\frac{1!}{(1+2)!}u[1]=f[4],$$

что совпадает с (4).

Требуется:

➤ найти условия, при которых система (2) имеет решение, удовлетворяющее ограничению:

(G) Если ряд  $\sum_{n=0}^{\infty} f[n]t^n$  имеет ненулевой радиус сходимости, то ряд  $\sum_{n=0}^{\infty} u[n]t^n$  также имеет ненулевой радиус сходимости;

➤ с помощью найденных условий также найти условия, при которых система уравнений вида

$$\begin{aligned} &\sum_{k=1}^K b_k A(m_k, n - I_k) u[n - I_k] + \\ &+ \lambda \sum_{k=K+1}^M b_k A(m_k, n - I_k) u[n - I_k] = \\ &= f[n], n \in N_0, R, \end{aligned} \quad (5)$$

где  $M > K$ , с тем же ограничением, имеет дискретный спектр.

### 2. Достаточные условия разрешимости системы уравнений

Теорема 1. Если 1) выполняется условие (F); 2) первое не равное тождественно нулю уравнение в (2) имеет только одно слагаемое слева; 3)  $m_k$  для этого слагаемого не меньше

остальных  $m_k$  и неотрицательно, то система (2) имеет единственное решение и оно удовлетворяет (G).

Доказательство. Не умаляя общности, можно считать, что в 2) единственное слагаемое имеет номер  $k=I$ .

Перепишем (2) в виде

$$b_1 A(m_1, n-I_1) u[n-I_1] = f[n] - \sum_{k=2}^K b_k A(m_k, n-I_k) u[n-I_k], \quad n \in N_0. \quad (6)$$

Отсюда видно, что первое не равное тождественно нулю уравнение возникает при  $n=I_1$ ; начиная с этого номера будет

$$u[n-I_1] = \frac{f[n] - \sum_{k=2}^K b_k A(m_k, n-I_k) u[n-I_k]}{b_1 A(m_1, n-I_1)}, \quad n \geq I_1. \quad (7)$$

Преобразуем:

$$u[n] = \frac{f[n+I_1] - \sum_{k=2}^K b_k A(m_k, n+I_1-I_k) u[n+I_1-I_k]}{b_1 A(m_1, n)}, \quad n \in N_0. \quad (8)$$

Отсюда и из условия следует, что  $I_k > I_1$  при  $k > I$ .

При  $n=0$  получаем из (8):  $u[0] = \frac{f[I_1]}{b_1 A(m_1, 0)}$ .

При  $n > 0$  получаем из (8): значение  $u[n]$  определяется значениями  $u[n_i]$  при  $n_i < n$ , которые уже определены, то есть рекуррентно.

Имеем:

$$|u[n]| \leq \frac{|f[n+I_1]| + \sum_{k=2}^K |b_k| A(m_k, n+I_1-I_k) |u[n+I_1-I_k]|}{|b_1| A(m_1, n)} \leq \frac{|f[n+I_1]|}{|b_1|} + \sum_{k=2}^K |b_k| \cdot |u[n+I_1-I_k]| \frac{1}{|b_1|}. \quad (9)$$

Докажем по индукции, что выполняется условие (G).

По этому условию существуют такие  $g, C \in \mathbf{R}_+$ , что

$(\forall n \in N_0) (|f[n]| C \gamma^n)$  Если  $g < I$ , то положим  $g = I$ . Если  $C < |u(0)|$ , то положим  $C = |u(0)|$ .

Будем искать такое  $g_1 > g$ , что  $(\forall n \in N_0) (|u[n]| \leq C \gamma_1^n)$ . При  $n=0$  это выполняется.

Подставляя в (9) при  $n > 0$ , получаем по индукции:

$$|u[n]| \leq \frac{1}{|b_1|} \gamma C^{n+I_1} + \sum_{k=2}^K |b_k| C \gamma_1^{n-1} \frac{1}{|b_1|}.$$

Должно быть

$$\frac{1}{|b_1|} C \gamma^{n+I_1} + \sum_{k=2}^K |b_k| C \gamma_1^{n-1} \frac{1}{|b_1|} \leq C \gamma_1^n;$$

$$\frac{1}{|b_1|} \left( \gamma^{I_1} \frac{\gamma}{\gamma_1} + \sum_{k=2}^K |b_k| \frac{1}{\gamma_1} \right) \leq 1.$$

Отсюда видно, что можно положить

$$\gamma_1 := \frac{1}{|b_1|} \left( \gamma^{I_1+1} + \sum_{k=2}^K |b_k| \right).$$

Теорема доказана.

### 3. Достаточные условия наличия дискретного спектра системы уравнений

Теорема 2. Если 1) выполняются условия теоремы 1 для первой суммы в (5); 2) выполняются условия теоремы 1 для второй суммы в (5); 3) номера соответствующих первых ненулевых уравнений совпадают; 4) индексы левых частей в этих уравнениях совпадают; 5)  $m_k$  для этих слагаемых в первой и во второй суммах различны, то система (5) имеет бесконечный дискретный спектр.

Доказательство. Не умаляя общности, можно считать, что в 2) единственные слагаемые имеют номера  $k=I$  и  $k=K+I$ . Изменяя число  $K$  и производя другие переобозначения, получаем систему уравнений вида (6), с параметром  $(b_1 A(m_1, n-I_1) + \lambda b_{K+1} A(m_{K+1}, n-I_1)) u[n-I_1] =$  (10)

$$= f[n] - \sum_{k=2}^K (\alpha_k + \lambda \beta_k) A(m_k, n-I_k) u[n-I_k],$$

$n \in N_0$ ,

где  $a_k$  и  $b_k$  – некоторые константы, получающиеся при приведении подобных членов в (5).

Повторяя для системы (10) доказательство теоремы 1, видим, что при

$$b_1 A(m_1, n-I_1) + \lambda b_{K+1} A(m_{K+1}, n-I_1) = 0,$$

то есть при

$$\lambda = - \frac{b_1 A(m_1, n-I_1)}{b_{K+1} A(m_{K+1}, n-I_1)}, \quad n \in N_0, \quad (11)$$

система уравнений (10) имеет решение только при отдельных значениях  $f[n]$ .

Теорема доказана.

Пример 2 (наличие спектра у интегрального уравнения третьего рода). Рассмотрим уравнение, более общее, чем в [4]:

$$t^p u(t) + \lambda \int_0^t u(v) dv = f(t), p \in N.$$

Здесь  $K=1$ ;  $M=2$ ;  $p_1=p$ ,  $m_1=0$ ,  $b_1=1$ ;  $p_2=0$ ,  $m_2=-1$ ,  $b_2=1$ ;

индексы  $I_1=p$ ,  $I_2=1$ .

Условия Теоремы 2 требуют, чтобы было  $I_1=I_2$ , то есть  $p=1$ . Тогда из (11) получаем набор спектральных значений

$$\lambda = -\frac{A(0, n-1)}{A(-1, n-1)} = -\frac{(n-1)!}{(n-1)!} / \frac{(n-1)!}{(n-1+1)!} = -n, n \in N. (12)$$

Пример 3 (наличие спектра у интегро-дифференциального уравнения третьего рода). Рассмотрим уравнение:

$$t^p u^{(m)}(t) + tu(t) + \lambda \int_0^t u(v) dv = f(t), p \in N, m \in N.$$

Здесь  $K=2$ ;  $M=3$ ;  $p_1=p$ ,  $m_1=m$ ,  $b_1=1$ ;  $p_2=1$ ,  $m_2=1$ ,  $b_2=1$ ;  $p_3=0$ ,  $m_3=-1$ ,  $b_3=1$ ;

индексы  $I_1=p-m$ ,  $I_2=1$ ,  $I_3=1$ .

Условия теоремы 1 требуют, чтобы было  $I_1 > I_2$ , то есть  $p > m+1$ . Тогда из (11) получаем такой же набор спектральных значений (12).

### Заключение

Для более полного исследования спектральных свойств интегральных и интегро-дифференциальных уравнений третьего рода предполагается приблизить сформулированные в теореме 2 условия к необходимым и вследствие сложности проверки таких условий для конкретных уравнений разработать алгоритм для автоматизации проверки.

### Литература

1. Немыцкий В. В. Структура спектра нелинейных вполне непрерывных операторов // Математический сборник 1953. – Т. 33 (75). – № 3. – С. 545 – 558.
2. Вирченко Ю.П., Витохина Н.Н. Алгебра последовательностей коэффициентов степенных рядов аналитических функций // Научные ведомости. Серия математика, физика. – 2010. – № 11(82). – Вып. 19. – С. 28 – 61.
3. Кененбаева Г. Эффект аналитичности для дифференциальных и интегральных уравнений. – Saarbrücken, Deutschland: LAP Lambert Academic Publishing, 2015. – 72 с.
4. Тагаева С.Б. Регуляризация и единственность решений интегральных уравнений Вольтерра 3-го рода в неограниченных областях: Автореф. дис... канд. физ.-матем. наук. – Бишкек, 2015. – 16 с.
5. Мураталиева В.Т. Спектральные свойства линейных вольтерровских интегро-дифференциальных уравнений третьего рода // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. Серия естественные и технические науки. – 2016. – № 5. – С. 63–66.
6. Мураталиева В.Т. Спектральные свойства линейных вольтерровских интегро-дифференциальных уравнений третьего рода второго порядка // Наука вчера, сегодня, завтра: сб. статей по матер. XXXIV междунар. научно-практ. конф. – № 5(27). Часть I. – Новосибирск: СибАК, 2016. – С. 57 – 61.
7. Muratalieva V. Spectral properties of Volterra linear integro-differential equations of the third kind of the first and second order // Abstracts of the V International Scientific Conference «Asymptotical, Topological and Computer Methods in Mathematics» devoted to the 85 anniversary of Academician M. Imanaliev, September 13, 2016 / ed. by Acad. A.Borubaev. – Bishkek, 2016. – P. 34.

УДК 512.57, 515.122.4

## ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ КВАЗИМНОГООБРАЗИЯ АЛГЕБР С КОНЕЧНО ОПРЕДЕЛИМЫМИ СИНТАКСИЧЕСКИМИ ПОДКОНГРУЭНЦИЯМИ

© 2016 г. А.М. Нуракунов

Представлено академиком академиком А.А. Борубаевым  
Поступило 04.07.2016 г.

Топологическое квазимногообразие алгебр, порожденное конечной алгеброй  $M$ , снабженной дискретной топологией, называется *стандартным*, если оно описывается квазитождествами, истинными на  $M$ . В работе показано, если конечно порожденное топологическое квазимногообразие является топологическим многообразием и имеет конечно определимые синтаксические подконгруэнции, то оно стандартно.

Ключевые слова: квазимногообразие алгебр, топологическое квазимногообразие алгебр, булева топологическая алгебра, конгруэнция, гомоморфизм.

### ЧЕКТҮҮ АНЫКТАЛГАН СИНТАКСИСТИК КАМТЫЛГАН КОНГРУЭНЦИЯЛАРГА ЭЭ БОЛГОН АЛГЕБРАЛАРДЫН ТОПОЛОГИЯЛЫК КӨП ТҮРДҮҮЛҮК СЫМАЛДАРЫ

Дискреттик топология менен жабдылган чектүү  $M$  алгебрасынан чыккан жана  $M$  алгебрасында чыныгы болгон тендештик сымалдар аркылуу жазылып билдирилген алгебралардын топологиялык көп түрдүүлүк сымалы *стандарттык көп түрдүүлүк сымалы* деп аталат. Бул статьяда топологиялык көп түрдүүлүк болуп жана чектүү аныкталган синтаксистик камтылган конгруэнцияларга ээ болгон чектүү чыгарылган топологиялык көп түрдүүлүк сымалы стандарттык топологиялык көп түрдүүлүк сымал чыгышы далилделген.

Маанилүү сөздөр: алгебралардын көп түрдүүлүк сымал, топологиялык алгебралардын көп түрдүүлүк сымал, бульдын топологиялык алгебрасы, конгруэнция, гомоморфизм.

### TOPOLOGICAL QUASIVARIETIES OF ALGEBRAS WITH FINITELY DEFINABLE SYNTACTIC SUBCONGRUENCES

A topological quasivariety of algebras generated by finite algebra  $M$  with discrete topology is called *standart* if it can be defined by some set of quasi-identities that are valid in  $M$ . The main result of the paper states that every finitely generated topological quasivariety is standart provided that its algebraic quasivariety is a variety and has finitely definable syntactic subcongruences.

Key words: quasivariety of algebras, topological quasivariety of algebras, Boolean topological algebra, congruence, homomorphism.

#### 1. Введение

Если структура  $A_\tau = \langle A; \sigma, \tau \rangle$ , где  $A = \langle A; \sigma \rangle$  – алгебра,  $\tau$  – топология на множестве  $A$  и все операции из  $\sigma$  непрерывны относительно  $\tau$ , называется *топологической алгеброй*.

Согласно теореме Мальцева, наименьшее квазимногообразие  $Q(A)$ , содержащее конечную алгебру  $A = \langle A; \sigma \rangle$ , состоит из по-

далгебр декартового произведения алгебры  $A$ , т.е.  $Q(A) = SP(A)$ , где  $S$  – оператор взятия подалгебр и  $P$  – оператор взятия декартовых произведений. Аналогично, любая конечная топологическая алгебра  $A_\tau$  с дискретной топологией  $\tau$  порождает *топологическое квазимногообразие*  $Q_\tau(A_\tau)$ , состоящее из топологически замкнутых подалгебр непустых декартовых степеней топологической алгебры  $A_\tau$  с соот-

ветствующими декартовыми топологиями, то есть  $Q_\tau(A_\tau) = S_c P(A_\tau)$ , где  $S_c$  – оператор взятия топологически замкнутых подалгебр. Топологические квазимногообразия естественным образом возникли в теории натуральной двойственности как двойственные категории обычным квазимногообразием алгебр (см. [4]). Основной задачей исследований таких квазимногообразий является описание элементов данного топологического квазимногообразия.

Топологическая алгебра  $A_\tau = \langle A; \sigma, \tau \rangle$  называется *булевой*, если топологическое пространство  $\langle A; \tau \rangle$  является компактным и вполне несвязанным. В частности, любое пространство с дискретной топологией является таковым.

Для произвольного множества квазитожеств  $\Sigma$  сигнатуры  $\sigma$  обозначим через  $Mod_\tau(\Sigma)$  класс всех булевых топологических алгебр, в которых истинны все квазитожества из  $\Sigma$ , и  $Th_q(A_\tau)$  – множество всех квазитожеств, истинных на топологической алгебре  $A_\tau$ . В [4] было доказано, что для любой конечной топологической алгебры  $A$ ,  $Q_\tau(A_\tau) \subseteq Mod_\tau(Th_q(A_\tau))$ . Из дискретности топологии  $\tau$  на  $A_\tau$  следует, что любая топологическая алгебра из  $Q_\tau(A_\tau) = S_c P(A_\tau)$  является булевой и удовлетворяет всем квазитожествам, которые истинны на  $A$ .

Согласно [5], топологическая алгебра  $A_\tau$  называется *стандартной*, если  $Q_\tau(A_\tau) = Mod_\tau(Th_q(A_\tau))$ . И топологическое квазимногообразие  $Q_\tau$  *стандартно*, если  $Q_\tau = Q_\tau(A_\tau)$  для некоторой стандартной топологической алгебры  $A$ . Отсюда следует, что топологическое квазимногообразие стандартно тогда и только тогда, когда оно аксиоматизируется некоторым множеством квазитожеств. Таким образом, наличие конечного базиса квазитожеств упрощает определение: является ли данное топологическое квазимногообразие стандартным (см. [6, 5]).

В работе [6] была доказана следующая теорема (FDSC-HSP-теорема): пусть многообразие, порожденное конечной алгеброй  $A$ , совпадает с квазимногообразием  $Q(A)$  и  $Q(A)$  имеет конечно определяемые синтаксические конгруэнции. Тогда топологическое квазимногообразие  $Q_\tau(A_\tau)$  стандартно. Основным результатом настоящей работы является обобщение FDSC-HSP-теоремы на случай квазимногообразий с

конечно термально определяемыми главными подконгруэнциями. В конце работы приводятся некоторые следствия из основной теоремы.

Терминология работы соответствует [2, 12] по универсальной алгебре, математической логике и теории моделей [9] по топологии и по топологическим квазимногообразиям [4, 5].

## 2. Основные определения

Пусть  $A = \langle A; \sigma \rangle$  – алгебра сигнатуры  $\sigma$  и  $\theta$  – отношение эквивалентности на  $A$ . Положим  $T_x$  – множество всех термов сигнатуры  $\sigma$  от счетного числа переменных  $x, x_1, x_2, \dots$  и  $F \subseteq T_x$ . Определим эквивалентность  $\theta_F$  следующим образом:

$$(a, b) \in \theta_F \Leftrightarrow (f(a, c_1, c_2, \dots), f(b, c_1, c_2, \dots)) \in \theta$$

для любого  $f(x, x_1, x_2, \dots) \in F$  и всех  $c_1, c_2, \dots \in A$ . Нетрудно видеть, что  $Syn(\theta) = \theta_{T_x}$  является конгруэнцией. Конгруэнция  $Syn(\theta)$  называется *синтаксической* и является наибольшей конгруэнцией, лежащей в эквивалентности  $\theta$ . Такие конгруэнции впервые были определены в контексте теории формальных языков в работе [11] и в контексте топологических алгебр в работах [3, 7].

Говорим, что подмножество  $F \subseteq T_x$  термов *определяет синтаксические конгруэнции* в классе алгебр  $R$ , если  $Syn(\theta) = \theta_F$  для любой алгебры  $A \in R$  и произвольной эквивалентности  $\theta$  на  $A$ . Если множество  $F$  конечно, то говорим, что  $F$  *конечно определяет синтаксические конгруэнции* в классе алгебр  $R$ . Наконец, квазимногообразие алгебр  $Q$  имеет *конечно определяемые синтаксические конгруэнции*, если существует конечное множество  $F \subseteq T_x$ , определяющее синтаксические конгруэнции в  $Q$ .

Пусть  $F, G \subseteq T_x$ . Говорим, что пара  $(F, G)$  *определяет синтаксические подконгруэнции* в классе алгебр  $R$ , если для любой алгебры  $A \in R$  и произвольной эквивалентности  $\theta$  на  $A$  имеет место  $Syn(\theta_G) = (\theta_G)_F$ . Если множества  $F, G$  конечны, то говорим, что  $(F, G)$  *конечно определяет синтаксические подконгруэнции* в классе алгебр  $R$ . Квазимногообразие алгебр  $Q$  имеет *конечно определяемые синтаксические подконгруэнции*, если существуют конечные множества  $F, G \subseteq T_x$ , определяющие синтаксические подконгруэнции в  $Q$ .

Так как для любой эквивалентности  $\theta$  на множестве  $A$  и  $G = \{x\}$  имеет место  $\theta = \theta_x$ , то нетрудно видеть, что квазимногообразии алгебр  $Q_\tau$ , имеющие конечно определяемые синтаксические конгруэнции, также имеет конечно определяемые синтаксические подконгруэнции.

### 3. Основной результат

Следующая теорема является основным результатом работы.

**Теорема 3.1** Пусть многообразие, порожденное конечной алгеброй, совпадает с квазимногообразием  $Q(A)$ . Если  $Q(A)$  имеет конечно определяемые главные подконгруэнции, то топологическое квазимногообразие  $Q_\tau(A_\tau)$  является стандартным.

Для доказательства теоремы нам понадобятся некоторые хорошо известные факты и определения. Эквивалентность  $\theta$  на множестве  $A$  топологического пространства  $\langle A; \tau \rangle$  называется *открыто-замкнутой*, если ее любой смежный класс является открыто-замкнутым подмножеством в  $A$ . Другими словами, эквивалентность  $\theta$  на множестве  $A$  топологического пространства  $\langle A; \tau \rangle$  открыто-замкнута, если  $\theta$  – открыто-замкнутое подмножество в  $A \times A$ .

Следующая фундаментальная лемма в том или ином виде независимо была доказана несколькими авторами [10, 7, 8]. Мы приведем ее формулировку в соответствии с работой [6].

**Лемма 3.2** [6] [**Лемма об открыто-замкнутых эквивалентностях**]. Пусть  $A_\tau = \langle A; \sigma, \tau \rangle$  – булева топологическая алгебра и  $\theta$  – открыто-замкнутая эквивалентность на  $A$ . Если  $F$  – конечное множество термов, то  $\theta_F$  также открыто-замкнутая эквивалентность на  $A$ .

Другим результатом, используемым в доказательстве теоремы, является

**Теорема 3.3** [4] [**Сепарационная теорема**]. Пусть  $Q_\tau(A_\tau)$  – топологическое квазимногообразие, порожденное конечной топологической алгеброй  $A_\tau = \langle A; \sigma, \tau \rangle$ , снабженной дискретной топологией  $\tau$ . Булева топологическая алгебра  $X$  сигнатуры  $\sigma$  принадлежит  $Q_\tau(A_\tau)$  тогда и только тогда, когда  $X$  одноэлементна и  $A_\tau$  содержит одноэлементную подалгебру, либо  $X$  не одноэлементна и для любых различных двух элементов  $a, b \in X$  существует непрерывный гомоморфизм  $\varphi: X \rightarrow A_\tau$  такой, что  $\varphi(a) \neq \varphi(b)$ .

*Схема доказательства.* Пусть  $Q_\tau(A_\tau)$  – топологическое квазимногообразие, порожденное конечной топологической алгеброй  $A_\tau = \langle A; \sigma, \tau \rangle$ , снабженной дискретной топологией  $\tau$ ,  $\Sigma$  – базис квазитожеств квазимногообразия  $Q(A)$  и  $X$  – булева топологическая алгебра, лежащая в  $\text{Mod}_\tau(\Sigma)$ . В силу булевости  $X$  для любых двух элементов  $a, b \in X$ ,  $a \uparrow b$  существует открыто-замкнутое подмножество  $Y \subset X$  такое, что  $a \in Y$  и  $b \notin Y$ . Тогда эквивалентность  $\theta$ , состоящая из двух классов эквивалентности  $Y$  и  $X \setminus Y$ , является открыто-замкнутой. Так как квазимногообразие  $Q(A)$  имеет конечно определяемые главные подконгруэнции, то, по Лемме об открыто-замкнутых эквивалентностях, можно получить, что конгруэнция  $\text{Syn}(\theta_G) = (\theta_G)_F$  – открыто-замкнутая. В силу компактности пространства  $X$  получаем, что фактор-алгебра  $X / (\theta_G)_F$  конечна. Следовательно, гомоморфизм  $h: X \rightarrow X / (\theta_G)_F$  является непрерывным, причем  $h(a) \uparrow h(b)$ . Так как  $X / (\theta_G)_F \in V(A)$  и  $V(A) = Q(A)$ , то существует гомоморфизм  $g: X / (\theta_G)_F \rightarrow A$ , причем  $g(a / (\theta_G)_F) \neq g(b / (\theta_G)_F)$ . В силу того что обе алгебры конечны и снабжены дискретной топологией, гомоморфизм  $g$  непрерывен. Значит, композиция  $h \cdot g$  есть непрерывный гомоморфизм из  $X$  на  $A_\tau$ , причем  $h \cdot g(a) \neq h \cdot g(b)$ . Отсюда, по Сепарационной теореме, получаем  $X \in Q_\tau(A_\tau)$ . Что и требовалось доказать.

### 4. Следствия

Так как свойство “иметь конечно определяемые главные конгруэнции” сильнее свойства “иметь конечно определяемые главные подконгруэнции”, то непосредственно из теоремы 3.1 получаем так называемую FDSC-HSP-теорему, доказанную в [6]:

**Следствие 4.1** [6]. Пусть многообразие, порожденное конечной алгеброй  $A$ , совпадает с квазимногообразием  $Q(A)$ . Если  $Q(A)$  имеет конечно определяемые главные конгруэнции, то топологическое квазимногообразие  $Q_\tau(A_\tau)$  является стандартным.

Пусть  $A$  – алгебра,  $\pi(x, y, u, v, \bar{z})$  – конгруэнц-схема и  $F$  – подмножество множества термов  $T_x$ . Согласно Лемме Мальцева,  $(c, d) \in \theta(a, b)$  тогда и только тогда, когда  $A \models \pi(a, b, c, d, \bar{e})$  для неотторых  $c_0, c_1, \dots \in A$ . Пусть  $P_F$  – множество

всех конгруэнц-схем, в построении которых участвуют только термы из  $F$ . Положим

$$\theta_F(a, b) = \{(c, d) \in A \times A : A(\exists \pi \in P_F)$$

$$(\exists \bar{z})\pi(a, b, c, d, \bar{z})\}.$$

Нетрудно видеть, что  $\theta_F(a, b)$  есть эквивалентность. Класс алгебр  $R$  имеет *конечно определяемые главные конгруэнции*, если существует конечное множество термов  $F$  такое, что для любой алгебры  $A \in R$  и любых  $a, b \in A$  имеет место  $\theta_F(a, b) = \theta(a, b)$ . И класс алгебр  $R$  имеет *конечно определяемые главные подконгруэнции*, если существуют конечные множества термов  $F, G$  такие, что для любой алгебры  $A \in R$  и любых  $a, b \in A$  существуют  $c, d \in A$ , для которых имеет место

$$A(\exists \pi \in P_G)(\exists \bar{z})\pi(a, b, c, d, \bar{z})$$

$$\dot{\theta}_F(c, d) = \theta(c, d).$$

Если в данных определениях число конгруэнц-схем также конечно, то говорим, что класс алгебр  $R$  имеет *формульно определяемые главные конгруэнции (формульно определяемые главные подконгруэнции)*.

В работе [6] было доказано, что квазимногообразие  $R$  имеет конечно определяемые главные конгруэнции тогда и только тогда, когда  $R$  имеет конечно определяемые синтаксические конгруэнции. Аналогично можно показать, что  $R$  имеет конечно определяемые главные подконгруэнции тогда и только тогда, когда  $R$  имеет конечно определяемые синтаксические подконгруэнции.

В работе [1] было доказано, что если многообразии, порожденное конечной алгеброй  $A$ , совпадает с квазимногообразием  $Q(A)$  и имеет формульно определяемые главные подконгруэнции, то  $Q(A)$  конечно аксиоматизируемо. Отсюда в качестве следствия получаем

**Следствие 4.2.** Пусть многообразие, порожденное конечной алгеброй  $A$ , совпадает с квазимногообразием  $Q(A)$  и имеет формульно определяемые главные подконгруэнции. Тогда топологическое квазимногообразие  $Q_c(A)$  стандартно и конечно аксиоматизируемо.

Отметим, что это следствие для многообразий алгебр с формульно определяемыми главными конгруэнциями было доказано в [6].

В заключение автор выражает свою признательность Бурасу Болжиеву за полезные обсуждения и замечания.

### Литература

1. Baker K.A. and Wang J. Definable principal subcongruences, *Algebra Universalis* 47(2002). – 145–151.
2. Burris S. and Sankappanavar H.P. *A Course in Universal Algebra*, Graduate Texts in Mathematics 78, Springer Verlag, 1980.
3. Choe T.H. Zero-dimensional compact associative distributive universal algebras, *Proc. Amer. Math. Soc.* – №42(1974). – P.607–613.
4. Clark D.M. and Davey B.A. *Natural Dualities for the Working Algebraist*, Cambridge University Press, Cambridge, 1998.
5. Clark D.M., Davey B.A., Haviar M.J. Pitkethly G., Talukder R. Standard topological quasivarieties. // *Houston Journal of Mathematics.* – №29(2003). – P.859–887.
6. David M. Clark, Brian A. Davey, Ralph S. Freese, and Marcel Jackson, Standard topological algebras: syntactic and principal congruences and profiniteness, *Algebra Universalis.* – №52(2004). – P.343–376.
7. Day B.J. On profiniteness of compact totally disconnected algebras, *Bull. Austral. Math. Soc.* – №20(1970). – P.71–76.
8. Johnstone P. *Stone Spaces*, Cambridge University Press, Cambridge, 1982.
9. Kelley, John L. *General Topology.* – Springer-Verlag, 1975.
10. Numakura K. Theorems on compact totally disconnected semigroups and lattices. // *Proc. Amer. Math. Soc.* – №8(1957). – P.623–626.
11. Slominski J. On the greatest congruence relation contained in an equivalence relation and its applications to the algebraic theory of machines. // *Colloq. Math.* – №29(1974). – P.31–43.
12. В.А.Горбуном, *Алгебраическая теория квазимногообразий.* – Novosibirsk: Nauchnaya Kniga. 1999. English transl. *Algebraic theory of quasivarieties*, Consultants Bureau. – New York, 1998.

УДК 681.5.01.77

## СИНЕРГО-КИБЕРНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АДАПТИВНОМУ УПРАВЛЕНИЮ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

© 2016 г. академик НАН КР Шаршеналиев Ж., Бакасова А.Б.

Поступило 16.02.2016 г.

Рассмотрен синерго-кибернетический подход к нелинейному адаптивному управлению динамическими системами. Синтезирована проблема синерго-кибернетического подхода для задачи идентификации параметрических и внешних возмущений с нелинейными наблюдателями возмущений.

Ключевые слова: синерго-кибернетический подход, нелинейное адаптивное управление, нелинейный наблюдатель возмущений.

## ТАТААЛ ДИНАМИКАЛЫК ТУТУМДАРДЫ ЫҢГАЙЛАШКАН БАШКАРУУГА СИНЕРГЕТИКА-КИБЕРНЕТИКАЛЫК МАМИЛЕ

Татаал динамикалык тутумдарды ыңгайлашкан башкарууга синергетика-кибернетикалык мамилеси каралган. Параметрлик жана сырткы козголууларды татаал байкоочусу менен идентификациялоо маселелерине синергетика-кибернетикалык мамиле синтез кылынган.

Урунттуу сөздөр: синергетика-кибернетикалык мамиле, ыңгайлашкан башкаруу, козголуулардын татаал байкоочусу.

## SYNERGY-CYBERNETIC APPROACH TO THE ADAPTIVE CONTROL FOR NONLINEAR DYNAMICAL SYSTEMS

Abstract. Synergy-cybernetic approach to the adaptive control for nonlinear dynamical systems considered. For identification of parametric and external disturbances was synthesized synergy-cybernetic approach to the nonlinear perturbations observers.

Keywords: synergy-cybernetic approach, nonlinear adaptive control, nonlinear perturbation observer.

Кибернетика и синергетика естественным образом дополняют друг друга, т.е. находятся в гармоничном дуальном соотношении. Это свойство и отражается в концепции единства процессов самоорганизации и управления (КЕПСУ) (рис.1). Указанная дуальность проявляется в первую очередь в естественных системах разной природы, а в искусственных системах гармоничная дуальность связана с целью, внешне «навязываемой» соответствующей системе (управляющего параметра).

На этапе возникновения (развития) системы доминирует кибернетическое начало, а на этапе существования – синергетическое. Все искусственные управляемые системы имеют свою цель, которая отражает кибернетическое начало.

В результате возникает новое свойство системы – «эмерджентность», что в свою очередь и отражает синергетическое начало. Именно достижение гармоничного единства этих дуальных начал и является основной задачей как при анализе естественных систем, так и синтезе современных искусственных систем [1, 3].

**Об использовании аналитических регуляторов в синтезе нелинейных систем.** Для синтеза регуляторов одномерных объектов применяется известный подход – это выбор структуры и параметров корректирующих устройств на основе частотных и корневых методов и интегральных оценок. При таком подходе, ориентированном в основном на линейные объекты, используются первичные инженерные показа-

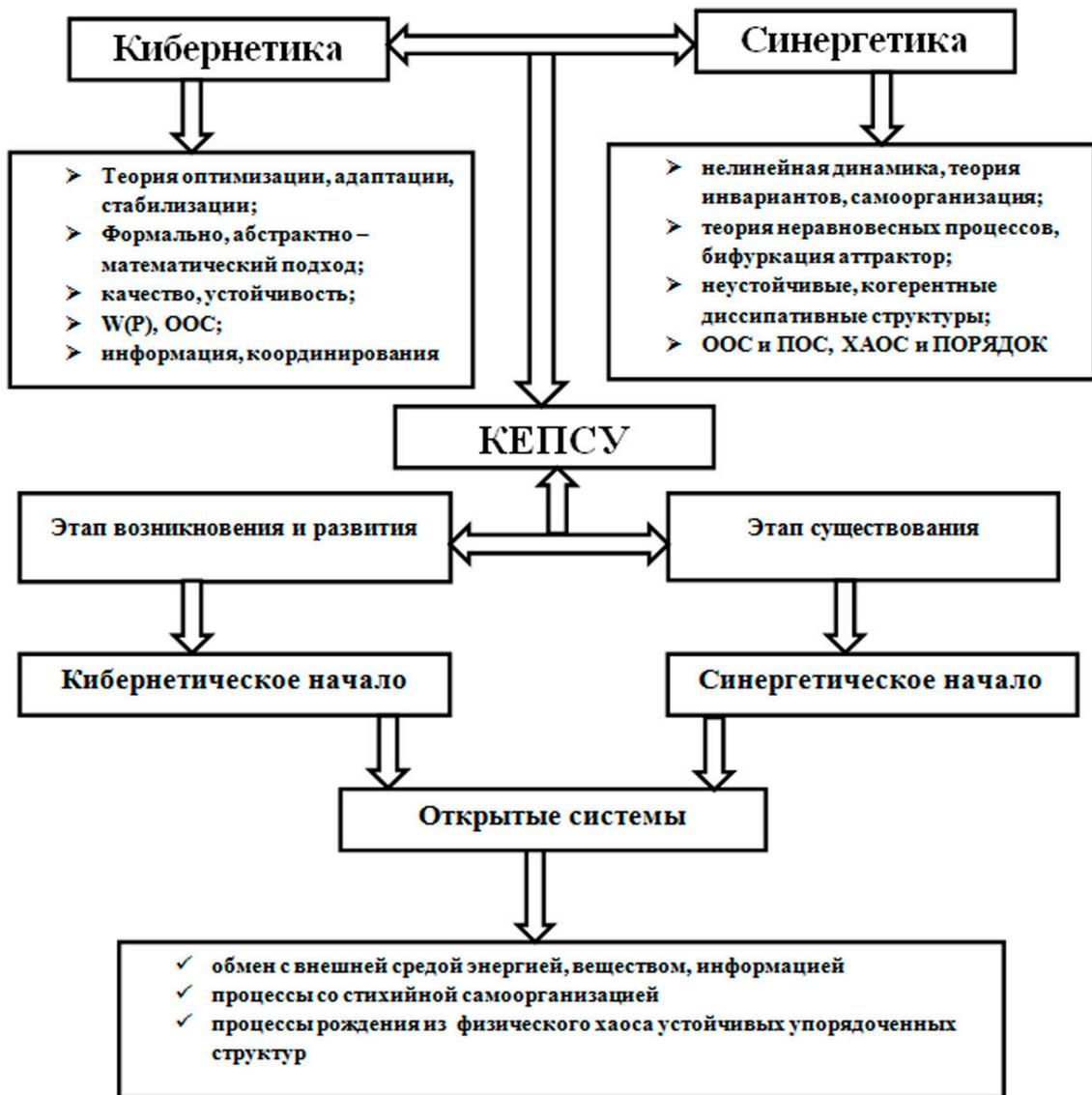


Рис.1. Дуальное соотношение кибернетики и синергетики

тели качества систем (время и характер затухания переходного процесса, перерегулирование, точность в установившемся состоянии и т.д.).

В отличие от известных методов проектирования регуляторов по заданным первичным показателям качества, осуществляющих оптимизацию параметров корректирующих цепей (В.В. Солодовников), немного особняком стоит метод аналитического конструирования оптимальных регуляторов (АКОР) (А.М. Летов), сочетающий методы вариационного исчисления, теории устойчивости Ляпунова и динамиче-

ского программирования [2]. Закон изменения управляемой координаты и управляющего воздействия задается аналитически в виде определенного функционала, минимизируемого подбором управляющего воздействия.

Сегодняшние научные подходы при синтезе динамических систем (ДС) требуют единства процессов управления и самоорганизации. В кибернетике долгое время оставалась нерешенной фундаментальная проблема нелинейного системного синтеза – генерации совокупности нелинейных обратных связей (ОС),

обеспечивающих устойчивое формирование направленной самоорганизации в многомерных ДС. Эта проблема получила эффективное решение в КЕПСУ в форме синергетической теории управления (СТУ) и основанного на ней метода аналитического конструирования агрегированных регуляторов (АКАР).

КЕПСУ в работах [3, 4, 5] научной школы профессора А.А. Колесникова получила широкое практическое применение при решении сложных прикладных задач управления в электроэнергетике, электромеханике, авиации и других областях.

Синерго-кибернетический подход – это управляемое взаимодействие энергии, вещества и информации в процессах различной природы, которое базируется на обеспечении устойчивости движения объекта за счет соответствующего синтеза нелинейных законов адаптивного управления, обеспечивающих максимальную область асимптотической устойчивости замкнутой системы «гарантирующий регулятор – объект».

Для реализации синерго-кибернетического подхода к построению адаптивных систем управления СТУ предлагал следующие основные подходы [3, 4, 5]:

- для идентификации параметрических и/или внешних возмущений применяются соответствующие синергетические нелинейные наблюдатели возмущений (ННВ). В этом случае синтезируемые методом АКАР законы управления дополняются подсистемой наблюдения, осуществляющей динамическую оценку неизмеряемых параметров, возмущений и их подавление;
- использование принципа интегральной адаптации, когда влияние параметрических и/или внешних возмущений на функционирование системы подавляется за счет построенных нелинейных законов управления с особым образом введенными интеграторами. Более подробно использование интегральной адаптации метода АКАР для синтеза нелинейных адаптивных законов управления энергосистемой «гидротурбина – синхронный генератор» представлено в [6].

Рассмотрим процедуру синтеза ННВ. В

соответствии с основными положениями СТУ процедура синтеза нелинейного адаптивного управления с ННВ состоит из трех этапов [4, 5]:

1. Методом АКАР синтезируются законы нелинейного управления и решается требуемая технологическая задача. При этом необходимо учитывать, что все переменные состояния моделей возмущений наблюдаемы, а возмущения, действующие на систему, заменены их динамическими моделями.

2. Синтез ННВ для ненаблюдаемых переменных (переменных состояния моделей возмущений).

3. Замена ненаблюдаемых переменных возмущений, присутствующих в законах управления  $U_i$ ,  $i = 1, m$ , их оценками, полученными на предыдущем этапе.

Предположим, что объект описывается нелинейной математической моделью [7]:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1(t) &= ax_1^3 + x_2; \\ \dot{x}_2(t) &= u. \end{aligned} \quad (3)$$

Особенностью объекта (3) при  $a > 0$  является его существенная неустойчивость, т.к. при  $x_2(t) \rightarrow 0$  координата  $x_1(t) \rightarrow \infty$ , что накладывает дополнительные требования к синтезируемым законам управления  $u(x_1, x_2)$ , которые должны обеспечивать стабилизацию  $(x_1 \rightarrow 0, x_2 \rightarrow 0)$  системы при произвольных начальных условиях, т.е.  $x_1 = x_2 = 0$  – является инвариантом для (3). Для синтеза таких законов управления по методу АКАР выберем функцию (многообразия) в виде

$$\psi_1 = x_2 + \beta x_1 + bx_1^3 = 0 \quad (4)$$

и подставим (4) в функциональное уравнение:

$$T_1 \dot{\psi}_1(t) + \psi_1 = 0.$$

Получаем:

$$\begin{aligned} T_1 \left( u + \beta (ax_1^3 + x_2) + 3bx_1^2 (ax_1^3 + x_2) \right) + \\ + x_2 + \beta x_1 + bx_1^3 = 0. \end{aligned}$$

Решив алгебраическое уравнение относительно  $u(x_1, x_2)$ , получаем следующее общее выражение:

$$\begin{aligned} u(x_1, x_2) = -\frac{\beta}{T_1} x_1 - \frac{1}{T_1} x_2 - \frac{b}{T_1} x_1^3 - \\ - (3bx_1^3 + \beta)(ax_1^3 + x_2), \end{aligned} \quad (5)$$

которое в зависимости от выбранной функции  $\psi_1$  позволяет получить различные законы управления. Дифференциальное уравнение, описывающее движение вдоль  $\psi_1=0$ , имеет вид

$$\dot{x}_{|\psi|}(t) = -\beta x_{|\psi|} - (b-a)x_{|\psi|}^3. \quad (6)$$

Неравенства  $\beta > 0, b \geq a, T_1 > 0$  являются необходимыми условиями для асимптотической устойчивости в целом синтезированной замкнутой системы (3) и (5).

Результаты моделирования замкнутой системы (3) и (5) приведены на рис. 2–3.

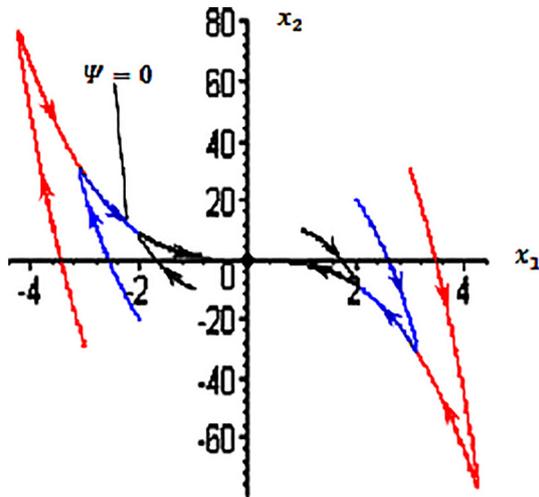


Рис.2. Фазовый портрет замкнутой системы

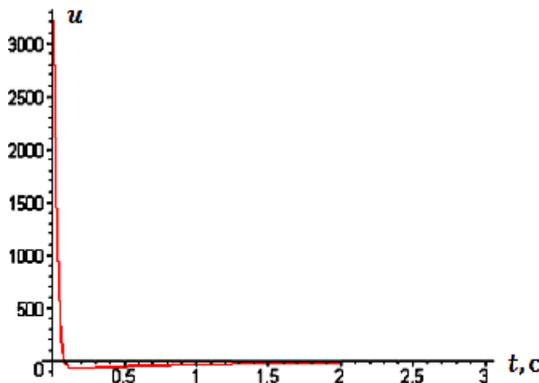


Рис.3. Управляющее воздействие

На рис.2 для закона  $u(x_1, x_2)$  и параметров  $\beta = 1, a = 1, b = 2, T_1 = 1$  изображены траектории движения замкнутой системы (3). Как видно из рис.2, фазовые траектории «наматываются»  $\psi_1=0$  (4), стягиваясь к нему в начале координат. При этом система является асимптотически устойчивой с апериодическим характером

затухания переходных процессов. Синтезированный методом АКАР закон управления  $u(x_1, x_2)$  гарантирует асимптотическую устойчивость в целом и обеспечивает требуемые свойства замкнутой системы.

Рассмотрим синтез ННВ для объекта (3):

$$\begin{aligned} \dot{x}_1(t) &= ax_1^3 + x_2 + M(t); \\ \dot{x}_2(t) &= u. \end{aligned} \quad (7)$$

где  $M(t) = const$  – кусочно-постоянное возмущение.

Применяем метод АКАР для синтеза закона адаптивного управления объектом (7) с ННВ, обеспечивающего выполнение инварианта  $x_1 = 0$  и подавление кусочно-постоянного возмущения  $M(t)$ . Согласно методу АКАР [3, 4, 5], расширим фазовое пространство невозмущенного объекта дифференциальными уравнениями, описывающими указанные возмущения. Модель объекта (7) дополняем моделью кусочно-постоянного возмущения [4] и делаем замену  $M(t) = w_1$ . В итоге получаем:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1(t) &= ax_1^3 + x_2 + w_1; \\ \dot{x}_2(t) &= u; \\ \dot{w}_1(t) &= 0. \end{aligned} \quad (8)$$

Далее выберем функцию в виде (4) с аддитивной компонентой  $w_1$ :

$$\psi_1 = x_2 + \beta x_1 + bx_1^3 + w_1.$$

Подставляя  $\psi_1$  в уравнение

$$T_1 \dot{\psi}_1 + \psi_1 = 0,$$

получаем следующее выражение для базового закона управления:

$$\begin{aligned} u(x_1, x_2, w_1) &= -(\beta + 3bx_1^2)(ax_1^3 + x_2 + w_1) - \\ &- \frac{1}{T_1}(x_2 + \beta x_1 + bx_1^3 + w_1). \end{aligned} \quad (9)$$

Теперь перейдем к синтезу непосредственно ННВ. При построении ННВ для каждой модели возмущения по числу переменных модели возмущения вводятся макропеременные [4,5]. Вводим макропеременную для системы (8):

$$\psi_2 = w_1 - \tilde{w}_1, \quad (10)$$

где  $\tilde{w}_1$  – оценка параметра  $w_1$ .

Для оценки переменной состояния модели возмущения  $\tilde{w}_1$  задается уравнение редукции [4,5]. Запишем уравнение редукции для системы (8) типа

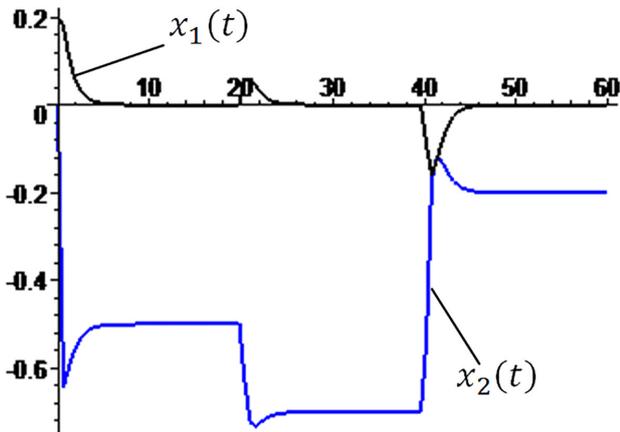


Рис.4. Графики переходных процессов переменных  $x_1(t), x_2(t)$

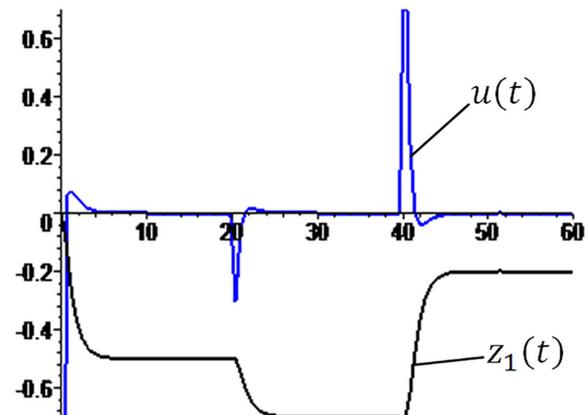


Рис.5. Графики переходных процессов переменной ННВ  $z_1(t)$  и управления  $u(x_1, x_2, z_1)$

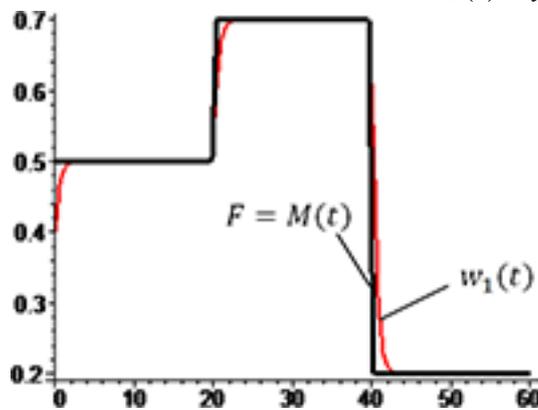


Рис.6. Графики переходных процессов возмущения  $M(t)$  и его оценки при  $L = -2$

$$\dot{\hat{w}}_1 = F(x_1, x_2) + z_1. \quad (11)$$

где  $F(x_1, x_2)$  – неизвестная функция от всех или части наблюдаемых переменных состояния системы,  $z_1$  – переменная состояния ННВ.

Макропеременная (10) должна удовлетворять функциональному уравнению [4, 5]:

$$\dot{\psi}_2(t) + L_1(x_1, x_2)\psi_2 = 0, \quad (12)$$

где  $L_1(x_1, x_2)$  – на данном этапе неизвестный параметр, обеспечивающий устойчивость уравнения (12), т.е.  $L_1(x_1, x_2) > 0$ . Заметим, что значение  $L_1(x_1, x_2)$  будет определять быстродействие наблюдателя по оценке переменной  $w_1$ .

Раскроем (12) с учетом макропеременной  $\psi_1$ :

$$\dot{w}_1(t) - \dot{\hat{w}}_1(t) + L(x_1, x_2)(w_1 - \hat{w}_1) = 0$$

или с учетом уравнения редукции и его производной:

$$-\left(\frac{\partial F}{\partial x_1} \dot{x}_1(t) + \frac{\partial F}{\partial x_2} \dot{x}_2(t) + \dot{z}_1(t)\right) + L_1(x_1, x_2)(w_1 - F(x_1, x_2) - z_1) = 0.$$

Последнее уравнение перепишем с учетом уравнения объекта (8):

$$-\left(\frac{\partial F}{\partial x_1}(ax_1^3 + x_2 + w_1) + \frac{\partial F}{\partial x_2}u + \dot{z}_1(t)\right) + L(x_1, x_2)(w_1 - F(x_1, x_2) - z_1) = 0. \quad (13)$$

Теперь из этого выражения выпишем слагаемые при  $w_1$ , приравняем их сумму к нулю и получим:

$$w_1 : -\frac{\partial F}{\partial x_1} + L_1(x_1, x_2) = 0.$$

Отсюда, так как нет деления на переменные  $(x_1, x_2)$  или функции от них, положим  $L_1 = const$  и найдем функцию  $F(x_1, x_2)$ :

$$\frac{\partial F}{\partial x_1} = L_1 \Rightarrow F(x_1, x_2) = L_1 x_1.$$

С учетом этого выражение (13) принимает вид

$$-L_1(ax_1^3 + x_2) - \dot{z}_1(t) + L_1(-L_1 x_1 - z_1) = 0$$

или

$$\dot{z}_1(t) = -L_1(ax_1^3 + x_2) - (L_1^2 x_1 + L_1 z_1), \quad (14)$$

Оценка переменной  $w_1$ :

$$\hat{w}_1 = -L_1 x_1 - z_1. \quad (15)$$

Уравнения (14) и (15) образуют ННВ для (7).

На последнем этапе необходимо в выражении для базового закона управления (9) заменить переменную  $w_1$  ее оценкой (15):

$$u(x_1, x_2, z_1) = -(\beta + 3bx_1^2)(ax_1^3 + x_2 + (-L_1 x_1 - z_1)) - \frac{1}{T_1}(x_2 + \beta x_1 + bx_1^3 + (-L_1 x_1 - z_1)). \quad (16)$$

Результаты моделирования замкнутой системы (7), (14) с законом управления (16) и параметрами  $a=2$ ;  $b=4$ ;  $\beta=10$ ;  $T_1=1$ ;  $L_1=-2$  представлены на рис.4-6.

Полученные с помощью наблюдателя оценки содержат как оценки состояния объекта, так и оценки внешних воздействий [4, 5]. В статье синтезирована проблема синерго-кибернетического подхода для задачи идентификации параметрических и внешних возмущений с нелинейными наблюдателями возмущений.

### Литература

1. Шаршеналиев Ж., Бакасова А.Б. Синтез кибернетических и синергетических динамических систем управления методом АКАР // Докл. Нац. АН Кырг. Респ. – 2014. – №1. – С. 48–51.
2. Шаршеналиев Ж. О проблемах и противоречиях управления в кибернетических и синергетических динамических системах // Проблемы информатики. – СО РАН. – Новосибирск. – 2012. – №3. – С.10–21.
3. Колесников А.А. Синергетическая теория управления. – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 344 с.
4. Колесников А.А., Веселов Г.Е., Кузьменко А.А. Новые технологии проектирования современных систем управления процессами генерирования электроэнергии. – М.: Изд-во МЭИ, 2011. – 280 с.
5. Колесников А.А. Синергетические методы управления сложными системами: теория системного синтеза. Изд. 2е. испр. – М.: Книжный дом Либроком, 2012. – 240 с.
6. Кузьменко А.А., Бакасова А.Б., Ниязова Г.Н. Синергетический подход к нелинейному адаптивному управлению гидрогенератором энергосистемы // Проблемы автоматки и управления. – Бишкек, 2014. – №1. – С. 13–19.
7. Шаршеналиев Ж., Бакасова А.Б. О некоторых проблемах синтеза кибернетических и синергетических динамических систем управления // Сборник науч. тр. V Междунар. науч. конф. «Системный синтез и прикладная синергетика». – Пятигорск, 2013. – Т. 2. – С. 120–126.

УДК 530

## МОДЕЛИ ВСЕЛЕННОЙ ФРИДМАНА В МОДИФИЦИРОВАННОЙ ТЕОРИИ ГРАВИТАЦИИ

© 2016 г. Э.М. Бакирова

Представлено чл.-корр. О. Шаршекеевым  
Поступило 01.02.2016 г.

В рамках модифицированной теории гравитации с учетом тензора Римана построена регулярная космологическая модель, описывающая эволюцию ранней Вселенной. Рассмотрены решения с релятивистским и пылевидным уравнениями состояния вещества.

**Ключевые слова:** модифицированная теория гравитации, ранняя Вселенная.

## ФРИДМАНДЫН МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН ГРАВИТАЦИЯЛЫК ТЕОРИЯДАГЫ МОДЕЛДЕРИ

Риман тензорун эске алуу менен жаңыланган гравитациялык теориясынын алкагында алгачкы Ааламдын өнүгүүсүн сүрөттөгөн регулярдуу космологиялык модель тургузулган. Заттардын абалдарынын релятивдүү жана чаң түрүндөгү теңдемелердин чыгарылыштары каралган.

**Түйүндүү сөздөр:** модификацияланган гравитациянын теориясы, алгачкы Аалам.

## MODELS OF THE FRIEDMANN UNIVERSE IN THE MODIFIED THEORY OF GRAVITY

Within the frameworks of the modified theory of gravity with the Riemann tensor, the regular cosmological model describing the evolution of the early Universe is constructed. The solutions with relativistic and dust-like equations of state are considered.

**Keywords:** modified theory of gravity, the early Universe.

Космология – это наука, изучающая крупномасштабную структуру и эволюцию Вселенной. В развитии релятивистской космологии было важнейших этапа. Первый этап начался в 20-е годы XX века, когда А.А. Фридман на основе общей теории относительности Эйнштейна создал теорию однородной и изотропной расширяющейся Вселенной. До середины 60-х годов XX века оставалось неясным, какой была Вселенная на ранних стадиях своей эволюции – горячей или холодной. Решающим моментом, ознаменовавшим собой начало второго этапа в развитии релятивистской космологии было открытие Пензиасом и Вильсоном в 1964–1965 годах микроволнового реликтового излучения с температурой  $T \approx 2,7K$ , приходящего к нам из

самых отдаленных областей Вселенной. Существование такого излучения предсказывалось теорией горячей Вселенной [1], которая сразу же после открытия реликтового излучения стала общепринятой. Согласно этой теории, Вселенная на самих ранних стадиях её эволюции была заполнена ультрарелятивистским горячим газом, состоящим из фотонов, электронов, позитронов и т.д.

А. Эйнштейн, разрабатывая в 1915г. общую теорию относительности (ОТО), был уверен в статичности Вселенной. Чтобы не вступать в противоречие со статичностью, Эйнштейн модифицировал свою теорию, введя в уравнения так называемую космологическую постоянную. Он ввел новую «антигравита-

сионную» силу, которая в отличие от других сил не порождается каким-либо источником, а была заложена в саму структуру пространства – времени. Эйнштейн утверждал, что пространство – время само по себе всегда расширяется и этим расширению точно уравновешивается протяжение всей остальной материи во Вселенной, так что в результате Вселенная оказывается статической.

Фридмановская космология вполне удовлетворительно описывает современное состояние нашей Вселенной, но неясной остается проблема начального состояния Вселенной. Теоремы Пенрауза – Хоккинга [2], сформулированные и доказанные при достаточно общих предположениях, практически с необходимостью утверждают существование сингулярностей в решении уравнений Эйнштейна.

В решении Фридмана при всех уравнениях состояния плотность вещества во Вселенной при  $t \rightarrow 0$  стремится к бесконечности, причем соответствующие решения оказываются формально непродолжимыми в области  $t < 0$ .

Один из наиболее мучительных вопросов, стоящих перед космологией, состоит в том, было ли что-нибудь до момента  $t = 0$ , и если нет, то как и откуда возникла Вселенная? Рождение и смерть Вселенной являются одними из наиболее волнующих проблем, стоящих не только перед космологией, но и перед всем современным естествознанием.

Первоначально были надежды, что эту проблему удастся если не решить, то хотя бы обойти, изучая более общие модели Вселенной, чем модель Фридмана, например, модели неоднородной анизотропной Вселенной, заполненной веществом с каким-либо экзотическим уравнением состояния и т.д. Однако после исследования общей структуры пространства – времени вблизи сингулярности [3] и после того как был доказан ряд теорий о сингулярностях в ОТО с помощью топологических методов [4], возможность решить эту проблему в рамках классической теории гравитации стала представляться маловероятной [5].

Поэтому главный вопрос самой космологии – проблемы сингулярности. В рамках ОТО – классической эйнштейновской теории гравитации – появление какой-то сингулярности считается неизбежным. Итак, нет сомнений, что

появление сингулярности является указанием на ограниченность теории, необходимость её обобщения как раз в условиях, в областях, близких к сингулярности [6]. Имеются некоторые результаты, позволяющие надеяться на устранение сингулярности, создание разумной космологической модели без сингулярностей.

На самых ранних стадиях эволюции Вселенной (вблизи сингулярности) величины  $H$  (постоянная Хаббла) и  $\rho$  (плотности материи) могли быть сколь угодно велики. Обычно считается, однако, что при плотности  $\rho \sim 10^{94} \text{ г/см}^3$  квантовые гравитационные эффекты становятся настолько велики, что квантовые флуктуации метрики начинают превосходить классическое значение – описание Вселенной в терминах классического пространства – время невозможным [7]. Все это потребовало сильной модификации основ модели. В модифицированном виде модель является одним из интенсивно разрабатываемых вариантов сценария раздувающейся Вселенной.

Таким образом, одной из наиболее интересных областей исследования МГТ (модифицированной гравитационной теории) является их приложение к космологическим моделям. В связи с этим исследованы все модели Вселенной Фридмана с учетом 4 – тензора кривизны. При этом предполагается, что отклонение от ОТО становится существенным вблизи сингулярности и соответствующее решение может качественно отличаться от решений Фридмана.

Метрика однородной и изотропной фридмановской космологической модели в сопутствующей системе координат принимает вид

$$dS^2 = c^2 d\tau^2 - a^2(\tau)$$

$$\left[ d\chi^2 + A^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2) \right],$$

где  $A = \sin\chi$ ;  $sh\chi$ ;  $\chi$  соответственно для замкнутой, открытой и квазиевклидовой моделей (использована сигнатура  $+, -, -, -$ ),  $a(\tau)$  радиус Вселенной, или, точнее, её масштабный фактор.

Из-за больших квантово-гравитационных флуктуаций при планковских плотностях классическое описание Вселенной вблизи сингулярности, т.е. при малых  $a(\tau)$ , невозможно. Описание эволюции Вселенной при  $a \rightarrow 0$  осуществимо лишь с помощью квантовой кос-

мологии. Это обстоятельство может привести к довольно неожиданным следствиям. В связи с этим масштабный фактор  $a(\tau)$  определяется уравнениями гравитационного поля с учетом четырехмерного тензора кривизны [8]:

$$R_i^k - \frac{1}{2} \delta_i^k R = \left[ -A \tilde{R}^{2(\alpha-1)} \left( 2\alpha R_{lmmi} \cdot R^{lmmk} - \frac{1}{2} \delta_i^k \tilde{R}^2 \right) - \alpha A \tilde{R}^{2(\alpha-1)} \theta_i^k \right] + 8T_i^k \quad (1)$$

$$\theta_{ik} \delta g^{ik} = 2g_{ir} g^{kb} g^{ic} g^{md} R_{bcd}^r \delta R_{klm}^i, \quad (2)$$

где  $R_{ik}$  – тензор Риччи,  $R$  – скалярная кривизна пространства,  $R_{klm}^i$  – четырехмерный тензор кривизны,  $\tilde{R}^2$  – квадрат  $R_{klm}^i$ ,  $A$  – постоянная величина,  $T_i^k$  – тензор энергии-импульса материи,  $a$  – произвольный показатель степени, а  $\theta_i^k$  определяется соотношением (2).

Астрономические данные свидетельствовали в пользу того, что в больших масштабах, в меньшей мере порядка всей наблюдаемой части Вселенной  $a(\tau) \sim 10^{28} c$ , неоднородности и анизотропности в среднем не превышают  $10^{-4}$ . Поэтому для понимания эволюции Вселенной вполне достаточно исследовать однородные (или слабонеоднородные) и изотропные космологические модели типа модели Фридмана.

Исследование системы обобщенных уравнений гравитационного поля (с учетом четырехмерного тензора кривизны) для случая  $\alpha = 1$ , где произвольный показатель степени в добавке к лагранжиану, множителе  $\tilde{R}^{2(\alpha-1)}$  (1) обращается в константу и выбор постоянных интегрирований позволяет только смещать особую точку во фридмановских моделях. Поэтому представляет определенный интерес рассмотреть задачу при других значениях степени  $\alpha$ .

Выберем показатель степени в добавке к лагранжиану равным  $1/2$ , поскольку указанная степень приводит к существенному упрощению уравнений поля. Тогда система (1) при  $A = \sqrt{6}$ ,  $P = \frac{\varepsilon}{3}$  в результате принимает простой вид [9]

$$aa^{11} - 2a'^2 - a^2 = 0.$$

Решение этого уравнения есть

$$a = a_0 / \cos(\eta + \eta_0),$$

где  $a_0$  и  $\eta_0$  – произвольные константы,  $a_0$  имеет размерность длины, а  $\eta_0$  – безразмерная величина, которую выберем равной нулю. Тогда закон расширения Вселенной примет вид

$$a = \frac{a_0}{\cos \eta} \quad (3)$$

Связь между  $\tau$  и  $\eta$  находим из равенства  $cd\tau = ad\eta$ . Согласно (3), имеем

$$c\tau = a_0 \ln \left| \operatorname{tg} \left( \frac{\eta}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right|. \quad (4)$$

Постоянная интегрирования выбрана равной нулю с тем, чтобы при  $\eta = 0$  величина  $\tau$  обращалась в нуль. Полученная модель имеет регулярный минимум при  $\eta = 0$ . Последний достигается предварительным сжатием от  $\eta = -\pi/2$  ( $\tau = -\infty$ ) до  $\eta = 0$ , после чего следует расширение, охватывающее всю временную положительную полуось.

Таким образом, модификации уравнений тяготения с учетом указанной выше поляризованной добавки дают закрытую космологическую модель с регулярным минимумом масштабного фактора при  $\tau = 0$ . Эволюция модели симметрична относительно указанной точки:  $a(\tau) = a(-\tau)$ , в чем легко убедиться из (3). Условия  $a(\tau) \rightarrow \infty$  реализуются при конечном значении  $|\tau| = \pi a_0 / 2c$ . Отсутствие асимптотического выхода на решение Фридмана связано с существенным влиянием поляризованной добавки на всех этапах решения. Отсюда приходим к выводу, что квадратичные по четырехмерному тензору кривизны добавки в лагранжиане гравитационного поля не дают возможности применять строгие теоремы Пенроуза-Хоккинга о неизбежности сингулярности. Поэтому в рамках данной теории появляется вероятность устранения подобного явления. С физической точки зрения этот факт мог бы означать ликвидацию сингулярностей при более корректном учете квантовых эффектов в сильном гравитационном поле.

Нахождение общего решения в точном виде для всего пространства в течение всего времени невозможно. Но для решения поставленного вопроса в этом нет необходимости;

достаточно исследовать вид решения вблизи особенности [10].

В случае «пылевидной» материи  $P=0$  решение уравнения (1) имеет вид

$$a = a_1 \sin^2\left(\frac{\eta}{2}\right). \quad (5)$$

Связь между  $\tau$  и  $\eta$  определяется соотношением

$$c\tau = \frac{a_1}{2}(\eta - \sin \tau). \quad (6)$$

Уравнения (5) и (6) определяют в параметрическом виде зависимость  $a(\tau)$ . Функция  $a(\tau)$  возрастает от нуля при  $\tau=0$  ( $\eta=0$ ) до максимального значения  $a=a_1$ , достигаемого при  $\tau=a_1\pi/2c$  ( $\eta=\pi$ ), и затем снова убывает до нуля при  $\tau=a_1\pi/c$  ( $\eta=2\pi$ ). Поскольку плотность энергии изменяется согласно зависимости  $\varepsilon \sim a^{-3}$ , то при  $\tau \rightarrow 0$ , а следовательно, и при  $a(\tau) \rightarrow 0$  плотность энергии обращается в бесконечность. Таким образом, в случае «пылевой» материи сразу входим в решение Фридмана. Это связано с тем, что при  $P=0$  поляризационная добавка при выборе  $\alpha=1/2$  не влияет на все этапы решения.

Аналогичное решение уравнения (1) для открытой модели Фридмана (при  $\alpha = \frac{1}{2}$ ,  $P = \frac{\varepsilon}{3}$ ,  $A = \sqrt{6}$ ) дает

$$a = \frac{a_0}{cm\eta} \text{ и } c\tau = 2a_0 \left( \operatorname{Arth}e^\eta - \frac{\pi}{4} \right). \quad (7)$$

Здесь постоянная интегрирования выбрана равной  $-\pi a_0/2$  с таким соображением, чтобы при  $\eta=0$  величина  $\tau$  обращалась в нуль. В данном случае формулы (7) определяют зависимость масштабного фактора  $a$  от  $\tau$ . В открытой модели для «пылевидной» материи также сразу выходим на решение Фридмана. Поэтому нет необходимости останавливаться на подробном решении уравнения (1).

Ускоренное расширение Вселенной – процесс, доказывающий, что наша Вселенная расширяется, при этом имея ускорение. Это явление было открыто в 1998 году группой американских ученых. Фундаментальный вывод об ускорении расширения Вселенной со временем был получен в ходе очень тонких и аккуратных

наблюдений сверхновых звезд в далеких галактиках. Считается, что ускорение обусловлено наличием во Вселенной темной энергии, но её происхождение и природа по-прежнему глубоко загадочны. Для наблюдений использовались несколько телескопов, в том числе 3,6 метровый телескоп и 8,2 метровый телескоп в обсерватории в Чили.

Лауреатами Нобелевской премии 2011 года по физике стали астрономы, открывшие ускоренное расширение Вселенной. Ими стали американцы Сол Перлмуттер и Адам Рисс, а также австралиец Брайан Шмидт.

Группа ученых под руководством Алексея Вихлинина из Института космических исследований РАН экспериментально подтвердила ускоренное расширение Вселенной. В ИКИ РАН ведут работы по созданию новой орбитальной рентгеновской обсерватории, одной из задач которой будет определение уравнения состояния темной энергии. В прошлом веке по наблюдениям далеких сверхновых звезд было показано, что наша Вселенная расширяется с ускорением. Для объяснения этого ускорения ввели понятие «темной энергии» («невидимой энергии»). Её свойства оказались весьма необычными: так, например, темная энергия должна обладать отрицательным давлением, чтобы и расталкивать Вселенную. Установление природы этой загадочной темной энергии – одна из главных задач физики, поскольку, согласно современным представлениям, именно темная энергия определяет развитие нашего мира.

Благодаря новым наблюдениям, доказывающим ускорение расширения Вселенной, был открыт ранее неизвестный вид энергии с отрицательным давлением – темная энергия. При расширении плотность материи во Вселенной будет уменьшаться, причем плотность материи уменьшается быстрее, нежели плотность темной энергии. В конце концов последняя начинает преобладать. Этот момент и послужил началом ускорения расширения Вселенной.

#### Литература

1. Дорошкевич А.Г., Новиков И.Д. ДАН СССР. – 1964. – Т.154. – С.809.
2. Пенроуз Р. Структура пространства – времени. – М.: Мир, 1972. – С.300.
3. Белинский В.А., Лифшиц Е.М., Халатников И.М. Колебательный режим приближения к

- особой точке в релятивистской космологии. // УФН. – 1971. – №103, Вып.9. – С.463–500.
4. Хоукинг С., Эллис Дж. Крупномасштабная структура пространства. – М.: Мир, 1973. – С.431.
  5. Линде А.Д. Физика элементарных частиц и инфляционная космология. – М.: Наука, 1990.
  6. Гинзбург В.Л. Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными. // УФН. – 1981. – №134. – С.469–517.
  7. Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Строение и эволюция Вселенной – М.: Наука, 1975. – С.736.
  8. Шаршекеев О.Ш. Исследование Вселенной Фридмана с учетом четырехмерного тензора кривизны. // В тезисе IV советской гравитационной конференции (раздел космологии). – Минск: Изд. Института физики АН ГССР, 1976. – С.114–117.
  9. Шаршекеев О.Ш. Модели Метагалактики поля Шварцшильда в ОТО и модифицированной теории гравитации. – Фрунзе: Мектеп, 1980. – С.116.
  10. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. – М.: Наука, 1988. – С.512.

УДК 56

## ЭВОЛЮЦИЯ ЗЕМЛИ

© 2016 г. академик НАН КР А. Бакиров

Поступило 10.09.2016 г.

Обосновано представление о том, что Земля представляет собой сильнонеравновесную систему и подчиняется законам синергетики. Прослежены этапы становления и структурного усложнения эндогенных и экзогенных режимов планеты. Показан рост информации Земли, что обусловило направленное её развитие, которое выражено в последовательном формировании всё более информоемких оболочек в её верхней части. Этот процесс привёл к появлению на Земле ноосферы – сферы разума. Заложено начало сознательного управления эволюцией планеты.

Ключевые слова: сильнонеравновесная система, информация, эволюция, информоемкие оболочки, направленная эволюция Земли.

## ЖЕРДИН ЭВОЛЮЦИЯСЫ

Жер – күчтүү теңсалмаксыз система, ошондуктан ал синергетиканын закондоруна баш ийет деген көзкараш негизделди. Планетанын эндогендик жана экзогендик режимдеринин калыптануу этаптары менен структуралык татаалдануусу көзөмөлдөндү. Жердин информациясынын өсүшү, ошону менен бирге анын үстүнкү бөлүгүндө информацияга улам байыраак келген катмарлар пайда болуп, бир багыттуу өнүгүшү көрсөтүлдү. Бул процесс Жерде ноосферанын – акыл сферасынын пайда болушуна алып келди. Планетанын эволюциясын акыл менен башкаруунун башаты пайда болду.

Ачыкчтуу сөздөр: күчтүү теңсалмаксыз система, информация, эволюция, информацияга бай катмарлар, Жердин бир багытка өнүгүшү.

## THE EVOLUTION OF THE EARTH

It is substantiated the idea that the Earth is represented by strongly non-equilibrated system and follows to the laws of synergetics. The stages of formation and structural complexity of endogenous and exogenous conditions of the planet are observed. The growth of the Earth's information is featured, that is resulted in the direction of its development. This is expressed in the sequential formation of more high-capacity information spheres in the upper part of Earth. This process has led to the occurrence of the Noosphere in the World, i.e. the sphere of mind. It is established the beginning of the conscious management of the evolution of the planet.

Keywords: strongly non-equilibrium systems, information, evolution, high-capacity information spheres, directed evolution of Earth.

Важные результаты получены в исследовании эволюции планеты Земля. В глобальном масштабе прослежена эволюция эндогенных режимов путём изучения изменения глубинного теплового потока, химического состава магматических комплексов, характера метаморфизма пород, начиная со времён образования Земли. Сделаны крупные обобщения по эволюции поверхностных оболочек планеты путём исследования изменений количества кислорода, состава

осадочных комплексов, появления гидросферы, биосферы, изменения структуры последней и др. В результате установлена определённая направленность эволюции Земли, которая в основном связывается общим остыванием её в целом [1; 2]. Предполагается, что органический мир, появившийся и прогрессирующий в процессе остывания планеты, в перспективе в результате разогрева Солнца и повышения температуры её поверхности будет вымирать [3].

Однако в этих исследованиях не были учтены некоторые важные вопросы, которые имеют определяющее значение для эволюции Земли. В частности: а) не выяснен вопрос, по каким законам физики (термодинамики или синергетики) развивается планета; б) не учтено важнейшее свойство природных систем, частью которых является Земля; в) не принята во внимание физическая суть процессов эволюции; г) не рассмотрено влияние информации на ход эволюции планеты и д) не затронута значимость Разума, который в истории Земли появился совсем недавно и начинает играть огромную роль в её эволюции.

Физические законы, управляющие эволюцией Земли. Поведение природных систем изучают два родственных раздела физики: термодинамика и синергетика. Первая изучает изолированные равновесные системы, вторая – системы, находящиеся далеко от состояния равновесия [4; 5]. Необходимо выяснить, к какому из этих двух типов систем относится Земля, так как они характеризуются противоположными трендами эволюции: закрытые системы в условиях роста энтропии, а открытые сильнонеравновесные системы – в условиях уменьшения энтропии.

Земля – система, далёкая от состояния равновесия. Она никогда не была изолирована от окружающего мира. Планета образовалась в результате аккреции космических тел, газопылевых частиц и планетезималей, и по настоящее время продолжает поступать довольно большое количество метеоритов (4000 т/год) и космической пыли (2 млн т/год). В настоящее время она получает огромную энергию от Солнца в двух формах. Во-первых, на поверхность Земли поступает лучистая солнечная энергия в размере примерно  $1,2 \cdot 10^{17}$  Дж [6], которая составляет 99,5 % всей поверхностной энергии Земли. Около 35 % поступившей энергии отражается обратно в космос облаками, пылью и другими веществами, находящимися в атмосфере, а также собственно поверхностью Земли [7]. Во-вторых, огромная гравитационная энергия Солнца удерживает Землю на своей орбите и заставляет её вращаться вокруг своей оси. Из-за разной скорости вращения ядра и мантии возникает трение между ними и происходит преобразование гравитационной энергии

Солнца в тепловую, которая наряду с другими источниками энергии играет решающую роль в геодинамике, в эволюции и преобразовании земной материи [8]. В результате возникает внутримантийная конвекция, которая является источником всех геодинамических и других эндогенных геологических процессов [9]. Таким образом, на Земле происходит постоянный обмен веществом и энергией с внешним миром, что характерно для открытых сильнонеравновесных динамических систем.

Обычно сильнонеравновесные природные системы характеризуются наличием устойчивых в пространстве и времени структур. Земля обладает такими структурами.

Устойчивые в пространстве структуры Земли представлены концентрическими и радиальными структурами.

Концентрические структуры Земли общеизвестны и обусловлены наличием устойчивых геосфер (ядра, мантии и коры), каждая из которых в свою очередь состоит из нескольких слоёв. Все оболочки Земли находятся между собой в процессе непрерывного обмена веществом и энергией, и, следовательно, каждая из них в термодинамическом отношении находится в сильнонеравновесном состоянии.

Радиальные структуры образованы различного масштаба плюмами (радиально направленными массами) и магматическими телами. Глобальная сейсмическая томография выявила наличие внутри Земли горячих и холодных суперплюмов. Первые образованы высоконагретыми массами, исходящими из самого внешнего ядра Земли, а вторые, наоборот, холодными веществами, погружающимися с верхней части планеты. Горячие суперплюмы выделены под крупнейшими срединноокеаническими хребтами и континентальными рифтогенными структурами. В пределах нижней мантии суперплюм образует единое тело грибообразной формы, но в верхней мантии он ветвится на несколько плюмов второго порядка. В основании плит в свою очередь каждая ветвь распадается на еще несколько более мелких. Под азиатским континентом установлен одноименный холодный суперплюм. Эти структуры находятся в стадии интенсивного исследования [10; 11].

Имеются более мелкие горячие мантийные плюмы, которые представляют собой струи

перенагретого вещества, поднимающиеся из самого внешнего ядра к подошве литосферы, проплаывая всё на своем пути. С ними связаны горячие точки, которые характеризуются специфическим щелочно-базальтовым магматизмом.

Внутри коры радиальные структуры представлены различными телами магматических образований от громадных батолитов до небольших штоков и даек.

Было показано, что концентрические структуры связаны гравитацией, а радиальные структуры – тепловой энергией Земли. Эти энергии находятся в непрерывном взаимодействии и обуславливают основное противоречие Земли, которое порождает внутримантийные конвективные течения. Все формы геодинамических и других геологических процессов являются производными их [9].

Устойчивые во времени структуры Земли выражены в наличии цикличности в процессах её эволюции. Выделены циклы «от Пангеи до Пангеи» (пангея – единый на Земле суперконтинент) длительностью около 700 млн лет, циклы Вилсона от открытия до закрытия океанов (300–900 млн лет), тектонические циклы Бертраана (порядка 180–250 млн лет). Выделяются более мелкие циклы длительностью 30, 60, 90, 120 млн лет, определяемые активностью плюмов, а также циклы Миланковича, выраженные в осадконакоплении и изменении биосферы, длительностью 19, 41, 100 тыс. лет [1]. В последние годы в Тянь-Шане выделены небольшие циклы сейсмической активности Мамырова длительностью 35 лет [12].

Таким образом, Земля обладает всеми признаками динамических систем, находящихся далеко от состояния равновесия. Поэтому эволюция её должна подчиняться законам синергетики.

Важнейшее свойство природных систем, которое должно быть учтено при изучении эволюции Земли, подробно охарактеризовано ранее [13]. Здесь кратко приведём основные положения этой статьи.

Философы утверждают: «Подобно движению, пространству, времени, отражению системность представляет собой всеобщее, неотъемлемое свойство материи, ее атрибут». «Структурное многообразие, т. е. системность, является способом существования материи» [14]. Материальный мир представлен только

в виде природных систем. Нет других форм представления мира. Основными параметрами систем, без которых они не могут существовать, являются их элементы (подсистемы) и структура (организованность). Только вместе эти составляющие систем могут служить основой единого целого, и наоборот, отсутствие одного из них приводит к распаду и исчезновению системы в целом. Они находятся между собой в отношении произведения:

$$П = Н \cdot \Sigma,$$

где П – природные системы, Н – элементы системы,  $\Sigma$  – структура системы.

Такую структурно-вещественную неразрывность природных систем наглядно можно увидеть в окаменевших геологических системах. На всех уровнях их иерархии (минерал – горная порода – геологическая формация – комплекс геологических формаций) наблюдается структурно-вещественное единство. В минералах совокупность атомов образует кристаллическую структуру. В горных породах (магматических и высокой степени метаморфических) совокупность минералов, а в осадочных и вулканогенно-осадочных породах различные обломки образуют характерное для каждого из них структурно-текстурное строение. Геологическая формация представляет собой ассоциацию горных пород с образованием своеобразных сочетаний.

Рассмотрим физические величины, выражающие состав и строение систем. Для элементов систем, обозначенных выше в целом как Н, несмотря на большое их разнообразие, общим основанием является вещество, которое в физических величинах может быть представлено массой  $m$ . Кроме того, все без исключения формирующиеся, еще не окаменевшие, открытые сильнонеравновесные природные системы характеризуются постоянным поступлением свободной энергии  $E$  и/или вещества, которые, в конце концов, преобразуются в энергию, являющейся основой жизнедеятельности систем. Эту вещественно-энергетическую основу систем можем обозначить как

$$Н = m + E.$$

В закрытых изолированных системах  $E = 0$ .

Структура  $\Sigma$  систем обусловлена физическими величинами, вызывающими организованность или дезорганизованность. «Отец кибернетики» Н. Винера писал: «Как количество

информации в системе есть мера организованности, точно также энтропия есть мера дезорганизованности; одно равно другому, взятому с обратным знаком» [15. С. 23]. В недавней сводке по информатике [16] указывается, что наряду с веществом и энергией информация является базовой составляющей нашего мира. В природной системе она играет организующую, направляющую и управляющую роль. Следовательно, организованность, или структурная основа систем, определяется соотношением информации  $I$  и энтропии  $S$ , т. е.

$$\Sigma = I + S.$$

М. Эйген считал, что энтропия и информация представляют собой неразрывные, как два полюса магнита, диалектически противоположные, но единые, комплементарные явления: возрастание одной из них приводит к убыванию второй и наоборот [17]. Как известно, в закрытых системах действует закон роста энтропии ( $dS > 0$ ), следовательно, в сильнонеравновесных системах должен действовать закон роста информации ( $dI > 0$ ).

В установившихся природных системах, где их структура является устойчивой, закрепленной, информация, как организующее начало, является ведущей, доминирующей. Участие же энтропии в этом случае является второстепенной или даже ничтожной. Следовательно, наличие структуры системы есть показатель преобладания здесь информации.

Вещество и энергия ( $m + E$ ) обладают физическими и химическими свойствами и подчиняются законам сохранения и образуют вещественно-энергетическую субстанцию или материальную основу  $M$  системы. Их можно держать в руках, подвергать различным физико-химическим испытаниям материального воздействия. Следовательно:  $(m + E) = M$ . Информация и энтропия ( $I + S$ ), являющиеся структурообразующей основой, представляют энтропийно-информационную субстанцию систем и определяют их поведение. Они не обладают материальными свойствами. Их можно наблюдать, как невидимку, только по результатам действия. Это – нематериальная  $N$ , но управляющая составляющая природных систем:  $I + S = N$ .

Неразрывное структурно-вещественное единство природных систем влечёт за собой

неразрывность двух субстанций и материальной и нематериальной их основ, т.е.

$$I = N \cdot \Sigma = (m + E) \cdot (I + S) = M \cdot N.$$

Таким образом, все природные системы, как физические, так биологические и социальные, представляют собой неразрывное единое целое материального  $M$  и нематериального  $N$ . В этом заключается важнейшее свойство природных систем.

Нематериальная основа систем играет особую роль в их поведении. Именно она в системах, далёких от состояния равновесия, при ведущей роли информации является основой самоорганизации в физических системах, основой жизни в биологических системах, основой социума и духовной деятельности в социальных системах [18].

Физическая суть эволюции. Эволюция есть последовательность неустойчивых состояний, в которых снова и снова возникают новые структуры [4]. Она свойственна всем классам систем: физическим, биологическим и социальным. «История эволюции есть история возникновения все более сложных структур из более простых; ведь суть эволюции состоит как раз в интеграции более простых элементов в целостные образования более высокого уровня, т.е. в более сложные системы, характеризующиеся новыми качествами» [5. С. 10]. Эволюцию рассматривают как неограниченную последовательность процессов самоорганизации, которая в свою очередь представляет собой элементарный процесс эволюции.

Поскольку структура систем определяется соотношением в них энтропии и информации, а сама структурированность в основном связана с информацией, постольку они и являются основными параметрами, определяющими характер эволюции систем.

Особенностью планеты Земля как системы, далекой от состояния равновесия, в соответствии с законами синергетики является наличие коллективного движения. Она является единым целым, каждая её часть чутко реагирует на поведение всех остальных частей. Планета обладает кооперативным характером, и элементы ее синхронизированы во времени и в пространстве. Изменение в структуре и поведении одного из элементов системы влечет за собой изменение и других элементов, а также и всей системы.

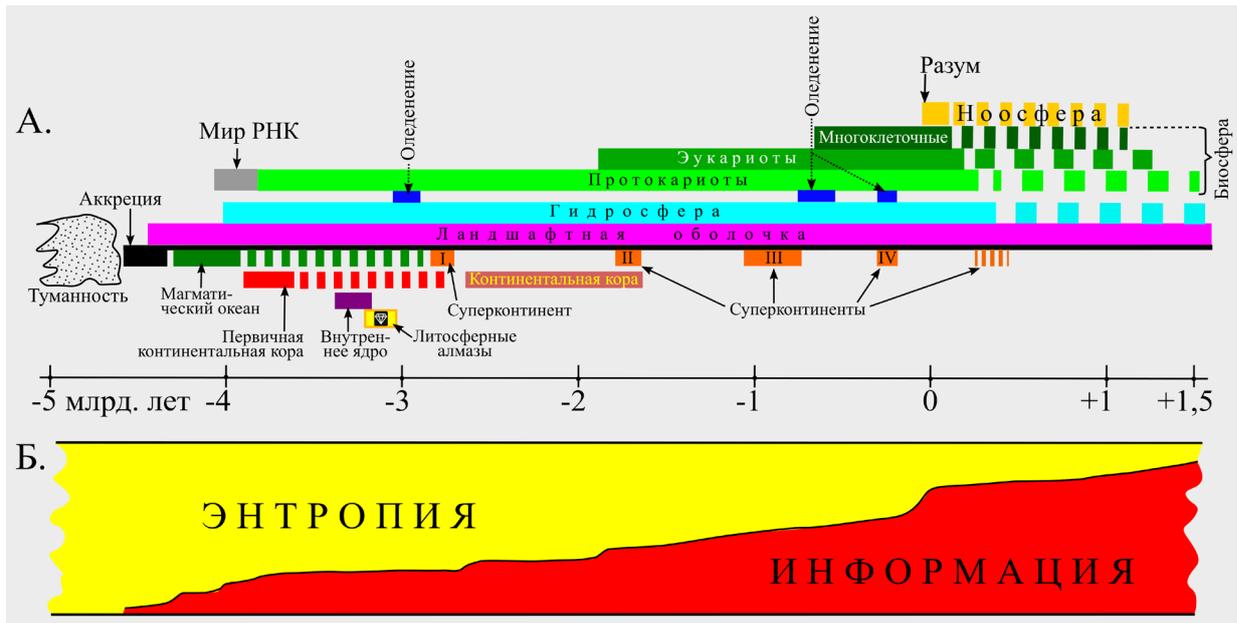


Рис. Схема эволюции планеты Земля. А. Эволюция материальной основы системы Земля. Выше чёрной линии – эволюция экзогенных оболочек, ниже неё – эндогенных режимов Земли. Б. Эволюция энтропийно-информационной нематериальной основы системы Земля. (Объяснение в тексте).

Согласно законам неравновесной термодинамики (синергетики), поступающая на Землю энергия вызывает в ней импорт информации, которая играет решающую роль в поведении планеты. Информация здесь, подчиняясь закону роста, обуславливает прогрессивно направленную эволюцию планеты.

В соответствии с важнейшим свойством природных систем планета Земля также должна обладать наряду с материальной основой, представленной вещественно-энергетической субстанцией, также и нематериальной основой, представленной энтропийно-информационной субстанцией.

Эволюция материальной основы Земли. Академик В. Е. Хаин [10] приводит представление японских исследователей (Кумазава М. и Маруяме С., 1994), которые в истории развития планет земной группы выделяют пять крупных стадий: тектоники роста, плюмтектоники, плетттектоники, контракционной тектоники и терминальной тектоники. На стадии тектоники роста, которую прошли все планеты, формировалось ядро, а на поверхности – магматический океан, как следствие удара падающих метеоритов. На стадии плюмтектоники, которую проходит в настоящее время Венера и проходила

Земля до 4 млрд лет назад, происходило перемещение колонн и капель в радиальном направлении. Стадия плетттектоники на Земле началась 4 млрд лет назад, когда конвекция стала осуществляться за счет линейного погружения и подъема разогретого вещества и продолжается в настоящее время. На стадии контракционной тектоники находятся Марс и Меркурий. Здесь господствует горизонтальное сжатие с погружением вещества, возникают немногочисленные разрывы, по которым поднимается магма. Происходят крупные вулканические извержения. Стадию терминальной тектоники пережила Луна. Происходит образование разрывов и газовых эманаций.

В недавней капитальной работе академик Н. Л. Добрецов сделал большую сводку данных по образованию и эволюции Земли [1]. Опираясь на эту монографию, кратко проследим развитие нашей планеты. В соответствии с важнейшим свойством природных систем рассматривается как материальная основа системы Земля (рис. А), так и нематериальная её основа (рис. Б).

Возраст формирования Земли принимается около 4,5 млрд лет тому назад, а время аккреции оценивается интервалом 4,54–4,44 млрд

лет (на рис. А. эти события показаны ниже чёрной горизонтальной линией).

Эволюция внутренних оболочек Земли. Аккреция была быстрой (продолжительностью около 100 млн лет), в результате бомбардировки метеоритами верхняя оболочка Земли представляла магматический океан глубиной 600–1000 км с тонкой (до 10 км) базальтовой корой.

За период 4,44–3,9 млрд лет назад Земля быстро остывала, исчез магматический океан, хотя некоторые авторы считают, что остывание продлилось до 2,5 млрд лет назад. По-видимому, в это время господствовали «плюмтектоника», или «глобальная тектоника выворачивания». В период 3,9–3,3 или, по другим данным, ближе к 2,9 млрд лет назад в результате остывания мантии и ядра появилось внутреннее ядро и заметно усилилась напряжённость магнитного поля. К рубежу 3,3–3,2 млрд лет мощность литосферы превысила 100 км, что выражено в появлении кимберлитового алмаза (3,2–2,9 млрд лет). Во время 3,9–2,7 млрд лет формировалась первичная гранитная кора, состоящая из серых (тоналит-трондьемитовых) гнейсов.

До 2,6–2,7 млрд лет назад в Земле господствовала «тектоника малых плит», режим в мантии был близок к турбулентному. Но уже в указанное время началось внедрение калиевых гранитов и щелочных пород. Произошло образование первого суперконтинента. С этого времени начали действовать суперплюмы.

Интервал 2,6–1,8 млрд лет знаменуется формированием основного объёма (60–90%) континентальной земной коры. В интервале 1,9–1,7 млрд лет происходили крупнейшие коллизионные процессы и формирование второго суперконтинента «Карелий» или «Колумбий».

Низкая эндогенная активность наблюдается в интервале 1,7–0,7 млрд лет. Внутри него на промежутке 1,1–0,7 млрд лет произошли собиранье и распад третьего суперконтинента «Родиния». Начиная с 750 млн лет назад появляется метаморфизм сверхвысоких давлений (на схеме МСВД) с образованием алмаз- и коэсит (высокоплотная модификация кварца) содержащих пород. Этот интервал времени японский учёный Ш. Маруяма назвал «Мёртвая Земля», что, по Н. Л. Добрецову, связано с перестройкой конвективных течений. Несколько позже (750–600 млн лет назад) произошло охлажде-

ние и поверхности Земли. Происходили частые и крупные оледенения. Наиболее крупное оледенение имело место около 640 млн лет назад. Для этого времени используют определение «snowball Earth» – замёрзшая Земля.

Начиная с 600 млн лет назад эндогенные системы, климат и биосфера развиваются по сценариям, сходным с современными.

В интервале 0,33–0,20 млрд лет на Земле существовал четвертый суперконтинент «Пангея Вегенера», который сопровождался крупными покровными оледенениями, вызвавшими резкое эвстатическое понижение уровня Мирового океана.

Эволюция экзогенных оболочек Земли (на рис. А. эти события расположены выше чёрной горизонтальной линией). После завершения аккреции Земли на её поверхности на протяжении примерно 100 млн лет установилась температура >2000 °С. Обстановка на поверхности Земли была сходной современной обстановке на Меркурии: не было ни атмосферы, ни гидросферы. Атмосфера образовалась в результате дегазации ядра из различных газов вулканического выноса. Пары H<sub>2</sub>O и CO<sub>2</sub> создавали условия парникового эффекта, и вплоть до 4 млрд лет тому назад Земля была сходной современной Венере: была атмосфера, но не было гидросферы. Первично бескислородная атмосфера стала кислородной в процессе фотосинтеза после появления прокариотов.

В интервале 4,44–4,40 млрд лет назад на поверхности Земли формировалась ландшафтная (географическая) оболочка. Примерно с 4,0 млрд лет назад после остывания поверхности Земли от сильного нагрева в результате интенсивной метеоритной бомбардировки началось формирование водной оболочки, образуется гидросфера планеты.

Около 4,1–3,8 млрд лет на Земле возник и эволюционировал «мир РНК». Некоторые учёные считают, что РНК – это «сапрофитный вирус», не соответствующий понятию «организм». Поэтому началом появления биосферы можно считать рубеж 3,8 млрд лет тому назад, когда появились первые прокариоты (безядерные) и в течение 3,8–1,8 млрд лет продолжительностью около 2 млрд лет на Земле господствовали только они. Появление фотосинтеза документировано датой 2,7 млрд лет назад.

Около 1,8 млрд лет тому назад появились эукариоты (ядерные). Расцвет и появление полового размножения с эндогенно-замкнутыми видами датируются около 1,2–1,15 млрд лет. Другие учёные опускают это явление до 1,8–1,9 млрд лет тому назад.

Общий многоклеточный предок животных, растений и грибов появился около 1600 млн лет тому назад. В интервале времени 620–600 млн лет появились многоклеточные животные.

Будущее Земли. Предполагается, что через 250–350 млн лет образуется следующий пятый суперконтинент. Произойдет повышение температуры мантии, что приведёт к периодическому усилению вулканической активности. И в последующем этот процесс будет повторяться с периодичностью примерно 700 млн лет.

Группа немецких учёных считает, что непрерывное увеличение солнечного излучения, вызванное накоплением гелия в ядре Солнца, приведёт к повышению температуры поверхности Земли. В результате органический мир Земли будет вымирать в последовательности, обратной его появлению на планете. В зависимости от их терпимости к температуре комплекс многоклеточных вымрет через 0,8–1,2 млрд лет, эукариоты – примерно через 1,3–1,5 млрд лет, прокариоты – примерно через 1,6 млрд лет. [19]. Время жизни *Homo sapiens* определено всего десятками или первыми сотнями млн лет.

Эволюция энтропийно-информационной нематериальной основы Земли (рис. Б). До аккреции, в период газопылевого состояния межзвёздного пространства, не было упорядоченности, организованности. В той среде господствовала только энтропия. В процессе аккреции намечается организованность. Как сильнонеравновесная система, Земля начинает испытывать самоорганизацию. Соответственно, на Земле появилась информация, количество которой в дальнейшем возрастало по мере усиления организованности, осложнения её структуры, непрерывного поступления солнечной энергии, несущей информацию. На Земле начинает действовать закон роста информации.

Наблюдается некоторая корреляция между ростом структурированности внутри планеты и появлением всё более информативных геосфер на её поверхности. После аккреции, завершения интенсивных метеоритных бомбардировок

и остывания магматического океана на поверхности Земли появились географические ландшафты, где в наибольшем масштабе происходят взаимодействие масс, обмен веществом и энергией между планетой и внешними космическими телами. Соответственно сюда больше импортируется информация по сравнению с другими частями тела планеты.

Идет дальнейшее упорядочивание внутри планеты, формируются твёрдое ядро, первичная гранитная кора, а на поверхности появляется вода и постепенно формируется гидросфера. Как известно в настоящее время, вода является значительно информативной [20] по сравнению с твёрдыми физическими телами и воздушными массами.

С небольшим отрывом во времени позже появляются простейшие организмы, которые медленно эволюционируют и все время усложняются. Здесь происходит постепенное усиление концентрации информации, потому что жизнь сама есть информационная система, занимающаяся обменом и обработкой информации [5]. Фундаментальное обобщение по вопросу «что такое жизнь?» сделано в работах Р. Пенроуза [21], В. Эбелинга с соавт. [5], Д.С. Чернавского [22]. Основным выводом научных исследований на сегодня является то, что жизнь рассматривают как информационный феномен.

На рубеже 1,8 млрд лет появляются эукариоты, а в интервале времени 620–600 млн лет тому назад появились многоклеточные животные. Каждое последующее поколение организмов становится более усложнённым, более организованным, более информативным.

В процессе ряда внутренних преобразований, структурных усложнений и роста организованности Земли на её поверхности развивается биосфера с образованием всё новых высокоорганизованных организмов. Действует эффект цефализации (возникновение и рост центральной нервной системы), и в результате появляется самый высокоинформативный организм на Земле – человек, *Homo sapiens*. Возникает человеческий социум, где господствующую позицию заняла внешняя информация. Она привела к появлению каскада других явлений: языка, сознания, мышления и, наконец, разума. На Земле возник Разум – явление, которое по своей значимости сравнимо с зарожде-

нием самой жизни. Он есть результат развития Земли в целом и подготовлен миллиардами лет эволюционного процесса.

Разум принципиально изменил ход эволюции нашей планеты. До его появления на Земле господствовал только один способ взаимодействия живого организма с природой – пассивное приспособление к условиям окружающей среды. Эволюция органического мира шла по пути изменения своих органов в соответствии с обстановками внешней среды. С появлением разума человек стал приспосабливать окружающую среду в соответствии со своими интересами, создавать необходимые условия, удовлетворяющие свои потребности. Он начал преобразовывать природу, создавать новые, доселе неизвестные в природе явления. Появились новые химические элементы, конструктивные вещества, животные и растения. Выросли города и сёла, искусственные водоёмы, сеть коммуникации. Создана «вторая природа», выросла цивилизация. Человек вышел из биосферы и не подчиняется закону биологической эволюции. Он стал вмешиваться в течение процессов в косной природе и в биосфере. Овладел всей средой (сушами, морями, воздушной). Осваивается околоземное космическое пространство и исследуются соседние космические тела (Луны, Марса). Масштабы влияния человека на окружающую среду и преобразования природы настолько огромны, что человечество можно противопоставить всему остальному миру. С помощью науки, развития техники, по словам великого В. И. Вернадского, человек стал мощной геологической силой, преобразующей лик Земли [23]. На Земле создана новая геосфера – ноосфера – сфера разума. Именно разум есть основной признак, который положен в основу обособления этой земной сферы.

Влияние разума на ход развития Земли в перспективе будет возрастать [18, 24]. Небывалый подъём науки, мощные технические средства и технологические решения позволят исследовать природу, планету в целом, комплексно, с высокой точностью. Будут открыты новые мощные источники энергии. Человек научится использовать наряду с энергией атомного ядра энергии кристаллических решёток, тектонических процессов, перепадов температур и давлений, гравитации Земли и космоса. Найдут рентабельные

формы использования энергии Солнца, ветра, недр Земли, морских течений, приливов и отливов, газогидратов суши и моря и многих других. Наступает новая ядерная эпоха. Появляется возможность создания компактных, абсолютно безопасных термоядерных микродвигателей, в миллионы раз более мощных, чем современные турбины. Появляются возможности создания ионных или фотонных двигателей.

Развитие информационной технологии приведёт к созданию компьютера, который будет в 100 миллиардов раз мощнее самого мощного современного персонального компьютера. Они будут осуществлять до 1 трлн операций в секунду. С помощью развитой нанотехнологии миниатюрные микрочипы, соединённые с компьютером, будут вставлены внутри тела человека, чтобы получить непосредственно из мозга информацию о состоянии всего организма, а также о поступлениях новых посланий по электронной почте. Человек при любых жизненных ситуациях без лишних действий может войти в Интернет и получить необходимую информацию, что значительно повысит его познавательные и созидательские возможности.

Всё это поднимет на невиданно высокий уровень мощь человеческого воздействия на окружающую среду. Значительно возрастут прогностические возможности, шансы предугадать ход событий, предвидеть последствия антропогенных нагрузок на природу.

Разум станет мощной управляющей силой, направляющей эволюцию как самого человека, так и природной среды. Он обеспечит устойчивое взаимообусловленное развитие общества и природы, возможность целенаправленно управлять общественной жизнью и тенденцией развития природной среды с целью установления гармонических отношений как внутри общества, так и в системе общество – природа. Информация и знание становятся главными фундаментами этих отношений. Наступит ноократия – власть разума, науки и технологии.

Относительно того, что в результате повышения температуры поверхности Земли органический мир Земли будет вымирать в последовательности, обратной его появлению на планете [19], можно сказать следующее. Возможности науки и технологии через сотни миллионов лет (ноосфера появилась только что, и

мы видим, как огромны её результаты!) будут такими, что ту самую губительную энергию Солнца можно будет использовать для создания мощнейших холодильников, чтобы создать необходимые климатические условия на Земле. По-видимому, именно Разум будет значительно продлевать длительность существования органического мира на нашей планете.

Таким образом, главная особенность эволюции Земли заключается в том, что по мере упорядочивания её массы в пространстве и во времени, усложнения структуры планеты на её поверхности постепенно и последовательно появлялись более информативные оболочки: ландшафтная сфера, гидросфера, биосфера, ноосфера. Каждая предыдущая оболочка была основой для возникновения последующей. Биосфера развивалась и усложнялась на протяжении 4 млрд лет, весьма медленно, но ускорялась в последние этапы эволюции. Ноосфера в геологическом масштабе времени возникла совсем недавно, почти внезапно и имеет активно созидательный характер. Наконец-то информация здесь приобретает свою организующую, направляющую и управляющую роль в эволюции Земли.

#### Литература

1. Добрецов Н.Л. Основы тектоники и геодинамики. – Новосибирск, 2011. – 492 с.
2. Хаин В.Е., Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики. – М.: КДУ, 2005. – 560 с.
3. *Bounama C., Von Bloh W., Franck S.* Das Ende des Raumschiffs Erde // *Spectrum der Wissenschaft*. – October. – 2004. – P. 100–107.
4. Хакен Г. Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам. – М.: КомКнига, 2005. – 248 с.
5. Эбелинг В., Энгель А., Файстель Р. Физика процессов эволюции. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 328 с.
6. Горшков С.П. Эколого-географические основы охраны природы – М.: МГУ, 1992. – 123 с.
7. Пучков Л.А. и Воробьев А.Е. Человек и биосфера: вхождение в техносферу. – М.: Изд-во Московского государственного горного университета (МГГУ), 2000. – 342 с.
8. Летников Ф.А. Сверхглубинные флюидные системы Земли и проблемы рудогенеза. // *Геология рудных месторождений*. – 2001. – Т. 43. – № 4. – С. 291–307.

9. Бакиров А.Б. Главнейшие структуры Земли и источники энергии геодинамических процессов. // *Фундаментальные проблемы геотектоники*. – Т. I. – М.: ГЕОС, 2007 – С. 43–45.
10. Хаин В.Е. От тектоники плит к глобальной геодинамике // *Природа*. – 1995. – № 1. – С. 42–51.
11. Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г., Кирдяшкин А.А. Глубинная геодинамика. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2001. – 408 с.
12. Мамыров Э., Маханькова В.А., Эрнесова Н. Анализ цикличности сейсмического режима Тянь-Шаня // *Современные проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов. Труды V Международного симпозиума Том I*. Бишкек: Научный центр РАН, 2011. – С. 76–79.
13. Бакиров А. Важнейшее свойство природных систем и вопросы базовых составляющих Мира // *Доклады НАН КР*. – 2015. – № 1.
14. Алексеев П., Панин А. Философия. Учебник для студентов вузов. – М.: ТК Велби, Проспект, 2003. – 608 с.
15. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. – М.: Советское радио, 1958. – 215 с.
16. Бекман И. Н. Информатика. Курс лекций. Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова. Химический факультет. Кафедра радиохимии. – М. – Рим, 2009 – <http://profbeckman.narod.ru/InformLec.htm>
17. Эйген М. Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул. – М.: Мир, 1973. – 216 с.
18. Бакиров А. Информация – основа жизни, социума и духовной деятельности. – Бишкек: Илим, 2010. – 255 с.
19. *Franck, S., Bounama, C., and von Bloh, W.*: Causes and timing of future biosphere extinctions, *Biogeosciences*, 3, 85-92, doi:10.5194/bg-3-85-2006, 2006.
20. Зенин С. В. Память воды. <http://www.wateroflive.ru/pam.php> 2008.
21. Пенроуз Р. Новый ум короля. О компьютерах, мышлении и законах физики – М.: Эдиториал УРСС, 2005. – 400 с.
22. Чернавский Д.С. Синергетика и информация. Динамическая теория информации. – М.: Эдиториал УРСС, 2004. – 288 с.
23. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. – М.: Айрис Пресс, 2003. – 574 с.
24. Бакиров А. Ноосферология. – Бишкек, 2006. – 412 с.

УДК 552.48 (235.216)

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКЛОГИТОВ ОРОБАШЫ, АК-ТЮЗСКИЙ МЕТАМОРФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС, СЕВЕРНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ

© 2016 г. Р.Т. Орозбаев

Представлено академиком А. Бакировым  
Поступило 21.04.2016 г.

Изучены эклогиты внутри серпентинитового тела в местности Оробашы. Эклогиты состоят из граната, клинопироксена (Na-авгит), амфибола, рутила, кварца, эпидота, плагиоклаза, калиевого полевого шпата, биотита, парагонита и хлорита. Прогрессивный метаморфизм в эклогитах Оробашы, возможно, проходил в условиях эпидот-амфиболитовой или амфиболитовой фаций. В пиковой стадии метаморфизма эклогитов господствовали условия  $P \sim 18$  кбар,  $T \sim 700$  °С. Ретроградная стадия представлена амфиболитовой и последующей зеленосланцевой фациями.

**Ключевые слова:** эклогит, Ак-Тюз, Оробашы, P-T условия, Тянь-Шань.

## ОРОБАШЫ ЭКЛОГИТТЕРИНИН ТҮЗҮЛҮШҮНҮН ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫК ШАРТТАРЫ, АК-ТҮЗ МЕТАМОРФИКАЛЫК КОМПЛЕКСИ, ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНЬ

Оробашы аймагындагы серпентиниттердин арасынан табылган эклогиттер изилденди. Алар гранат, клинопироксен (Na-авгит), амфибол, рутил, кварц, эпидот, плагиоклаз, калийлуу талаа шпат, биотит, парагонит жана хлориттен турат. Оробашы эклогиттеринде прогрессивдүү метаморфизм эпидот-амфиболиттик же амфиболиттик фация шарттарында өткөн. Эң жогорку баскычында эклогиттердин метаморфизми  $P \sim 18$  кбар;  $T \sim 700$  °С шарттарында өкүм сүргөн. Ретрограддык стадия амфиболиттик жана андан кийинки жашыл-сланецтер фациялары менен өткөн.

**Түйүндүү сөздөр:** эклогит, Ак-Түз, Оробашы, P-T шарттары, Тянь-Шань.

## PHYSICO-CHEMICAL CONDITIONS OF FORMATION OF OROBASHY ECLOGITES, AKTYUZ METAMORPHIC COMPLEX, NORTHERN TIEN-SHAN

Eclogites occurring within serpentinite body in the Orobashy area are investigated. They consist of garnet, clinopyroxene (Na-augite), amphibole, rutile, quartz, epidote, plagioclase, K-feldspar, biotite, paragonite and chlorite. In the Orobashy eclogites, the prograde metamorphism took place in epidote-amphibolite or amphibolite facies conditions. The eclogites experienced higher pressure and temperature ( $P \sim 18$  кбар;  $T \sim 700$  °С) conditions during the peak metamorphism. The retrograde stage is represented by amphibolite and subsequent greenschist facies conditions.

**Key words:** eclogite, Aktyuz, Orobashy, P-T conditions, Tien-Shan.

### Геология района

Ак-Тюзский метаморфический комплекс находится в Заилийском хребте Северного Тянь-Шаня (рис. 1) и включает в себя Ак-Тюзскую свиту и Кеминскую серию [1, 2, 3]. Ак-Тюзская свита состоит в основном из пели-

товых и гранитовых гнейсов, в которых «плавают» будины и линзы эклогитов, гранатовых амфиболитов и амфиболитов. Кеминская серия включает копурелисайскую, капчыгайскую и кокбулакскую свиты. Копурелисайская свита состоит из метагаббро, метабазальтов и сер-

пентинитов, эти породы, возможно, представляют фрагменты офиолитового комплекса [3]. Капчыгайская свита состоит из мигматитов, субстрат которых представлен породами офиолитового комплекса (амфиболитами, метагаббро, серпентинитами и тальк-содержащими сланцами). Кокбулакская свита также состоит из мигматитов, но субстрат их сложен метапелитово-карбонатными породами, кварцитами и мраморами. Кеминская серия прорывается интрузиями с возрастными, начиная от протерозойских до нижнепалеозойских ( $1296 \pm 96$ ,  $743 \pm$

$33$  и  $532 \pm 46$  млн лет – [4]; 840-801 и 472 млн лет – [5]).

Обнажения эклогитов в Оробашы находятся примерно в 30 км к юго-западу от Актюзской свиты (рис. 1) и впервые были обнаружены А.Б. Бакировым в 1989 году. В данном районе линзообразные тела серпентинитов разных размеров (от нескольких десятков метров до 1800 м) выходят вдоль разломов, протягивающихся в С-СВ и Ю-ЮЗ направлениях, в пределах зоны распространения мигматитов капчыгайской и кокбулакской свит (рис. 2). Са-

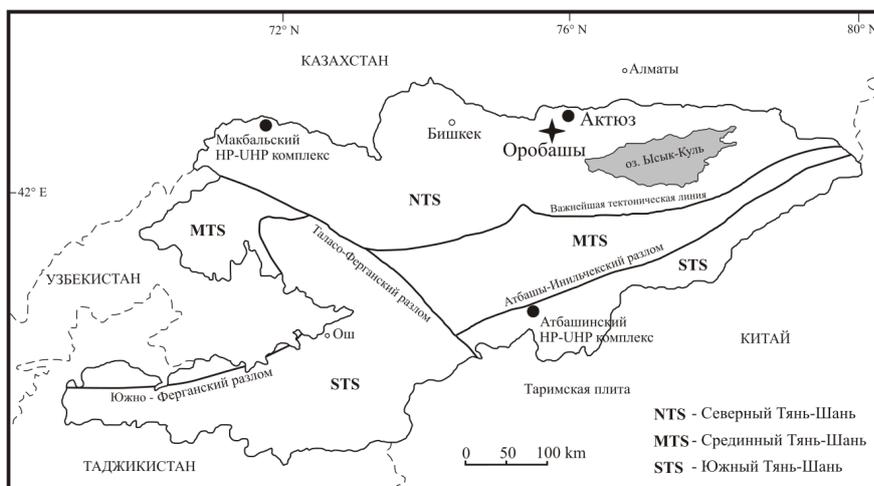


Рис. 1. Тектоническое деление Тянь-Шаня

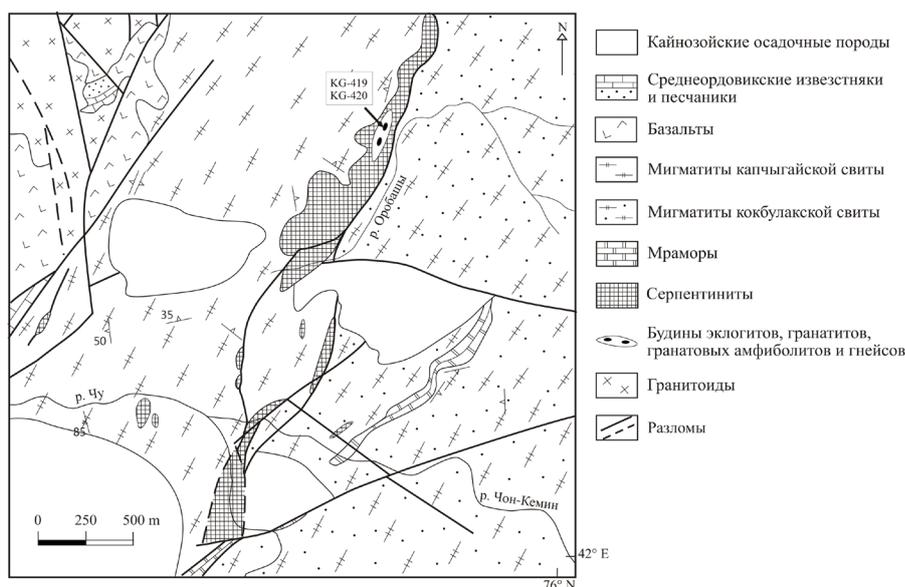


Рис. 2. Геологическая карта местности Оробашы

мое большое тело серпентинита имеет размеры 1800 м в длину и 300 м в ширину и включает в себя будины/блоки эклогитов, гранатовых амфиболитов, гранатитов, биотитовых гнейсов, гранито-гнейсов и метапелитовых гнейсов разных размеров (от 20 см до 30 м) [6]. Массивные блоки эклогитов, гранатитов и гранатовых амфиболитов в периферической части сильно амфиболитизированы. Эти блоки и серпентинитовый матрикс прорываются гранитными дайками и жилами.

В данной работе изучена петрология эклогитов, взятых из серпентинитов (рис. 2), и получены предварительные данные *P–T*-условия их формирования.

### Петрографическое описание пород

Эклогиты состоят из граната, клинопироксена (натрийсодержащий авгит–омфацит), амфибола (Mg-роговая обманка, чермакит, паргасит и актинолит) и рутила. В незначительном количестве встречаются апатит, эпидот, кварц, плагиоклаз, калиевый полевой шпат, биотита, парагонит, хлорит, ильменит и циркон. Эклогиты средне- и крупнозернистые и обладают гранобластовой структурой (рис. 3а). Сосуществующие гранаты и клинопироксены являются доминирующими минералами. Прожилки плагиоклаза пересекают эклогитовые минералы.

Гранат встречается в виде идиоморфно-гипидиоформных кристаллов до 2 мм в диаметре и имеет зональность от бледно-розового в ядре до бесцветного к краю. Ядра гранатов очень богаты минеральными включениями, но к краю

они значительно уменьшаются (рис. 3б). В ядре граната включения представлены эпидотом, амфиболами (чермакит, паргасит и Mg-роговая обманка), биотитом, плагиоклазом, апатитом, кварцем, рутилом, ильменитом и редким парагонитом, в то время как периферия граната содержит редкие включения кварца, рутила, калиевого полевого шпата и амфибола (Mg-роговая обманка) (рис. 3б). Гранат частично замещен амфиболом (Mg-роговая обманка/актинолит), плагиоклазом, биотитом и хлоритом (рис. 3а). Призматические кристаллы клинопироксена доходят до 5 мм и содержат включения граната, Mg-роговой обманки, эпидота, рутила и кварца. Включения эпидота в клинопироксене иногда имеют текстуру радиальной трещины. Клинопироксен частично замещен симплектиками Mg-роговой обманки и плагиоклаза. Mg-роговая обманка в матрице характеризуется призматическими кристаллами до 3 мм в длину и имеет плеохроизм  $X'$  = светло-желтовато-зелёный и  $Z'$  = бледно-зелёный. Mg-роговая обманка имеет включения рутила, граната и клинопироксена.

### Аналитические методы

Химический состав минералов был определен электронным микронзондом (JEOL JXA-8800M), установленным на «Кафедре наук о Земле» Университета Шимане (Япония). Для всех минералов были использованы следующие аналитические характеристики: ускоряющее напряжение – 15 kV, ток пучка – 20 nA и диаметр пучка – 5 μm. Содержание трехвалент-

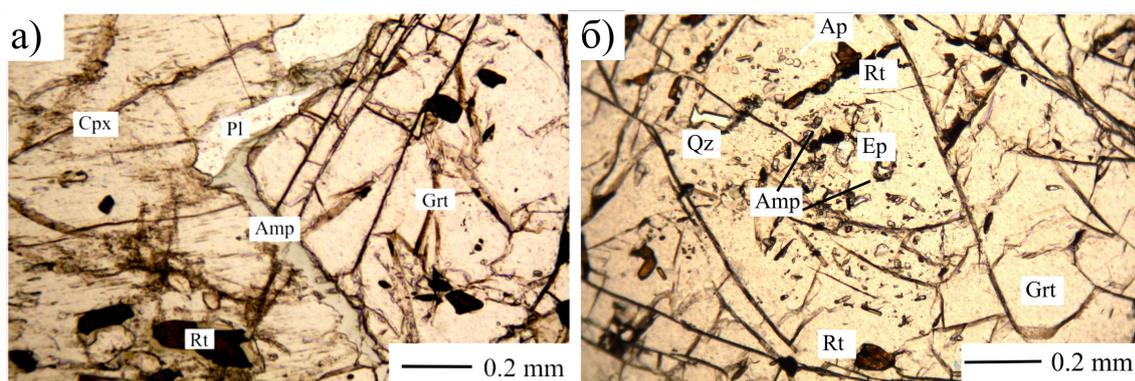


Рис. 3. Микрофотографические снимки, показывающие структуру минералов в эклогитах Оробашы: (а) средне- и крупнозернистые эклогиты с гранулированной текстурой, а также Mg-роговая обманка (Amp) и плагиоклаз (Pl) развиваются как ретроградный продукт на контакте граната (Grt) и клинопироксена (Cpx); (б) ядро граната содержит включения амфибола, эпидота (Ep), рутила (Rt), кварца (Qz) и апатита (Ap)

Таблица 1 – Химический состав минералов в эклогитах Оробашы

Минерал	Grt	Grt	Cpx	Cpx	Act	Ts	Prg	Mg-Hbl	Pl	Kfs	Ep	Chl
Анализы	107	118	129	130	27	29	30	58	169	18	6	175
	ядро	край										
SiO <sub>2</sub>	36.82	39.11	52.47	52.22	54.23	42.46	42.30	51.48	62.17	63.72	37.29	26.75
TiO <sub>2</sub>	0.14	0.06	0.09	0.18	0.00	0.57	0.95	0.51	0.00	0.00	0.10	0.03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.69	21.62	2.52	6.47	1.27	16.40	15.11	5.40	23.49	17.75	22.56	19.88
FeO	30.76	19.02	5.24	4.33	10.30	10.21	11.06	8.45	0.35	0.81	12.81	19.14
MnO	1.96	0.49	0.04	0.05	0.23	0.12	0.13	0.08	0.06	0.03	0.00	0.20
MgO	3.00	8.00	14.14	12.79	17.24	12.12	12.66	16.89	0.01	0.23	0.06	19.52
CaO	5.71	10.78	24.29	20.43	12.88	10.23	10.78	12.44	5.09	0.08	22.56	0.03
Na <sub>2</sub> O	0.00	0.04	0.59	2.70	0.12	2.57	2.48	0.61	9.00	0.13	0.00	0.00
K <sub>2</sub> O	0.01	0.04	0.05	0.01	0.05	0.61	0.82	0.16	0.09	16.55	0.04	0.05
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.02	0.07	0.02	0.00	0.00	0.03	0.01	0.03	0.00	0.00	0.06	0.00
Сумма	99.11	99.23	99.46	99.16	96.33	95.31	96.29	96.03	100.26	99.30	95.49	85.58
Oxygen	12	12	6	6	23	23	23	23	8	8	25	28
Si	2.977	2.999	1.947	1.918	7.836	6.286	6.258	7.418	2.756	2.987	37.29	5.589
Ti	0.008	0.003	0.003	0.005	0.000	0.064	0.106	0.055	0.000	0.000	0.10	0.004
Al	1.971	1.954	0.110	0.280	0.217	2.861	2.634	0.916	1.227	0.981	22.56	4.894
Fe	2.080	1.220	0.163	0.133	1.245	1.265	1.369	1.018	0.013	0.032	14.23	3.344
Mn	0.134	0.032	0.001	0.001	0.028	0.015	0.017	0.010	0.002	0.001	0.00	0.035
Mg	0.362	0.915	0.782	0.700	3.714	2.676	2.792	3.628	0.000	0.016	0.06	6.080
Ca	0.495	0.886	0.966	0.804	1.995	1.622	1.709	1.920	0.242	0.004	22.56	0.006
Na	0.000	0.006	0.043	0.192	0.033	0.737	0.710	0.170	0.774	0.012	0.00	0.000
K	0.001	0.004	0.003	0.001	0.010	0.114	0.155	0.029	0.005	0.990	0.04	0.013
Cr	0.001	0.004	0.001	0.000	0.000	0.003	0.001	0.003	0.000	0.000	0.06	0.000
Сумма	8.029	8.023	4.018	4.034	15.077	15.644	15.751	15.167	5.020	5.023	96.91	19.965

Grt–гранат; Cpx–клинопироксен; Act–актинолит; Ts–чермакит; Prg–паргасит; Mg–Hbl – магнезиальная роговая обманка; Pl–плаггиоклаз; Kfs–калиевый полевой шпат; Ep–эпидот; Chl–хлорит

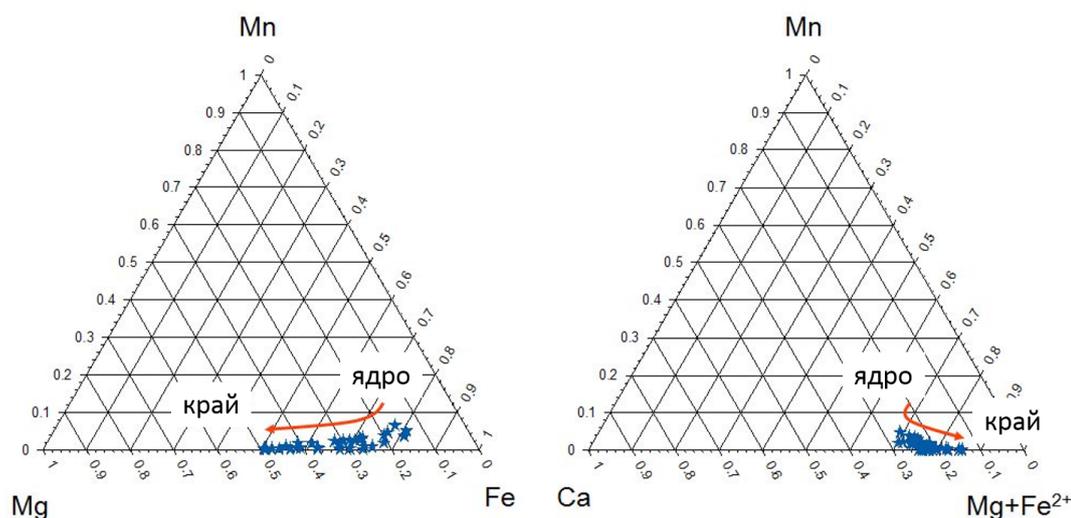


Рис. 4. Химический состав гранатов в эклогитах Оробашы

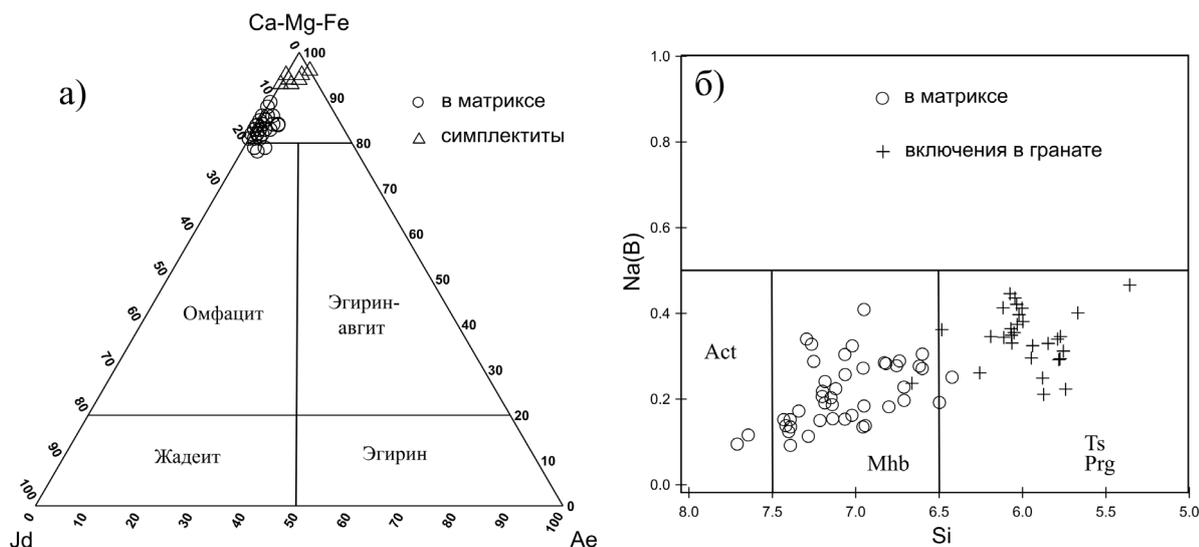


Рис. 5. Химический состав (а) клинопироксенов и (б) амфиболов в эклогитах Оробашы

ного железа в химических анализах граната и клинопироксена было вычислено на основе стехиометрии [ $\text{Fe}^{3+} = 8 - 2\text{Si} - 2\text{Ti} - \text{Al}$  (для граната)]; [ $\text{Fe}^{3+} = 4 - 2\text{Si} - 2\text{Ti} - \text{Al} + \text{Na}$  (для клинопироксена)]. Процентное соотношение (mol.%) жадеита (Jd), эгирина (Ae) и авгита (Aug) в клинопироксенах было вычислено по формуле:  $\text{Jd} = \text{Al}^{\text{VI}} * 100$ ,  $\text{Ae} = \text{Na} - \text{Jd}$  или  $\text{Ae} = \text{Fe}^{3+}$ , если  $(\text{Na} - \text{Jd}) \geq \text{Fe}^{3+}$ , и  $\text{Aug} = 100 - (\text{Jd} + \text{Ae})$  соответственно. Трехвалентное железо в амфиболах вычислено по «13eCNK методологии», предложенной Шумахером [7].

#### Химический состав минералов

Химический состав *гранат а* в эклогитах приведен в табл. 1 и отражен на рис. 4. Его минимальный состав: алмадин 36.1–61.3 mol%, гроссуляр 13.3–21.9 mol%, пироп 10.8–43.4 mol% и спессартин 0.1–4.9 mol%. Гранаты характеризуются также химической зональностью с увеличением Mg и уменьшением Mn от ядра к краю (рис. 4), которая указывает на зональность прогрессивного метаморфизма.

*Клинопироксен* в матриксе и симплектитах по составу попадает в группу Ca-Mg-Fe пироксенов (табл. 1; рис. 5а). Симплектитовый клинопироксен имеет слегка высокое содержание акмитового компонента. Ни прогрессивная, ни ретроградная зональность в клинопироксенах не обнаружена. Содержание жадеитового компонента (Jd) клинопироксенов варьируется от 3

до 18 mol.%, а компоненты эгирина (Ae) и авгита (Aug) – в пределах 0–4 и 82–97 mol.% соответственно. Клинопироксен классифицирован в основном как Na-авгит и редко – омфацит.

*Амфибол* в эклогитах охарактеризован как Ca-амфибол и в зависимости от химического состава подразделен на: Mg-роговую обманку, чермакит, паргасит и актинолит (табл. 1; рис. 5б). Включения в гранатах имеют состав чермакита и паргасита ( $\text{Al}_2\text{O}_3=15,5\text{--}19,4$  wt%;  $\text{TiO}_2=0,4\text{--}1,6$  wt%), в то же время в клинопироксене – Mg-роговая обманка ( $\text{Al}_2\text{O}_3=6,8\text{--}11,5$  wt%;  $\text{TiO}_2=0,3\text{--}1,1$  wt%). Амфиболы в матриксе зональны, в ядре – Mg-роговая обманка ( $\text{Al}_2\text{O}_3=8,2\text{--}16,4$  wt%;  $\text{TiO}_2=0,3\text{--}0,9$  wt%) и редкий паргасит, а край – актинолит ( $\text{Al}_2\text{O}_3=1,2\text{--}5,4$  wt%;  $\text{TiO}_2=0,1\text{--}0,3$  wt%).

*Белые слюды* представлены парагонитом, который встречается как включения в гранатах. Содержание Si варьируется от 5,48 до 5,82 и соотношение  $\text{Na}/(\text{Na}+\text{K})$  между 0,77 и 0,98. Фенгит отсутствует.

*Полевой шпат* в эклогитах классифицирован как альбит, олигоклаз, андезин и калиевый полевой шпат (табл. 1). Включения в гранатах в основном олигоклаз и андезин.

*Другие минералы.* Эпидот обнаружен в виде включений в гранатах и в матриксе эклогитов. Содержание пистацита  $\text{Ps} = [\text{Fe}^{3+}/(\text{Al}+\text{Fe}^{3+})]$  в эпидотах варьируется между 0,12 и 0,24 (табл. 1).

## Р-Т эволюция эклогитов Оробашы

Основываясь на петрографическом описании, метаморфизм в эклогитах из серпентинитов в местности Оробашы можно разделить на три стадии: пре-пиковая, пиковая эклогитовая и ретроградная [6]. Гранаты в эклогитах содержат включения эпидота, амфибола (чермакит, паргасит и Mg-роговая обманка), биотита, паргонита, полевого шпата (олигоклаз, андезин, калиевый полевой шпат), апатита, рутила, ильменита и кварца, которые могут указывать на метаморфические условия эпидот-амфиболитовой или амфиболитовой фации. Экспериментальными исследованиями была установлена зависимость весовых процентных содержаний  $Al_2O_3$  и  $TiO_2$  в кальциевых амфиболах от Р-Т условий [8]. Принимая во внимание содержание  $Al_2O_3=15,5-19,4$  wt% и  $TiO_2=0,4-1,6$  (?) wt% в минеральных включениях чермакита и паргасита в гранатах и используя экспериментальные данные, можно предположить, что препиковая стадия метаморфизма прохо-

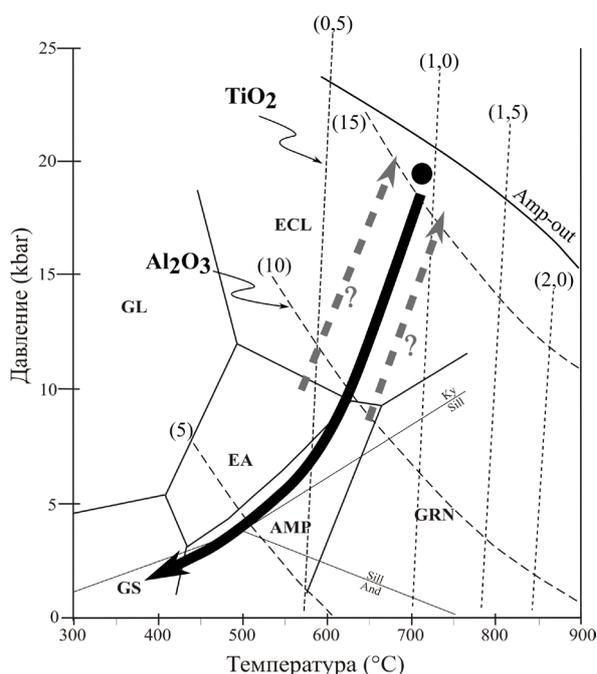


Рис. 6. Полученная Р-Т -диаграмма для эклогитов Оробашы. Экспериментально полученные изолинии  $Al_2O_3$  и  $TiO_2$  в весовых процентных содержаниях в Са-амфиболах по [8]. Границы метаморфических фаций по [9]. Реакция Amp-out по [10]

дила в условиях высоких давлений (изолиния  $Al_2O_3>15$  на рис. 6). Нужно отметить, что при таких условиях обычно чермакит и паргасит неустойчивы и высокое содержание  $Al_2O_3$  в амфиболах возможно из-за вмещающего минерала – граната. Прогрессивная стадия эклогитов может проходить через эпидот-амфиболитовую или амфиболитовую фации, другими словами, Р-Т -путь может иметь форму по или против часовой стрелки (серые пунктирные линии на рис. 6).

Существование граната и клинопироксена вместе с рутилом и кварцем в матриксе эклогитов означает стадию пика метаморфизма в эклогитовой фации. Ранее с использованием гранат-клинопироксенового геотермометра [11] получены Р-Т -условия пика метаморфизма для эклогитов в Оробашы  $T = 600-650$  °С,  $P = 12-13$  кбар [6]. Максимальное содержание жадеитового компонента 18% в клинопироксене указывало на минимальное давление 12 кбар при 650 °С [12]. Однако амфиболы в матриксе эклогитов зональны; в ядре Mg-роговая обманка имеет высокое содержание  $Al_2O_3=8,2-16,4$  wt% и  $TiO_2=0,3-0,9$  wt%, максимальные значения которых указывают на высокое давление ( $P\sim 18$  кбар) и температуру ( $T\sim 700$  °С) (заполненный круг на рис. 6). Исходя из этого, можно предположить, что амфибол тоже был устойчив в условиях пика метаморфизма вместе с гранатом, клинопироксеном, рутилом и кварцем.

Замещение гранатов Mg-роговой обманкой, актинолитом, плагиоклазом, биотитом и хлоритом и клинопироксенов симплектитамы Mg-роговая обманка + плагиоклаз определяет ретроградную метаморфическую стадию в условиях амфиболитовой фации. Более того, край зонального амфибола в матриксе эклогитов классифицирован как актинолит и имеет низкое содержание  $Al_2O_3=1,2-5,4$  wt% и  $TiO_2=0,1-0,3$  wt%. Это указывает на то, что ретроградная стадия метаморфизма эклогитов проходила через амфиболитовую в фацию зеленых сланцев (рис. 6).

## Литература

1. Бакиров А.Б. Тектоническая позиция метаморфических комплексов Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1978. – 261 с.

2. Бакиров А.Б. Особенности строения и условия формирования эклогитоносных метаморфических формаций Тянь-Шаня // Кристаллическая кора в пространстве и времени – метаморфические и гидротермальные процессы. – М.: Наука, 1989. – С. 193–203.
3. Бакиров А.Б., Тагири М., Сакиев К.С., Ивлева Е.А. Нижний докембрий Тянь-Шаня и геодинамические условия его формирования // Геотектоника. – 2003. – № 5. – С. 27–40.
4. Киселёв В.В. U-Pb (по цирконам) геохронология магматических проявлений Северного Тянь-Шаня // Известия НАН КР. – 1999. – С. 21–33.
5. Kröner A., Alexeiev DV., Hegner E., Rojas-Agramonte Y., Corsini M. *u др.* Zircon and muscovite ages, geochemistry, and Nd-Hf isotopes for the Aktyuz metamorphic terrane: Evidence for an Early Ordovician collisional belt in the northern Tianshan of Kyrgyzstan // Gondwana Research. – 2012. – № 21. – С. 901–927.
6. Orozbaev R.T., Bakirov A.B., Takasu A., Tagiri M., Sakiev K.S. Eclogite blocks in a serpentinite body in the Orobashy area, Zaili Range, Northern Kyrgyz Tien-Shan // Earth Science (Chikyu Kagaku). – 2010. – № 64. – С. 117–126.
7. Leake B.E., Wooley A.R., Arps C.E., Birch W.D., Gilbert M.C. *u др.* Nomenclature of amphiboles; report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association Commission on New Minerals and Mineral Names // Mineralogical Magazine. – 1997. – № 61. – С. 295–321.
8. Ernst W.G., Liu J. Experimental phase-equilibrium study of Al- and Ti-contents of calcic amphibole in MORB – A semiquantitative thermobarometer // American Mineralogist. – 1998. – № 83. – С. 952–969.
9. Takasu A. P-T histories of peridotite and amphibolite tectonic blocks in the Sambagawa metamorphic belt, Japan. // Evolution of Metamorphic Belts. – London: Geological Society by Blackwell Scientific Publications, 1989. – № 43. – С. 533–538.
10. Liu J., Bohlen S.R., Ernst, W.G. Stability of hydrous phases in subducting oceanic crust // Earth and Planetary Science Letters. – 1996. – № 143. – С. 161–171.
11. Ellis E., Green D. An experimental study of the effect of Ca upon garnet-clinopyroxene Fe-Mg exchange equilibria // Contributions to Mineralogy and Petrology. – 1979. – № 71. – С. 13–22.
12. Holland T.J.B. Experimental determination of the activities in disordered and short-range ordered jadeitic pyroxenes // Contributions to Mineralogy and Petrology. – 1983. – № 82. – С. 214–220.

УДК 550.34

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ РАЗМЕРНОСТИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЗЕМЛИ В ЦЕЛОМ

© 2016 г. член-корр. НАН КР Р.О. Оморов, М.О. Омуралиев, А.М. Омуралиева

Поступило 29.06.2016 г.

В статье приводятся оригинальные результаты определения естественных размерностей сейсмических (геофизических) процессов Земли в целом.

**Ключевые слова:** сейсмогенные образования, сейсмогенная система, сейсмическая среда, фрактальная размерность сейсмических процессов, показатель фрактальности, показатель Херста.

## БААРДЫК ЖЕРДИН СЕЙСМИКАЛЫК ПРОЦЕССТЕРИНИН ТАБИГЫЙ ӨЛЧӨМДӨРҮ

Макалада баардык Жердин сейсмикалык (геофизикалык) процесстеринин табигый өлчөмдөрүн аныктоонун өзгөчө жыйынтыктары берилген.

**Негизги сөздөр:** сейсмогендик жаратмалар, сейсмогендик система, сейсмикалык чөйрө, сейсмикалык процесстердин фракталдык өлчөмү, фракталдык көрсөткүч, Херст көрсөткүчү.

## THE NATURAL DIMENSIONS OF THE SEISMICAL PROCESSES OF THE EARTH

New results definition of natural dimensions of the seismic (geophysical) processes of the Earth are presented in the paper.

Key words: seismic formations, seismic system, seismic environment, the fractal dimension of the seismic processes, the Herst's dimension.

### Введение

Землетрясения, проявленные в Земном шаре, его частях, а именно в литосферных плитах, в иерархии активных блоков и зон разломов [1], формируют соответствующие сейсмические среды – сейсмогенные образования, т.е. компактные множества с естественной (природной) размерностью. В связи с тем что геофизическая среда является дискретной средой [2 – 5], сейсмогенные образования, вероятно, имеют состояние, не похожее на газообразное состояние и не похожее на состояние твердого тела. Естественная размерность может отличаться от традиционной: одномерной, двумерной, трехмерной и других целочисленных размерностей. Данная сейсмогенная система, как

и физическая, астрофизическая, биологическая системы, химические соединения и т.п., может иметь характерные свойства со специфическими системами координат (размерностями).

Размерность сейсмической среды всей Земли в целом Хаусдорф в 1919 г. предложил определение размерности для случая компактного множества в произвольном метрическом пространстве [6 – 9]:

$$D = \lim[\ln N(\delta) / \ln(1 / \delta)] \quad (1)$$

или

$$N(\delta) \approx \delta^{-D}, \quad (2)$$

где  $N(\delta)$  – минимальное количество шаров радиуса  $\delta$ , покрывающее это множество. Величину  $\delta$  в общем виде можно назвать «фактором». Для определения естественной размерности

сейсмической среды в качестве фактора могут быть взяты величина сейсмического момента  $M_0$ , моментная магнитуда  $M_w$  землетрясений и др. Соответственно формула (2) в этих факторах будет иметь вид:

$$N(M_0) \approx M_0^{-D}, \quad N(M_w) \approx M_w^{-D}, \quad (3)$$

где  $M_0$  – сейсмический момент,  $M_w$  – моментная магнитуда,  $D$  – размерность сейсмической среды.

Рихтер и Гутенберг [10 – 11] впервые предложили зависимость между магнитудой  $M$  и общим числом  $N$  землетрясений для любого заданного региона и промежутка времени:

$$\lg N = a - bM \quad (4)$$

или

$$N \approx aA^{-b}, \quad (5)$$

где  $N$  – среднегодовая частота землетрясений,  $A$  – амплитуда сейсмических волн,  $M$  – магнитуда землетрясения (по Рихтеру),  $a$  и  $b$  – эмпирические коэффициенты нелинейного степенного распределения. Для землетрясений всего Земного шара эти коэффициенты составляют:  $a=0,48$ ,  $b=0,9$ . Сопоставляя выражения (1), (2), с одной стороны, и (4), (5) – с другой, можно сказать, что между ними существует аналогия. Рихтер и Гутенберг, т.е. коэффициент  $b$  в выражениях (4), (5), представляет собой размерность  $D$  в (1) и (2).

До сих пор природа коэффициента  $b$  оставалась непонятной. Касахара [12] отмечал, «что значение  $b$ , вероятно, отражает каким-то образом свойство среды». Теперь, опираясь на вышеизложенное, можно сказать более определенно, что величина  $b$  является размерностью произвольного метрического пространства сейсмической среды. Данная размерность может изменяться в соответствии с нелинейной динамикой сейсмического процесса.

Зависимость между классом сейсмического момента и числом ряда значительных землетрясений (количество 80) всей Земли в целом за 2000 – 2012 гг. на основе данных Global CMT Catalog [13] приведена на рис. 1.

Данная зависимость выражается формулой:

$$\lg N = -0,5967 \lg M_0 + 12,598, \quad R^2 = 0,9972, \quad (6)$$

где  $N$  – среднегодовая частота землетрясений,  $\lg M_0$  – сейсмический момент (Н·м).  $R^2$  – досто-

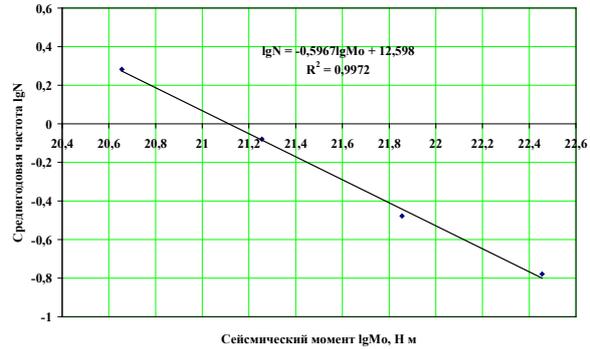


Рис. 1. Зависимость между классом сейсмического момента и среднегодовым числом землетрясений всей Земли в целом за 2000–2012 гг.

верность аппроксимации. Повторяемость землетрясений с разным сейсмическим моментом предопределяется фрактальной естественной размерностью сейсмической среды Земли в целом  $D=0,5967$ . Соответственно, зависимость между сейсмическим моментом и числом землетрясений всей Земли в целом выражается формулой:

$$N = 10^{12,598} M_0^{-0,5967}, \quad R^2 = 0,9972, \quad (7)$$

где  $N$  – среднегодовая частота землетрясений,  $M_0$  – сейсмический момент землетрясения (Н·м),  $R^2$  – достоверность аппроксимации. Следовательно, сейсмический момент землетрясения всей Земли в целом распределяется нелинейно по степенному закону.

На рис.2 приведена зависимость между длительностью цуга волн источника  $\lg t_0$  (сек) и числом землетрясений Земли в целом за 2000 – 2012 гг. Данная зависимость выражается формулой:

$$\lg N = -0,8129 \lg t_0 + 1,2086, \quad R^2 = 0,9464, \quad (8)$$

где  $N$  – среднегодовая частота землетрясений,  $\lg t_0$  – длительность цуга волн источника (сек).  $R^2$  – достоверность аппроксимации. Повторяемость землетрясений с разной длительностью цуга волн источника предопределяется фрактальной естественной размерностью сейсмической среды Земли в целом  $D=0,8129$ . Соответственно, зависимость между длительностью цуга волн источника и числом землетрясений всей Земли в целом выражается формулой:

$$N = 10^{1,2086} t_0^{-0,8129}, \quad R^2 = 0,9972. \quad (9)$$

где  $N$  – среднегодовая частота землетрясений,  $t_0$  – длительность цуга волн источника (сек),

$R^2$  – достоверность аппроксимации. Следовательно, длительность цуга волн очага землетрясения всей Земли в целом, распределяются нелинейно по степенному закону.

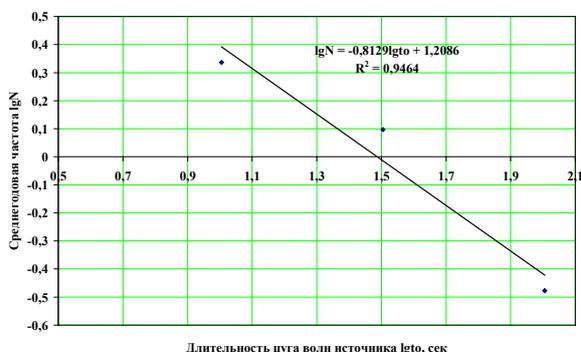


Рис.2. Зависимость между длительностью цуга волн источника  $lgt_0$  (сек) и среднегодовым числом землетрясений всей Земли в целом за 2000–2012 гг.

На рис.3 приведена зависимость между величиной сброшенного напряжения  $lg\Delta\sigma$  (Па) и числом землетрясений Земли в целом за 2000–2012 гг.

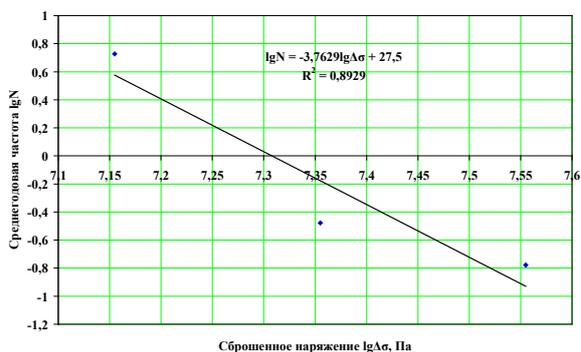


Рис.3. Зависимость между величиной сброшенного сейсмического напряжения  $lg\Delta\sigma$  (Па) и среднегодовым числом землетрясений всей Земли в целом за 2000–2012 гг.

Данная зависимость выражается формулой:

$$lg N = -3,7629 lg \Delta\sigma + 27,5, R^2 = 0,8929, \quad (10)$$

где  $N$  – среднегодовая частота землетрясений,  $\Delta\sigma$  – сброшенное сейсмическое напряжение (Па).  $R^2$  – достоверность аппроксимации. Повторяемость землетрясений с разной величиной сброшенного сейсмического напряжения предопределяется фрактальной естественной размерностью сейсмической среды Земли в целом  $D=3,7629$ . Соответственно, зависимость

между величиной сброшенного сейсмического напряжения и числом землетрясений всей Земли в целом выражается формулой:

$$N = 10^{27,5} \Delta\sigma^{-3,7629}, R^2 = 0,8929 \quad (11)$$

где  $N$  – среднегодовая частота землетрясений,  $\Delta\sigma$  – сброшенное сейсмическое напряжение (Па),  $R^2$  – достоверность аппроксимации. Следовательно, сброшенное сейсмическое напряжение землетрясений всей Земли в целом распределяется нелинейно по степенному закону.

Зависимость между классом сейсмического момента и числом землетрясений (количество 7650) всей Земли в целом за август 2012 г. – апрель 2016 г. на основе ежесуточного каталога Global CMT Catalog [13] приведена на рис.4.

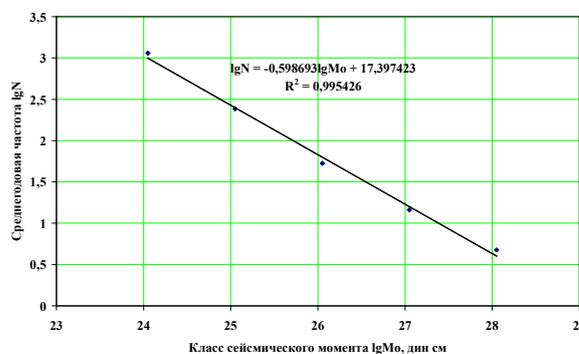


Рис.4. Зависимость между классом сейсмического момента и среднегодовым числом землетрясений всей Земли в целом за август 2012 г. – апрель 2016 г.

Данная зависимость выражается формулой:

$$lg N = -0,598693 lg Mo + 17,397423, R^2 = 0,9954, \quad (12)$$

где  $N$  – среднегодовая частота землетрясений,  $lgMo$  – сейсмический момент (дин·см).  $R^2$  – достоверность аппроксимации. Соответственно эту зависимости можно написать в виде:

$$N = 10^{17,397423} Mo^{-0,598693}, R^2 = 0,9954$$

$$\text{или } N Mo^{0,598693} = 10^{17,397423}, \quad (13)$$

где  $N$  – среднегодовая частота землетрясений,  $Mo$  – сейсмический момент землетрясений (дин·см),  $R^2$  – достоверность аппроксимации. Повторяемость землетрясений с разным сейсмическим моментом предопределяется фрактальной естественной размерностью сейсмической среды Земли в целом  $D=0,598693$ . Вели-

чины естественной размерности среды за 2000 – 2012 гг. и 2012 – 2016 гг. выражения (6) и (12) немного отличаются.

Важно отметить, что произведение среднегодовой частоты землетрясения и сейсмического момента – постоянная величина.

На рис.5 приведена зависимость между магнитудой  $M_w$  и числом землетрясений (количество 7650) Земли в целом за август 2012 г. – апрель 2016 г.

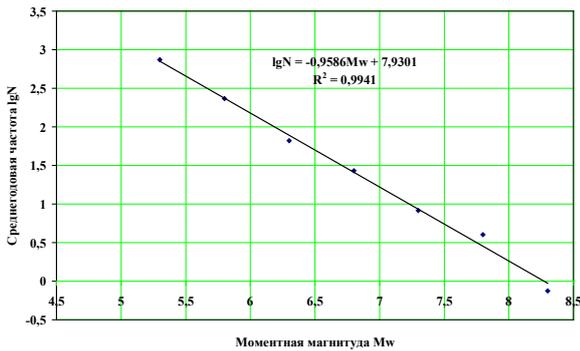


Рис.5. Зависимость между моментной магнитудой  $M_w$  и среднегодовым числом землетрясений Земли в целом за август 2012 г. – апрель 2016 г.

Данная зависимость выражается формулой:

$$\lg N = -0,9586M_w + 7,9301, \quad R^2 = 0,9941, \quad (14)$$

где  $N$  – среднегодовая частота землетрясений,  $M_w$  – моментная магнитуда землетрясений. Сейсмическая среда Земли в целом относительно магнитуды  $M_w$  имеет естественную размерность  $D = 0.9586$ .

Вышеизложенные результаты позволяют отметить, что сейсмическая среда всей Земли в целом относительно факторов таких, как высвобождение сейсмического момента  $M_0$ , проявление землетрясений различной моментной магнитуды  $M_w$ , длительностью цуга волн источника  $t_0$  величины сброшенного сейсмического напряжения  $\Delta\sigma$ , и т.д. имеют свойственную естественную размерность. Эти факторы распределены самоподобно, нелинейно по степенному закону. Степенной закон их распределения выражают нелинейные сейсмические процессы дискретной геофизической среды. Данная закономерность может являться основой теории и практики сейсмологии на новом уровне.

### Размерность сейсмических процессов всей Земли в целом

Временные ряды параметров в последовательности землетрясений являются естественными фракталами, а сейсмические процессы имеют фрактальную размерность, которая предопределяет характер их взаимосвязи (соотношение). Временной ряд может иметь характерный разброс (размах)  $R$  и стандартное отклонение  $S$ . В соответствии с теорией фрактального анализа [7-9] нормированный размах  $R/S$  может быть выражен формулой:

$$R/S = (\tau / 2)^H, \quad (9)$$

где  $R(\tau)$  – размах временного ряда за период  $\tau$ ,  $S$  – стандартное отклонение за период  $\tau$ ,  $H$  – показатель Херста. Фрактальная размерность временного ряда может быть определена по формуле:

$$D = 2 - H. \quad (10)$$

Вместе с тем временной ряд характеризуется индексом фрактальности:

$$M = 1 - H \text{ или } \mu = D - 1 \quad (11)$$

и показателем фрактальности:

$$d = 2H + 1. \quad (12)$$

Изучение временных рядов сейсмического момента  $M_0$ , длительности цуга волн очага  $t_0$ , сброшенного напряжения  $\Delta\sigma$ , глубины очага  $H$  значительных землетрясений (количество 80) за 2000 – 2012 гг. (Каталог Global CMT Catalog [13]) показало (табл.1), что они являются естественными фракталами.

Естественная размерность временного ряда сейсмического момента землетрясений равна  $D=1,7969$ , длительности цуга волн очага –  $D=1,7860$ , сброшенного сейсмического напряжения –  $1,7374$ , глубина очага –  $D=1,7434$ . В соответствии с теорией фрактального анализа временные ряды могут быть отнесены к процессу, обладающему «положительной» памятью, если  $2 < d \leq 3$  ( $0 \leq \mu < 0,5$ ,  $0,5 < H \leq 1$ ), а временные ряды могут быть отнесены к процессу, обладающему «отрицательной» памятью, если  $1 \leq d < 2$  ( $0,5 < \mu \leq 1$ ,  $0 \leq H < 0,5$ ). «Положительная» память означает, что если в прошлом наблюдалось положительное приращение, то в будущем с высокой вероятностью будет также наблюдаться положительное и наоборот. «Отрицательная» память озна-

Таблица 1. Параметры временных рядов сейсмического момента  $IgMo$ , длительности цуга волн очага  $t_0$ , сброшенного сейсмического напряжения  $\Delta\sigma$ , глубины очага  $H$  за 2000 – 2012 гг.

Параметры временного ряда	$IgMo$ , Н·м	$Igt_0$ , сек	$Ig \Delta\sigma$ , Па	$H$ , км
Среднее значение	20,49713	1,174074	7,164375	28,815
Стандартное отклонение S	0,748969	0,241079	0,1234	20,89986
Разброс значений R	3,57	1,25	0,93	150,4
Период наблюдения $\tau$ , сутки	4380	4380	4380	4380
Показатель Херста H	0,203028	0,213969	0,262591	0,256584
Размерность D	1,796972	1,786031	1,737409	1,743416
Показатель фрактальности $\mu$	0,796972	0,786031	0,737409	0,743416
Показатель размерности d	1,406056	1,427938	1,525181	1,513168

чает, что если в прошлом наблюдалось положительное приращение, то в будущем с высокой вероятностью будет отрицательное и наоборот. Когда  $d=2$  ( $\mu=0,5$ ,  $H=0,5$ ), тогда временной ряд относится к процессу, где отсутствует память, т.е. следующее приращение не зависит от всех предыдущих. Следовательно, временные ряды сейсмического момента  $IgMo$ , длительности цуга волн очага, сброшенного сейсмического напряжения, глубины очага могут быть отнесены к процессу, обладающему «отрицательной» памятью. В связи с этим можно сказать, что процессы с памятью обуславливают иерархии сейсмических процессов, в частности иерархии сейсмических циклов и другой закономерности. Именно эти процессы с памятью позволяют оценить сейсмическую опасность с определенной вероятностью.

Важно отметить, что Аки и предложил формулу [14]:

$$Mo = \mu UA, \quad (13)$$

где  $Mo$  – сейсмический момент (дин·см),  $\mu$  – жесткость (дин/см<sup>2</sup>),  $U$  – средняя дислокация (подвижка, см),  $A$  – площадь разлома очага (см<sup>2</sup>). Временный ряд  $Mo$  означает следующее временного ряда произведение – ( $\mu UA$ ). Выше получено (см. табл.1), что временный ряд сейсмического момента  $IgMo$  всей Земли в целом за 2000 – 2012 гг. имеет фрактальную размерность  $D=1,7969$ . В связи с этим можно сказать, что временный ряд (произведение) всех трех параметров формулы (13): жесткость –  $\mu$ , средняя (дислокация) подвижка –  $U$  и площадь разлома –  $A$  всей Земли в целом имеют естественную дробную размерность  $D=1,7969$ .

На рис. 6 и 7 приведены графики зависимости длительности цуга волн источника  $Igt_0$  (сек)

от сейсмического момента  $IgMo$  (Н·м) и зависимость сейсмического момента  $IgMo$  от длительности цуга волн источника  $Igt_0$  значительных землетрясений (количество 80) всей Земли в целом за 2000 – 2012 гг. соответственно. Линейные тренды графиков  $Igt_0(IgMo)$  и  $IgMo(Igt_0)$  выражены формулами:

$$Igt_0 = 0,3335 IgMo - 5,6354, \quad R^2 = 0,9775 \quad (14)$$

и

$$IgMo = 2,9314 Igt_0 + 16,981, \quad R^2 = 0,9775, \quad (15)$$

где  $R^2$  – достоверность аппроксимации. Ряд  $Igt_0$  от сейсмического момента  $IgMo$  имеет размерность, равную 0,3335, а ряд сейсмического момента  $t_0$  по  $Mo$  – естественную размерность, равную 2,9314. Выражения (14) и (15) неравнозначны, например при определении  $t_0$  по  $Mo$ . Это положение предопределено характерными естественными фрактальными размерностями временных рядов (динамикой последовательности)  $IgMo$  и  $Igt_0$ .

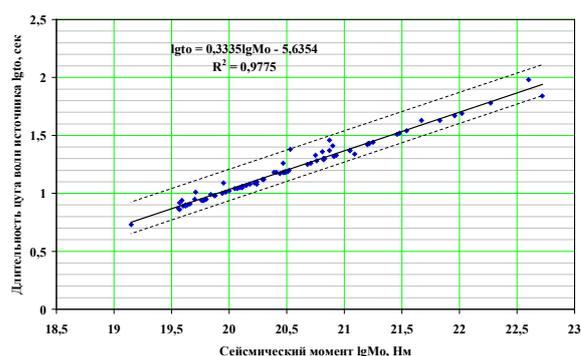


Рис.6. Зависимость длительности цуга волн источника  $Igt_0$  от сейсмического момента  $IgMo$  землетрясений всей Земли за 2000 – 2012 гг. Сплошной линией обозначен линейный тренд графика.

Разброс графика  $t_0$  ( $M_0$ ) составляет 2 сек (см. рис.6) , а разброс графика  $M_0(t_0) - 7,9$  Н·м (см. рис.7). На графике можно провести семейство линий (обозначено пунктирными линиями), где коэффициент корреляции величин  $t_0$  и  $M_0$  равен единице.

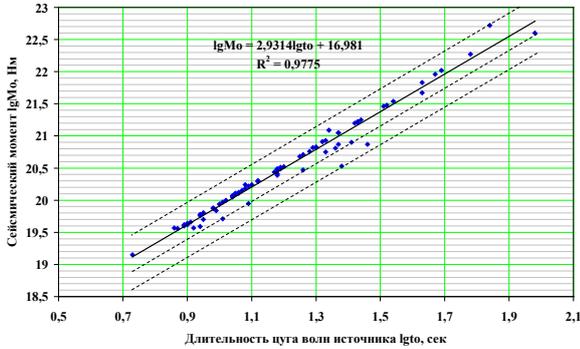


Рис.7. Зависимость сейсмического момента  $lgM_0$  (Нм) от длительности цуга волн источника  $lgt_0$  (сек) значительных землетрясений всей Земли в целом за 2000 – 2012 гг., Сплошной линией обозначен линейный тренд графика.

На рис. 8 и 9 приведены графики зависимости сейсмического момента  $lgM_0$  от сброшенного напряжения  $lg\Delta\sigma$  и зависимости сброшенного напряжения  $lg\Delta\sigma$  от сейсмического момента  $lgM_0$  значительных землетрясений (количество 80) всей Земли в целом за 2000 – 2012 гг.

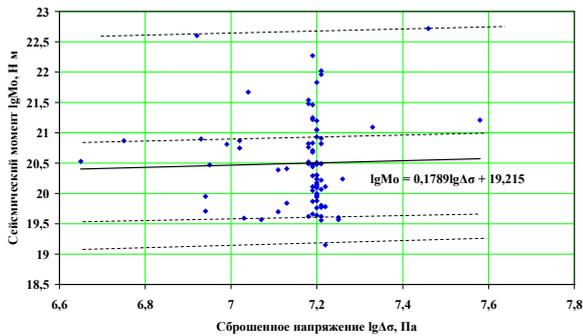


Рис.8. Зависимость сейсмического момента  $lgM_0$  (Нм) от величины сброшенного напряжения  $lg\Delta\sigma$  (Па) значительных землетрясений всей Земли в целом за 2000 – 2012 гг., Сплошной линией обозначен линейный тренд графика.

Линейные тренды графиков выражены формулами:

$$lg M_0 = 0,1789 lg \Delta\sigma + 19,215 \quad (16)$$

и

$$lg \Delta\sigma = 0,0049 lg M_0 + 7,0648 \quad (17)$$

с малой достоверностью аппроксимации и относительно большими разбросами. Ряд  $lgM_0$  от  $lg\Delta\sigma$  имеет размерность, равную 0,1789, а ряд  $lg\Delta\sigma$  от  $lgM_0$  – естественную размерность, равную 0,0049. Выражения (16) и (17) неравнозначны. На графиках можно провести семейство линий (некоторые из них обозначены пунктирными линиями) с разными значениями свободного члена, отличными от 19,215 и 7,0648 в формулах (16) и (17) соответственно. В пределах этих линий значения  $lg\Delta\sigma$  и  $lgM_0$  имеют коэффициент корреляции, равный единице.

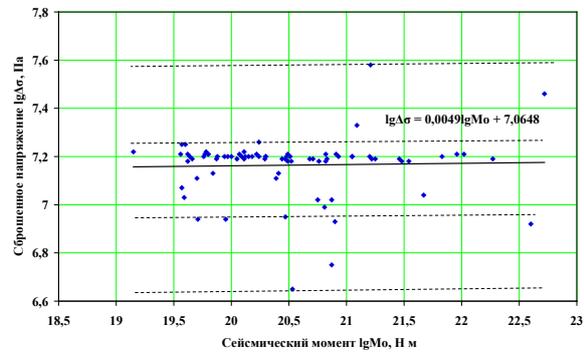


Рис.9. Зависимость сброшенного напряжения  $lg\Delta\sigma$  (Па) от сейсмического момента  $lgM_0$  (Нм) значительных землетрясений всей Земли в целом за 2000 – 2012 гг. Сплошной линией обозначен линейный тренд графика.

На рис. 10 и 11 приведены графики зависимости длительности цуга волн источника  $lgt_0$  от сброшенного напряжения  $lg\Delta\sigma$  и зависимости сброшенного напряжения  $lg\Delta\sigma$  от длительности цуга волн источника  $lgt_0$  значительных землетрясений (количество 80) всей Земли в целом за 2000 – 2012 гг. Линейные тренды графиков выражены формулами:

$$lg t_0 = -0,2262 lg \Delta\sigma + 2,8202 \quad (18)$$

и

$$lg \Delta\sigma = -0,054 lg t_0 + 7,2291 \quad (19)$$

с малой достоверностью аппроксимации. Графики имеют большие разбросы. Ряд  $lgt_0$  от  $lg\Delta\sigma$  имеет размерность 0,2262, а ряд  $lg\Delta\sigma$  от  $lgt_0$  – естественную размерность, равную 0,054. Выражения (18) и (19) неравнозначны. На гра-

фиках можно провести семейство линий (некоторые обозначены пунктирными линиями) с разными значениями свободного члена, отличными от 2,8205 и 7,2291 в формулах (18) и (19) соответственно. В пределах этих линий значения  $\lg\Delta\sigma$  и  $\lg M_0$  имеют коэффициенты корреляции, равные единице.

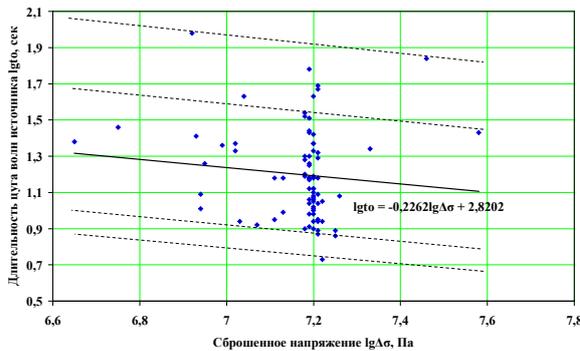


Рис.10. Зависимость длительности цуга волн источника  $lgt_0$  (сек) от величины сброшенного напряжения  $\lg\Delta\sigma$  (Па) значительных землетрясений (количество 80) всей Земли в целом за 2000–2012 гг. Сплошной линией обозначен линейный тренд графика.

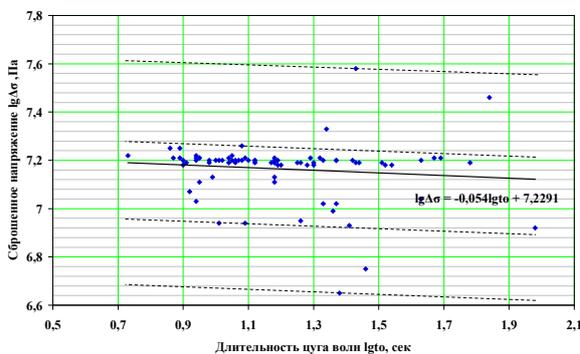


Рис.11. Зависимость сброшенного напряжения  $\lg\Delta\sigma$  (Па) от цуга волн источника  $lgt_0$  (сек.) значительных землетрясений всей Земли в целом за 2000 – 2012 гг. Сплошной линией обозначен линейный тренд графика.

Изучение временных рядов сейсмического момента  $M_0$ , моментной магнитуды  $M_w$ , параметров нодальных (первой и второй) плоскостей очагов землетрясений: простирания (strike), угла падения (dip) и перемещения (slip) за август 2012 г. – апрель 2016 г. (Каталог Global CMT Catalog [13]) показало (табл.2), что они являются естественными фракталами.

Естественная размерность временного ряда сейсмического момента землетрясений равна  $D=1,6713$ , моментной магнитуды землетрясений –  $D=1,6747$ , временного ряда глубины очага –  $D=1,6964$ , временного ряда параметров первой нодальной плоскости: простирание (striking) –  $D=1,8077$ , угол падения (dip) –  $D=1,7712$ , перемещение (slip) –  $D=1,8078$ , временного ряда параметров второй нодальной плоскости: простирания (striking) –  $D=1,8163$ , угла падения (dip) –  $D=1,813$ , перемещение (slip) –  $D=1,7882$ .

В соответствии с теорией фрактального анализа временные ряды моментной магнитуды  $M_w$ , глубины очага  $H$  (км), параметры нодальных (первой и второй) плоскостей очагов землетрясений – простирание (strike), угол падения (dip) и перемещение (slip) – могут быть отнесены к процессу, обладающему «отрицательной» памятью, так как имеем  $1 \leq d < 2$  ( $0,5 < \mu \leq 1$ ,  $0 \leq H < 0,5$ ).

На рис. 3 и 4 приведены зависимость моментной магнитуды  $M_w$  от сейсмического момента  $\lg M_0$  и зависимость сейсмического момента  $\lg M_0$  от моментной магнитуды  $M_w$  землетрясений всей Земли в целом за август 2012 г. – апрель 2016 г. соответственно. Эти зависимости  $M_w(\lg M_0)$  и  $\lg M_0(M_w)$  выражены формулами:

$$M_w = 0,6672 \lg M_0 - 10,7746, \quad R^2 = 0,9949 \quad (20)$$

и

$$\lg M_0 = 1,4911 M_w + 16,1470, \quad R^2 = 0,9949, \quad (21)$$

где  $R^2$  – достоверность аппроксимации. Ряд (шкала) моментной магнитуды  $M_w$  от сейсмического момента  $M_0$  имеет фрактальную размерность, равную 0,6672, а ряд сейсмического момента  $M_0$  от моментной магнитуды  $M_w$  – естественную размерность, равную 1,4911. Выражения (13) и (14) неравнозначны, т.е. при определении величины  $M_w$  от (13) значение не точно получится (14), также при определении  $\lg M_0$  от (14) – значение получится не точным (13). Это положение предопределено характерными естественными фрактальными размерностями временных рядов (динамикой последовательности)  $\lg M_0$  и  $M_w$ .

Следует отметить, что Канамори [15] для больших землетрясений, где сброшенное напряжение  $\Delta\sigma \approx 30$  бар,  $\Delta\sigma / 2\mu$ , стремится к зна-

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ РАЗМЕРНОСТИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЗЕМЛИ В ЦЕЛОМ

Таблица 2. Параметры временных рядов сейсмического момента  $\lg M_0$ , моментной магнитуды  $M_w$ , глубины очага  $H$  (км), параметры нодальных (первой и второй) плоскостей очагов землетрясений: простирание (strike), угол падения (dip) и перемещение (slip) за август 2012 г. – апрель 2016 г.

Параметры временного ряда	$\lg M_0$ , дин·см	$M_w$	$H$ , км	1 нодальная плоскость очага			2 нодальная плоскость очага		
				strike	dip	slip	strike	dip	slip
Среднее значение	23,964	5,244	50,65	189,59	45,44	8,568	168,68	68,38	8,780
Стандартное отклонение S	0,6640	0,444	92,90	102,83	20,04	102,91	108,76	13,29	97,031
Разброс значений R	5,6331	3,7	672	360	89	360	360	45	359
Период наблюдения $\tau$ , сутки	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354
Показатель Херста $H$	0,3287	0,325	0,3036	0,1922	0,2287	0,1921	0,1921	0,187	0,2007
Размерность $D$	1,6713	1,6747	1,6964	1,8077	1,7712	1,8078	1,8163	1,813	1,7992
Показатель фрактальности $\mu$	0,6713	0,6747	0,6964	0,8077	0,7712	0,8078	0,8163	0,813	0,7992
Показатель размерности $d$	1,6574	1,6504	1,6072	1,3844	1,4574	1,3843	1,3673	1,374	1,4014

чению  $1/(2 \times 10^4)$ , допустимое значение сейсмической энергии –  $E = M_0 / (2 \times 10^4)$ , учитывая соотношение магнитуды – энергии Гутенберга и Рихтера  $\lg E = 11,8 + 1,5M$  (полученное для землетрясений Южной Калифорнии) предложил моментную магнитуду:

$$M_w = \lg M_0 / 1,5 - 10,7. \quad (22)$$

Соответственно формула (20) в определенной мере уточняет и дополняет формулу (22) Канамори. В соотношении Гутенберга и Рихтера  $\lg E = 11,8 + 1,5M$  ряд сейсмической энергии по магнитуде Южной Калифорнии имеет фрактальную размерность, равную 1,5. Однако в дальнейшем необходимо изучить соотношение сейсмической энергии и магнитуды по другим регионам, а также соотношение магнитуды и сейсмического момента при  $\Delta\sigma < 30$  бар и  $\Delta\sigma > 30$  бар.

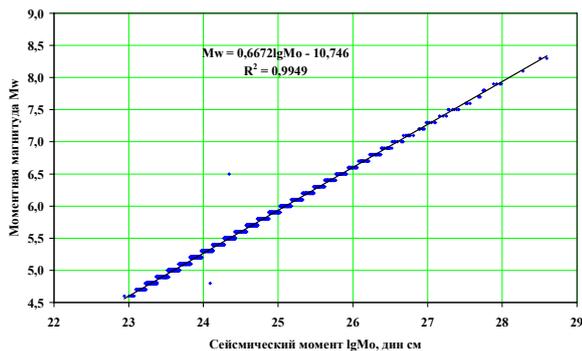


Рис.12. Зависимость моментной магнитуды  $M_w$  от сейсмического момента  $\lg M_0$  (дин·см.) землетрясений всей Земли за август 2012 – апрель 2016 г.

Результаты изучения временных рядов магнитуды  $M > 4$ , глубины очага  $H$  (км), проме-

жутков магнитуды  $\Delta M$  и промежутков времени  $\Delta t$  в последовательности землетрясений (количество 22979), по данным каталога USGS [20] за август 2012 г. – апрель 2016 г., приведены в табл.3. Естественная размерность временного ряда магнитуды землетрясений  $D = 1,6663$ , временного ряда глубины очага  $D = 1,7353$ , временного ряда промежутка магнитуды  $D = 1,6208$ , временного ряда промежутка времени в последовательности землетрясения  $D = 1,5710$ . В соответствии с теорией фрактального анализа временные ряды магнитуды  $M > 4$ , глубины очага  $H$  (км), промежутков магнитуды  $\Delta M$ , промежутков времени  $\Delta t$  в последовательности землетрясений могут быть отнесены к процессу, обладающему «отрицательной» памятью, так как имеем (см. табл.3)  $1 < d < 2$  ( $0,5 < \mu \leq 1$ ,  $0 \leq H < 0,5$ ). В связи с этим можно сказать что процессы с памятью обуславливают иерархии сейсмических процессов, в частности иерархии сейсмических циклов и т.д.

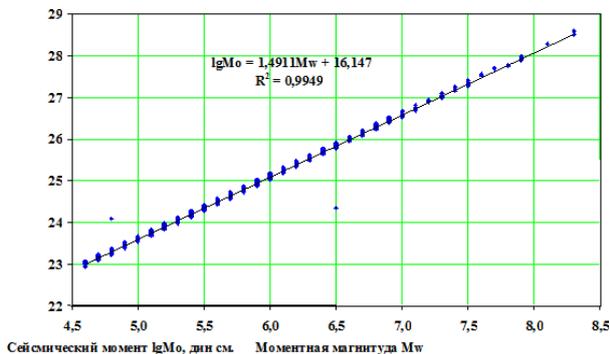


Рис.13. Зависимость сейсмического момента  $\lg M_0$  (дин·см.) от моментной магнитуды  $M_w$  землетрясений всей Земли за август 2012 – апрель 2016 г.

Таблица 3. Параметры временных рядов магнитуды  $M > 4$ , глубины очага  $H$  (км), промежутков магнитуды  $\Delta M$  и промежутков времени  $\Delta t$  (суток) в последовательности землетрясений (количество 22979), по данным каталога USGS за август 2012 г. – апрель 2016 г.

Параметры временного ряда	$M$	$H$ , км	$\Delta M$	$\Delta t$ , суток
Среднее значение	4,747295	74,95252	8,70398E-06	0,059012
Стандартное отклонение $S$	0,454506	116,728	0,607155114	0,06917
Разброс значений $R$	4,2	681,4	7,6	1,206736
Период наблюдения $\tau$ , сутки	1569	1569	1569	1569
Показатель Херста $H$	0,333625	0,26471	0,379160025	0,428971
Размерность $D$	1,666375	1,73529	1,620839975	1,571029
Показатель фрактальности $\mu$	0,666375	0,73529	0,620839975	0,571029
Показатель размерности $d$	1,667251	1,52942	1,75832005	1,857942

Следует отметить, что Гутенберг и Рихтер [10-11] формулы (5) и (6) повторяемость землетрясений на всем земном шаре получили по данным малого числа событий для  $M \geq 6$ . Имеющие современные данные позволяют исследовать широкий интервал магнитуд  $M > 4,5$ . Количество таких землетрясений только за август 2012 – апрель 2016 гг. составляло порядка 22000. Связь магнитуды  $M$  и среднегодового числа событий  $N$  выражается формулой:

$$\lg N = 8,03712 - 0,96881M, R^2 = 0,99396, \quad (23)$$

где  $R^2$  – достоверность аппроксимации. Коэффициент 0,9688 отличается от ранее известного приближенного значения коэффициента 0,9. Соответственно сейсмическая среда всей Земли относительно магнитуды землетрясений имеет дробной размерность, равную 0,96881.

На основании вышеизложенных результатов можно сказать, что взаимосвязи параметров разной природы предопределяются их естественными фрактальными размерностями [15–17]. Это положение открывает новые горизонты в разных областях науки.

### Заключение

1. Землетрясения всей Земли в целом представляют собой сейсмическую среду. Сейсмическая среда имеет естественную размерность  $D$ : по сейсмическому моменту, равному  $D=0,5967$ , по величине сброшенного напряжения  $D=3,7629$ , по длительности цуга волн очага  $D=0,8129$  за 2000 – 2012 гг. За август 2012 г. – апрель 2016 г. Естественная размерность по сейсмическому моменту  $D=0,5986$ , по моментной магнитуде  $D=0,9586$ . На основе современных данных статистики землетрясении с  $M > 4$

всей Земли дополнен закон повторяемость Гутенберга и Рихтера:

$$\lg N = 8,03712 - 0,96881M, R^2 = 0,99396,$$

где  $R^2$  – достоверность аппроксимации. Определена размерность сейсмической среды  $D=0,9688$  всей Земли в целом. Эти факторы сейсмической среды распределены самоподобно, нелинейно по степенному закону. Степенной закон распределения выражает нелинейные процессы дискретной геофизической среды.

2. Изучены временные ряды (за 2000 – 2012 гг. и за август 2012 г. – апрель 2016 г.) сейсмического момента  $M_0$ , длительности цуга волн источника  $t_0$ , сброшенного напряжения  $\Delta\sigma$ , моментной магнитуды  $M_w$ , глубины очага  $H$ ; временные ряды параметров нодальных (первой и второй) плоскостей очагов землетрясений (простираение – strike, угол падения – dip, перемещение – slip), промежутка магнитуды  $\Delta M$  и промежутка времени  $\Delta t$  в последовательности землетрясений, выражающие динамику сейсмических процессов. При этом определены показатель Херста  $H$ , размерность  $D$ , показатель фрактальности  $\mu$  и показатель размерности  $d$  этих временных рядов. Установлено, что эти временные ряды имеют естественную размерность  $1,6713 \geq D \leq 1,8162$ , показатель размерности  $1 \leq d < 2$ , показатель фрактальности  $(0,5 < \mu \leq 1$ , показатель Херста  $0 \leq H < 0,5$  и в соответствии с теорией фрактального анализа могут быть отнесены к процессу, обладающему «отрицательной» памятью. «Отрицательная» память означает, что если в прошлом наблюдалось положительное приращение, то в будущем с высокой вероятностью будет отрицательное и наоборот. Процессы с

памятью обуславливают иерархии сейсмических процессов, в частности иерархии сейсмических циклов и т.д.

3. Отмечено, что зависимости (связи и соотношения) различных факторов (параметров) сейсмических процессов всей Земли обусловлены их свойственными фрактальными размерностями. Так, за 2000 – 2012 гг. (количество значительных землетрясений 80), зависимость длительности цуга волн источника  $lgt_0$  (сек) от сейсмического момента  $lgM_0$  (Н·м) имеет размерность  $D=0,3335$ , а зависимость сейсмического момента  $lgM_0$  от длительности цуга волн источника  $lgt_0$  (сек) – размерность  $D=2,9314$ ; зависимость сейсмического момента  $lgM_0$  от сброшенного напряжения  $lg\Delta\sigma$  – размерность  $D=0,1889$ , а зависимость сброшенного напряжения  $lg\Delta\sigma$  от сейсмического момента  $lgM_0$  – размерность  $D=0,0049$ ; зависимость длительности цуга волн источника  $lgt_0$  от сброшенного напряжения  $lg\Delta\sigma$  – размерность  $D=0,2262$ , а зависимость сброшенного напряжения  $lg\Delta\sigma$  от длительности цуга волн источника  $lgt_0$  – размерность  $D=0,054$ . За август 2012 г. – апрель 2016 г. (количество 22979 землетрясений  $M>4$ ) зависимость (прямая) моментной магнитуды  $M_w$  от сейсмического момента  $M_0$  имеет размерность  $0,6672$ , а зависимость (обратная) сейсмического момента  $M_0$  от моментной магнитуды  $M_w$  – размерность  $D=1,4911$ . Значение отдельно взятого параметра (например, моментной магнитуды  $M_w$ ) в прямой и обратной зависимости отличаются в связи различными естественными размерностями, т.е. эти зависимости неравнозначны по точности. На графиках зависимостей между  $lg\Delta\sigma$  и  $lgM_0$ ,  $lg\Delta\sigma$  и  $lgt_0$  выделяются семейства линий, где коэффициент корреляции равен единице.

4. Вышеизложенные результаты могут быть основой для развития сейсмологии и геофизики на новом научном уровне.

### Литература

1. Омуралиев М. Сейсмические процессы и геодинамическое состояние Тянь-Шаня и Гиндикуша. // Известия НАН КР. – 2002. – №2. – С.11–14.
2. Оморов Р.О., Омуралиев М., Омуралиева А. Введение к исследованиям синергетических систем геологии, геофизики и геоэкологии. // Известия НАН КР. – 2005. – №3. – С.90 – 97.
3. Садовский М.А., Писаренко Н.Ф. Сейсмический процесс в блоковой среде. – М.: Наука, 1991. – 196 с.
4. Омуралиев М., Омуралиева А. Сегментация и сейсмическая опасность зоны Таласо-Ферганского разлома Тянь-Шаня // Наука и новые технологии. – 2012. – №3. – С. 70–83.
5. Лукк А.А., Дещеревский А.В., Сидорин А.Я., Сидорин И.А. Вариации геофизических полей как проявление детерминированного хаоса во фрактальной среде. – М.: ОИФЗ РАН, 1996. – 210 с.
6. Захаров В.С. Самоподобие структур и процессов в литосфере по результатам фрактального и динамического анализа: Автореф. Дис... на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. – М., 2014. – 35 с.
7. Хаусдорф Ф. Теория множеств. – М. – Л., 1937.
8. Mandelbrot B. V. The Fractal Geometry of Nature. – New York: W. H. Freeman and Co, 1982. – P. 468.
9. Федер Е. Фракталы. – М.: Мир, 1991. – 254 с.
10. Рихтер Ч.Ф. Элементарная сейсмология. – М: Изд. Иностран. литер., 1963. – 670 с.
11. Gutenberg B., Richter C.F. Magnitude and energy of earthquakes / Am. Geophys. (Rome), 9, 1956. – 1–15.
12. Касахара К. Механика землетрясений. – М.: Мир, 1985 – 264 с.
13. Global CMT Catalog.
14. Aki K. Generation and propagation of G waves from the Niigata earthquake of June 16, 1964. Part 2. Estimation of earthquake moment, released energy, and stress-strain drop from the G-wave spectrum. Bull. Earthq. Res. Inst. Tokyo University, 1966. – 44. 73–88.
15. Kanamori H. The energy release in great earthquakes. J. Geophys. Res., 1977. 82. 2981-7.
16. U.S. Geological Survey (USGS < <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/>>)
17. Омуралиев М., Омуралиева А. Естественная размерность сейсмических процессов и сейсмической среды на примере Тянь-Шаня // Вестник ИС НАН КР. – 2015. – №6. – С. 96–107.

УДК 616-002-5.036.22

## КЛИНИКО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ТУБЕРКУЛЕЗОМ В ГОРОДЕ БИШКЕК

© 2016 г. Э.М. Молдобекова

Представлено академиком НАН КР А.М. Мурзалиевым  
Поступило 02.09.2016 г.

В КР сохраняется напряженная эпидемиологическая ситуация по туберкулезу. В столице республики в течение длительного периода (1993-1998 и 2003-2013 гг.) уровень заболеваемости туберкулезом превышает республиканский, в том числе и среди детского населения. Показан анализ заболеваемости туберкулезом по отдельным социальным, этническим группам населения г. Бишкек.

Ключевые слова: эпидемиология, туберкулез, факторы риска, бацилловыделительство, заболеваемость, очаговость, иммунопрофилактика, стратегии DOTS, МЛУ.

## CLINICAL AND EPIDEMIOLOGICAL FEATURES OF TUBERCULOSIS IN THE CITY BISHKEK

In the Kyrgyz Republic the epidemiological situation in TB remains rather tense. In Bishkek for a long period (1993-1998 and 2003-2013) the TB incidence exceeded the national level, including among the child population. The tuberculosis prevalence is analyzed by social and ethnic groups in the city Bishkek.

**Key words:** epidemiology, tuberculosis, risk factors, elimination of bacilli, incidence, disease focality, vaccinal prevention, DOTS strategy, multiple drug resistance (MDR).

## КУРГАК УЧУК ООРУСУНУН КЛИНИКА-ЭПИДЕМИОЛОГИЯЛЫК ӨЗГӨЧӨЛҮГҮ БИШКЕК ШААРЫНДА

Кургак учук боюнча Бишкек ш. жана КР эпидемиологиялык жагдайы коркунучтуу абалда калуусу уланууда, кургак учук боюнча негизги эпидемиологиялык көрсөткүчтөр-оорулар, таралуусу жана өлүмү жогорку деңгээлде болууда, ДССУ сунуштаган эпидемиологиялык көрсөткүстөрдөн 3-4 эсе жогорку деңгээлде. Бишкек ш. калкынын арасындагы оору жана өлүм көрсөткүчтөрү республикалык көрсөткүчтөрдөн жогору.

Негизги сөздөр: эпидемиология, кургак учук, тобокелдик факторлору, бацилла бөлүп чыгаруу, оорулар, оорунун чыгуу жерлери, иммунологиялык алдын алуу, DOTS, МЛУ стратегиясы.

Туберкулез – социально-значимое инфекционное заболевание, которое по данным современной мировой статистики имеет тенденцию к дальнейшему распространению. Ежегодно во всем мире заболевает туберкулезом 8-10 млн. человек и около 3 млн. каждый год погибают от этой болезни. [1;3;5;8;10;11].

На данном этапе эпидемиологическая ситуация по туберкулезу обострилась во всех странах мира. На фоне снижения заболеваемости туберкулезом происходит омоложение туберкулеза, а главное формируется ситуация

очередного эпидемиологического всплеска нового качества, для которого характерны высокий уровень деструктивных и осложненных форм легочного туберкулеза, интенсивное формирование резервуара резистентных микобактерий к противотуберкулезным препаратам, высокий уровень реактивации туберкулеза после излечения. [2;4;6;7;9;12].

Исходя из сложившейся ситуации Правительство КР принимает стратегические планы по улучшению эпидемиологической ситуации по туберкулезу в стране. Новая стратегия сек-

тора здравоохранения «Ден-Соолук» и Национальной Программе «Туберкулез-IV», утверждены Постановлением Правительства Кыргызской Республики от 10 июня 2013г. № 325 на 2013-2016 годы, а также в Законе КР «О защите населения от туберкулеза».

**Цель исследования** – провести сравнительный анализ эпидситуации по туберкулезу в г. Бишкек и Кыргызской республике.

**Материалы и методы.**

Были использованы статистические данные РМИЦ, НЦФ, ГПТБ, ГДПТБ, ГЦБТ для анализа медико-демографических, санитарно-эпидемиологических показателей с учетом рекомендаций ВОЗ. Было обработано 3700 историй болезней.

**Результаты исследования.**

В КР сохраняется напряженная эпидемиологическая ситуация по туберкулезу. Ежегодно в Кыргызстане за период с 1993 по 2013 г регистрируется в среднем  $5938 \pm 338$  новых случаев туберкулеза, что составляет в среднем за анализируемый период  $116,97 \pm 6,5$  случаев на 100 тыс. населения. Эпидемиологический пик заболеваемости туберкулезом приходится на 2001 год – 167,8 на 100 тыс. населения. К 2011 году уровень заболеваемости снизился до 100,4 на 100000 населения. В 2012 г. вновь начался рост заболеваемости, и в 2013 году показатель заболеваемости составил 102,4 на 100 тыс. населения.

Как видно на диаграмме (рис.1.) в 2001 году рост заболеваемости туберкулезом удалось приостановить, но достичь исходного

уровня так и не удалось, несмотря на активное внедрение стратегии DOTS по борьбе с туберкулезом во все лечебные учреждения, оказывающих первичную медико-санитарную помощь.

Эпидемиологическую обстановку по туберкулезу принято считать благополучной, если уровень заболеваемости менее 30,0 на 100 тыс. населения. Так как мировой опыт доказывает, что при качественном внедрении профилактических мероприятий по туберкулезу заболеваемость не будет превышать этот уровень. Рост и снижение заболеваемости населения туберкулезом является одним из основных показателей инфицированности и признаком эпидемиологического неблагополучия.

Заболеваемость туберкулезом жителей города Бишкек имеет свои особенности. Наблюдались два пика эпидемии: в 1997 г. 123,2 и в 2006 году 142,3 на 100 тыс. населения, интервал между ними 9 лет. В столице республики в течение длительного периода (1993-1998 и 2003-2013 гг.) уровень заболеваемости туберкулезом превышает республиканский, за исключением периода наибольшего эпидемического подъема заболеваемости в целом по стране (1999-2002 гг.). Возможно, население столицы является основным резервуаром, позволяющим сохранить туберкулез в межэпидемический период. В связи с этим, если усилить профилактическую работу среди населения г.Бишкек, то можно снизить заболеваемость среди населения в целом по стране.

По данным РМИЦ в Кыргызской Республике регистрируются лица, заболевшие туберкулезом впервые, с преобладанием органов дыха-

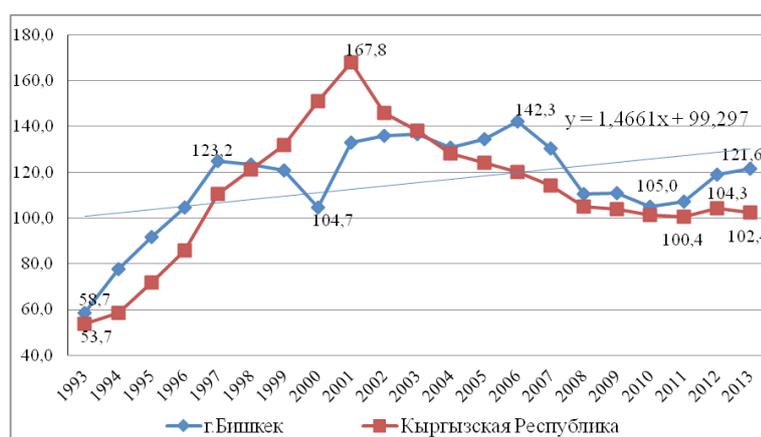


Рис.1. Многолетняя динамика заболеваемости туберкулезом в г.Бишкек и Кыргызской Республике за период 1993-2013 гг. (на 100 000 населения).

Таблица 1. – Показатели заболеваемости туберкулезом населения по полу г. Бишкек

Годы	Абс. число		Удельный вес мужчин в группе		Число мужчин на 1000 женщин		Показатель заболеваемости на 100000				Достоверность различий	
	М	Ж	больные	популяция	больные	популяция	мужчины		женщины		t	P
							P	m	P	m		
2009	524	407	56,3	46,4	1287	865	134,5	5,8	90,4	4,4	6,1	< 0,001
2010	476	420	53,1	46,3	1133	866	118,9	5,4	90,9	4,4	4,0	< 0,001
2011	511	418	55,0	46,4	1231	867	127,7	5,6	90,5	4,4	5,2	< 0,001
2012	591	461	56,2	46,5	1282	869	143,4	6	97,4	4,6	6,1	< 0,001
2013	364	310	54,0	46,4	1279	867	132,1	5,7	92,3	4,5	5,4	< 0,001
Усред.	493	403	54,92	46,4	1242	866,8	131,3	5,7	92,3	4,46	5,36	< 0,001

Таблица 2. Структура заболеваемости туберкулезом у детей г. Бишкек

Форма туберкулеза	Всего		в том числе в возрасте					
	абс. число	на 100 тыс.	0-4 года		5-6 лет		7-14	
			абс. число	на 100 тыс.	абс. число	на 100 тыс.	абс. число	на 100 тыс.
Всего	348	57,8	86	37,5	62	78,9	337	114,6
Легочной	49	8,1	13	5,7	8	10,2	103	35,0
Внелегочной	288	47,9	68	29,6	54	68,7	234	79,6

ния, (1993-2013 гг.) это составляет 74,2±3,1%, тогда как лица с внелегочным туберкулезом составляют 25,8±2,9%, т.е. в три раза меньше. По данным за 2013 год среди лиц, заболевших впервые, легочной туберкулез составил 67,7%, внелегочной 32,3%.

Распределение больных туберкулезом с впервые установленным диагнозом по полу (табл.1.). В структуре больных туберкулезом преобладают лица мужского пола. Удельный вес мужчин в группе больных туберкулезом составляет 54,9%, тогда как в популяции 46,4%. В группе больных туберкулезом на 1000 женщин приходится в среднем мужчин 1242, тогда как в популяции 867. По данному показателю перевес мужчин в группе больных туберкулезом составляет 42%.

Из этого следует, что предрасположенность мужчин к туберкулезу в 1,4 раза выше, чем женщин. Средний возраст впервые заболевших туберкулезом составил 37±0,6 года.

Наряду со значительной поражённостью туберкулезом взрослых, отмечается высокая заболеваемость детей, как с осложнённым течением первичного туберкулёза, так и с процессом, выявленным в фазе уплотнения, что свидетельствует о его поздней диагностике.

В структуре детей больных туберкулезом достоверно преобладают лица с внелегочным

формой туберкулеза 47,9 на 100 тыс. (таб.2.). Чем моложе возрастная группа, тем выше удельный вес лиц с внелегочным туберкулезом в возрастной группе: от 0-4 лет – 79,1%; 5-6 лет – 87,1%; 7-14 лет – 69,4%.

Статистические факты указывают на экзогенную природу туберкулёза у детей, заражение которых происходит в очагах инфекции от взрослых. В среднем по республике на каждые 100 тыс. населения приходится 72 бактериовыделителя. От каждого из них заражается 2,2-2,4 здоровых человека.

Проведенный анализ влияния вакцинопрофилактики на эпидпроцесс туберкулеза выявил следующее. За период с 2009 по 2011 гг. было иммунизировано 200676 детей, из них у 106 (0,05%) диагностирован туберкулез. Интенсивный показатель заболеваемости туберкулезом – 52,8 на 100 тыс. детского населения. Исходя из экстенсивных показателей в среднем 0,05% вакцинированных детей утратили или не имели поствакционного иммунитета, что согласуется с данными других авторов, по утверждению которых противотуберкулезная вакцинация полностью не предотвращает заболеваемость туберкулезом (Геодакян, В.А., Ильина, Т.Я.).

Анализ заболеваемости туберкулезом по отдельным социальным группам населения г. Бишкек в течение 2011г. в ГПТБ поступило

## КЛИНИКО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ...

Таблица 3 – Заболеваемость туберкулезом по этническим группам населения г.Бишкек за 2009-2011 гг.

Этнические группы	2009				2010				2011			
	Числен. населения	Абс. Число больных	На 100 тыс.	%	Числен. населения	Абс. Число больных	На 100 тыс.	%	Числен. населения	Абс. Число больных	На 100 тыс.	%
Кыргызы	567797	785	92,7	72,2	586864	728	84,7	66,0	606917	849	97,1	75,0
Русские	188105	192	22,7	17,7	182897	222	25,8	20,0	177757	183	20,9	16,2
Украинцы	7527	45	5,9	4,1	7083	24	2,8	2,2	6530	12	1,4	1,1
Узбеки	11969	25	3,0	2,3	12129	87	10,1	7,8	12284	46	5,3	4,1
Корейцы	12094	11	1,3	1,0	11886	9	0,9	0,8	11808	8	0,9	0,7
Уйгуры	13583	-	-	-	13788	-	-	-	13944	-	-	-
Татары	12524	6	0,7	0,6	12266	10	1,2	0,9	11996	16	1,8	1,4
Казахи	9019	6	0,7	0,6	8989	-	-	-	9089	4	0,4	0,3
Дунгане	4127	-	-	-	4331	1	0,1	0,1	4364	1	0,1	0,1
Турки	3203	1	0,11	0,11	3264	4	0,5	0,3	3305	4	0,4	0,3
Немцы	2569	6	0,7	0,6	2576	7	0,8	0,6	2498	3	0,3	0,3
Таджики	833	-	-	-	854	-	-	-	871	-	-	-
Прочие	13117	10	1,2	0,08	12866	18	2,1	1,6	12994	6	0,7	0,5
Всего	846467	1087	128,4	100,0	859795	1103	128,3	100,0	874357	1132	129,5	100,0

Таблица 4. – Распределение больных туберкулезом из группы бомжей на первичных и повторных.

Группа больных	Всего зарегистрировано			в том числе зарегистрированы по			
				стационару		диспансеру	
	число	%	на 100 тыс. населения	число	%	число	%
Новые (впервые)	195	56,4	7,5	110	50,9	85	65,4
Рецидивы (повтор)	112	32,4	4,3	106	49,1	6	4,6
Не установлено	39	11,3	1,5	0	0,0	39	30,0
Итого	346	100,0	13,3	216	100	130	100

1132 больных из которых 849 (75,0%) кыргызы, 183 (16,2%) русские. Остальные 100 больных (8,8%) составили другие этнические группы (табл.3.).

Этнический состав больных туберкулезом отражает этнический состав населения города.

На первом месте – бомжи, лица не работающие и не имеющие постоянного места жительства. Их удельный вес составляет 8,9%. На втором месте студенты, их доля составляет 6,1%. Третье место поделили пенсионеры, доля которых составляет 4,8%, и инвалиды (4,2%). В числе госпитализированных больных достаточно большую группу составляют заключенные -2,6% и военнослужащие -1,5%. Доля остальных пациентов составляет менее одного процента. Обращает внимание низкий удельный

вес рабочих -0,9%, тогда как в числе больных туберкулезом лица трудоспособного возраста составляют 77,6%, такое расхождение объясняется тем, что трудоспособное население предпочитает лечиться амбулаторно, что позволяет работать и получать пособие.

Таким образом, заболеть туберкулезом может любой человек, в любом возрасте. Научный интерес представляет контингент бомжей, лица которые не работают и не имеют постоянного места проживания. Выбрано сплошным методом 216 историй больных туберкулезом. За период с 2009 по 2011гг. в г.Бишкек зарегистрировано всего 346 бомжей больных туберкулезом. Выявляемость таких больных осуществлялась в основном путем подворных обходов врачами фтизиатрами, бригадой скорой

медицинской помощи, сотрудниками полиции и только 23% обратились самостоятельно. Из общего числа бомжей больных туберкулезом заболело впервые 195 (56,45%), повторно (рецидив) -112 (32,4%) и 39 (11,3%) больных – неизвестно (табл.4.).

Показатель заболеваемости туберкулезом в расчете на 100 000 населения увеличивается за счет бомжей ежегодно на 13,3 человека. К тому же в группе бомжей чаще обычного встречаются рецидивы: в соотношении 1:2 (на 195 новых 112 рецидивов). Прирост показателя заболеваемости в г. Бишкек за счет рецидива туберкулеза в группе бомжей в среднем

составляет 4,3 единицы, и преобладают мужчины – 67,7%, тогда как лица женского пола – 32,3% (табл.5.). Больные в возрасте до 30 лет составляют 28,5%, а в общей выборке взрослых – 52,3%. Удельный вес больных старше 30 лет в группе бомжей равен – 71,5%, тогда как в общей популяции 47,7%. Из этих данных следует, что лица из группы бомжей заболевают туберкулезом в более позднем возрасте. Подтверждением этому является то, что средний возраст больного туберкулезом из группы бомжей составил 40,8±0,6 года, против 36,2±1,3 года в общей выборке. Разница в 4,6 года статистически значима.

Таблица 5. – Распределение больных туберкулезом из группы бомжей по полу и возрасту.

Возрастная группа	Показатели									
	Абсолютное число по факту			Абсолютное число после выравнивания						
	Всего	в том числе		Всего		в том числе				
		М	Ж			М		Ж		
					число	%	число	%	число	%
До 19	21	11	10							
20-24	11	3	8	18	5,1		16	6,9	10	8,6
25-29	40	32	8	20	5,7		19	8,1	9	7,8
30-34	27	19	8	31	9,1		24	10,2	14	12,9
35-39	40	16	24	61	17,5		32	13,8	23	20,7
40-44	88	56	32	69	19,9		40	17,1	23	20,7
45-49	48	40	8	63	18,1		41	17,5	16	14,6
50-54	24	19	5	38	10,9		27	11,4	8	6,9
55-59	24	16	8	28	8,2		21	8,9	6	5,2
60+	24	24	0	19	5,4		14	6,1	3	2,6
Всего	346	234	112	346	100		234	100,0	112	100,0

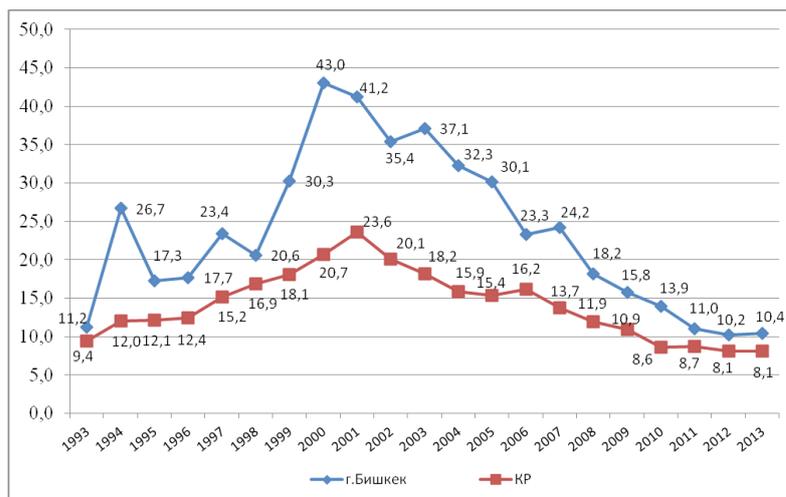


Рис.2. Многолетняя динамика показателя смертности от туберкулеза в г. Бишкек и КР за период 1993-2013гг. (на 100 000 населения).

Показатель вероятной достоверности:  $P < 0,01$ . В общем числе бомжей лица трудоспособного возраста составляют 76,9%, тогда, как известно, что туберкулез преимущественно поражает лиц молодого возраста (Фёдорова, С.В.).

Таким образом, социально незащищенные лица (бомжи) имеют высокий уровень социальной предрасположенности к заболеваемости легочным туберкулезом. У них самый низкий уровень клинического излечения, закрытия полостей распада, снятия с учета, так как бактериовыделение у них практически не прекращается и отмечен высокий уровень больных с ранними и поздними рецидивами. Тяжесть и клинические особенности туберкулеза у бомжей обусловлены главным образом их неорганизованности и стремлением к бродячему образу жизни. Когорта бомжей, является резервуаром инфекции, способствует росту заболеваемости, распространенности и смертности от туберкулеза.

В Кыргызской Республике от туберкулеза ежегодно умирает от 500 до 662 человек. За период с 2001г. по 2013г. показатели смертности от туберкулеза сократились с 23,6 до 8,1 случаев на 100 тыс. населения. Также следует отметить, что за весь период с 1993 по 2013гг. уровень смертности от туберкулеза превышал республиканские значения, а в период эпидемических пиков более чем в 2 раза (рис. 2.).

Начиная с 2000 года в г. Бишкек наблюдается тенденция к снижению показателя смертности, это связано не только со снижением заболеваемости, но и внедрением более действенных методов лечения.

Таким образом показатели смертности населения от туберкулеза указывают на сложную эпидемиологическую обстановку по туберкулезу. Причины высокой летальности от туберкулеза: являются запоздалая диагностика и поздняя госпитализация больных, что ведёт к тяжелой и осложненной форме заболевания и зачастую заканчивается смертельным исходом.

#### **Выводы:**

Ситуация эпидемиологических показателей туберкулеза в целом по Кыргызстану остается напряженной. Ухудшение материального положения населения, рост числа безработных и лиц без определённого места жительства,

усиление миграционных процессов, нестабильная экономическая обстановка, снижение эффективности проводимых лечебных и профилактических мероприятий, недостаточное финансирование противотуберкулёзных мероприятий всё это приводит к высокой распространённости туберкулёза, где почти у половины поражённых выявляется лёгочная форма и даже бактериовыделение.

#### **Список литературы:**

1. Богородская, Е.М. Отказ от лечения – основная причина низкой эффективности лечения больных туберкулезом [Текст] / Е.М. Богородская, С.А. Стерликов, С.Е. Борисов // Организация лечения больных туберкулезом: мат. Всерос. совещания гл. врачей и рук. орг.-метод. отд. противотуберкулез. учреждений Рос. Федерации (01 – 02 июля 2008 г.) / НИИ фтизиопульмонологии ММА им. И.М. Сеченова, ООО «Рос. о-во фтизиатров»; гл. ред. М.И. Перельман. – М., 2008. – С. 45-50.
2. Бубочкин, Б.П. Факторы риска и особенности выявления туберкулеза легких у лиц молодого возраста на современном этапе [Текст] / Б.П. Бубочкин, О.А. Засухин // Проблемы туберкулеза. – 1988. – №11. – С.58.
3. Геодакян, В.А. Дифференциальная смертность полов и норма реакции [Текст] / В.А. Геодакян // Биологический журнал Армении. – 1973. – Т.26, №6. – С.3-11.
4. Закирова, К.А. Современная эпидемиологическая ситуация и организационные аспекты совершенствования профилактики туберкулеза в республике Таджикистан [Текст]: дис. ... д-ра мед. наук / К.А. Закирова. – М., 2012. – С.273
5. Ильина, Т.Я. Туберкулез органов дыхания и эффективность его лечения в некоторых группах повышенного риска [Текст] / Т.Я. Ильина, Т.А. Муминов, С.К. Кальдибаев // Проблемы туберкулеза. – 2000. – №4.- С.9-11.
6. Муминов, Т.А. Туберкулез в пенитенциарных учреждениях [Текст] / Т.А. Муминов, А.С. Ракишева. – Алматы, 2002. – 535 с.
7. Федорова, С.В. Разработка и реализация новых подходов к противотуберкулезной работы среди студентов высших учебных заведений города Бишкек [Текст]: дис. канд. мед наук: 14.00.26 – фтизиатрия / С.В. Федорова. – Бишкек, 2008. – 174 с.

8. Финкель, Е.А. Бактериологическая диагностика туберкулеза [Текст] / Е.А. Финкель, А.Ш. Алишеров, Л.В. Михайлова. – Бишкек: Илим, 1998. – 348 с
9. Aпти, G. The clinical-radiological profile of pulmonary tuberculosis in a young woman from community with a high burden of disease [Text] / G. Aпти, E. Dantes / *Europ. Resp. J.* – 2004. – Vol.28, Suppl. 48. – P.443.
10. Global tuberculosis control: surveillance, planning, financing [Text] // *Rep. World Health Organ.* – Geneva, 2009. – 180 p.
11. Holmes, C.B. A review of sex differences in the epidemiology of tuberculosis [Text] / C.B. Holmes, H. Hausler, P. Nunn // *Int. J. Tuberc. Lung Dis.* – 1998. – Vol.2, N 2. – P.96-104.
12. Itah, A.Y. Epidemiology and endemicity of pulmonary tuberculosis (PTB) in Southeastern Nigeria [Text] / A.Y. Itah, S.M. Udofia // *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health.* – 2005. – Vol.36, N 2. – P.317-323.

**Условные обозначения**

- ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения  
DOTS – Directly Observed Treatment, Short-course  
РМИЦ – Республиканский медико-информационный центр  
НЦФ – Национальный центр фтизиатрии  
ГПТБ – Городская противотуберкулёзная больница  
ГДПТБ – Городская детская противотуберкулёзная больница  
ГЦБТ – Городской центр борьбы с туберкулёзом

УДК 904 (575.2) (04)

**ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ НОМАДИЗМА В ДРЕВНОСТИ  
И СРЕДНЕВЕКОВЬЕ НА ТЕРРИТОРИИ КЫРГЫЗСТАНА  
(ПО АРХЕОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ)**

© 2016 г. *К.И. Таибаева*

Представлено чл.-корр. А. Асанкановым  
Поступило 12.08.2016 г.

Статья посвящена проблемам развития кочевнической культуры на территории Кыргызстана с Древних времен и по XIX в., на особенности которой в значительной мере повлияли природно-ландшафтные и географические условия края и исторические процессы, происходившие в регионе.

**Ключевые слова:** ранние кочевники, номадизм, саки, усунь, гуннское время, полуседлость, оседлость, джаларыкская, кенкольская, кара-булакская культуры и т.д.

**БАЙЫРКЫ ЖАНА ОРТО КЫЛЫМДАРДАГЫ КЫРГЫЗСТАНДЫН  
АЙМАГЫНДАГЫ НОМАДИЗМДИН ӨНҮГҮШҮНҮН ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮ  
(АРХЕОЛОГИЯЛЫК МАТЕРИАЛДАРДЫН НАТЫЙЖАСЫНДА)**

Макалада Кыргызстандын аймагындагы байыркы мезгилден тартып XIX к. чейин көчмөн маданиятынын өнүгүүсүн, алардын өзгөчөлүктөрүнө регионда болуп жаткан тарыхый процесстер, жаратылыш-ландшафттык жана аймактын географиялык шарттарынын таасири жөнүндө чагылдырылган.

**Түйүндү сөздөр:** алгачкы көчмөндөр, номадизм, сактар, усундар, гунн мезгили, жарым отурукташуу, отурукташуу, жаларык, кеңкол, кара-булак маданияттары ж.б.

**NOMADIZME FEATURES OF DEVELOPMENT IN ANCIENT TIME  
AND THE MIDDLE AGES ON THE TERRITORY OF KYRGYZSTAN  
(ON ARCHAEOLOGICAL DATA)**

Article is devoted development problems nomadic cultures in territory of Kyrgyzstan since ancient times and on XIX century which features were appreciably affected by natural-landscape and geographical conditions and the historical processes occurring in region.

**Keywords:** early nomads, saka, usun tribes, hunnu time, semi settled way of life, settled way of life, Japyryk, Kenkol, Kara-Bulak cultures etc.

Истоки номадизма восходят еще к III – началу II тысячелетия до н.э., когда в среде полуседлых земледельцев Центральной Азии начинает преобладать пастушеское скотоводство, которое постепенно приобретает все более подвижные формы, что облегчает ему распространение на другие территории.

Во II – I тыс. до н.э. эти племена еще более расселяются уже как подвижные скотоводы и носители различных культур эпохи бронзы

(срубной, андроновской, тазабагыябской). Они осваивают новые обширные территории, что еще более усиливает контакты и культурное взаимодействие древних земледельцев и подвижных скотоводов более северных регионов Центральной Азии.

Дальнейшее развитие технологических процессов, связанных с освоением и широким применением железа, с одной стороны, расширяет возможности земледельческого хозяй-

ства, его продуктивность, с другой – способствует формированию специализированного хозяйственно-культурного типа кочевников-скотоводов. Кочевое и полукочевое скотоводство становится эффективным способом хозяйственной деятельности, дает возможность освоения огромной территории, высокой коммуникабельности и культурных обменов. На арене появились племена и союзы племен, известные под общим названием саков и массагетов. Ранние кочевники, в том числе саки и массагеты, широко освоили основные степные и горные районы от Восточного Туркестана и до Приаралья включительно. Они составили неразрывную часть скифо-сако-сибирской культурной общности Евразии начиная от Дуная и до Алтая. А в дальнейшем они проникли и в южные области Центральной Азии – долину Зеравшана, Каракумы и даже Юго-Западную Туркмению, о чем свидетельствуют археологические памятники.

В это время по сравнению с предшествующей эпохой совершился крупный демографический скачок, который явился результатом роста производительных сил, вызванного развитием новой формы культурно-хозяйственного типа – кочевого скотоводства, повлекшего за собой коренные изменения всего быта населения, их культуры и идеологии. Среди быстро распространившихся и имевших особое значение при новом образе жизни были многообразные типы оружия и конского снаряжения. В связи с этим вырабатываются новые, наиболее оптимальные и удобные в функциональном отношении типы конского снаряжения и оружия, уделяется большое внимание их декорированию. Начинает использоваться железо, в первую очередь для изготовления оружия и затем других предметов, появление которого знаменовало собой начало эпохи раннего железа. Более продуктивная система хозяйства ведет к возникновению таких явлений, как накопление богатства, которым у кочевников является, конечно, скот и пастбища, усилению социальной и имущественной дифференциации. В результате накопления богатства, одним из главных средств которого становится отчуждение скота у соседей, других племен, и в ходе борьбы за пастбища и уголья, вся организация кочевого общества приобретает военный характер.

Идеология кочевых обществ также служит интересам религиозного освящения силы и военной доблести. В это время достигает наибольшего расцвета и значения искусство «звериного» стиля, так как несет в себе, кроме идеологической нагрузки, еще и воспевающий смысл силы и военного духа, им украшается прежде всего воинское снаряжение. Все ремесленное производство подчиняется подвижному характеру образа жизни. О культурных инновациях свидетельствует и керамическое производство, в изготовлении которого применяется новая усовершенствованная технология, появляются совершенно новые типы сосудов – полусферические миски, чаши, горшки и кувшины, удобные для пользования при кочевом образе жизни.

Подвижный характер жизнедеятельности кочевых обществ в тесной связи с идеологическими воззрениями определяет особое значение погребальной обрядности – способу выражения общественно-социальных и тех же религиозных представлений, которыми и был порожден. Поэтому появляется обычай возведения курганных насыпей над погребениями. Бросаются в глаза разные размеры и типы погребальных сооружений – очень крупные насыпи и надземные или подземные срубы или склепы для знати, как, например, сакские курганы долины р. Или и Иссык в Казахстане, Аржан в Туве, пазырыкской культуры на Алтае, Южной Сибири и другие, и небольшие насыпи с грунтовыми могилами для рядовых членов общества. Обычай сопровождения умершего многочисленным инвентарем приобретает особый смысл, количественный и качественный состав которого также зависит от социального ранга каждого индивида.

Однако кочевническая культура эпохи раннего железа (скифов и саков) на огромной территории Центральной Азии не была однородной. Необходимо учесть, что географическая среда – один из основных факторов, определяющих формы хозяйственной деятельности и в результате особенности материальной культуры живущих в ней социумов. Например, территория Кыргызстана в основном расположена в черте Тянь-шано-Алайских горных систем. И поэтому его ландшафт представляет собой горный массив и нескончаемый ряд высоких

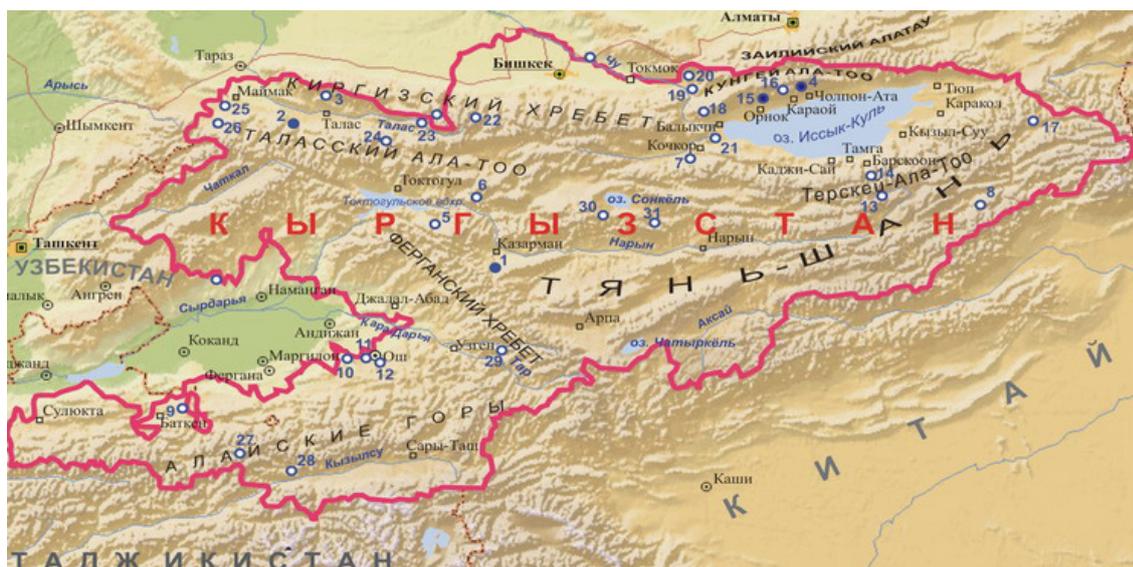


Рис. 1. Карта Кыргызстана

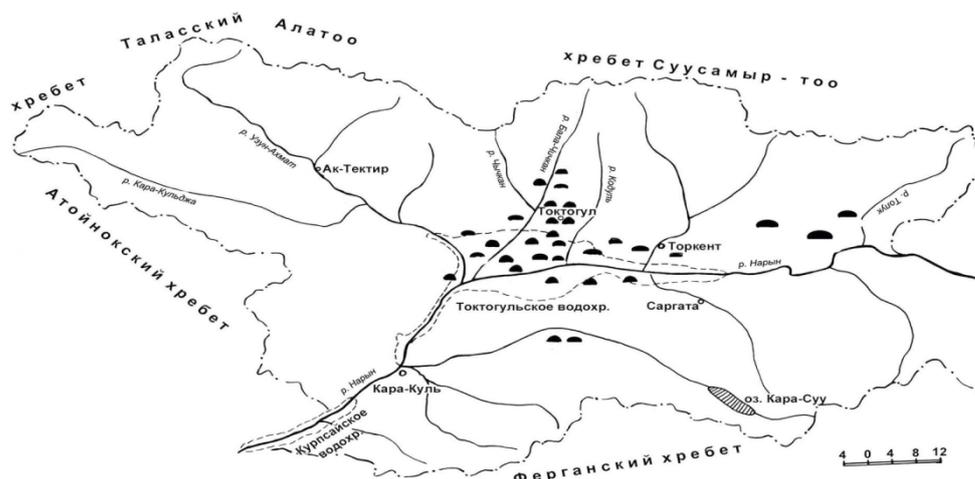


Рис. 2. Карта-схема долины Катмень-Тюбе и расположение могильников

хребтов, перерезанных межгорными впадинами и долинами (рис. 1). И только в отдельных местах в окружении нескольких горных хребтов, куда стекаются воды многих речных потоков, простираются широкие долины, в которых и протекала основная жизнь населения, как в Древний период, затем в эпоху Средневековья и последующие времена вплоть до настоящего времени. И этот горный ландшафт местности оказал влияние на формирование особенностей скотоводческого хозяйства здесь и в ряде крупных долин, на развитие не чисто кочевого, а полукочевого хозяйства в сочетании с полуоседлостью, а в отдельных местах даже оседло-

го образа жизни, как мы можем наблюдать на юге Кыргызстана.

Например, на территории таких крупных долин, как Катмень-Тюбе (рис. 2), Талас, Фергана, окруженных высокогорными хребтами и в силу этого имеющих замкнутый характер, имело место развитие полукочевого хозяйства, то есть способа вертикального кочевания в сочетании с полуоседлостью. Население этих долин еще с эпохи ранних кочевников, но, вероятнее всего, еще с эпохи бронзы, с приходом весны постепенно отгоняло скот все выше в горы, доходя до летних горных пастбищ, а осенью постепенно спускалось вниз на постоянные

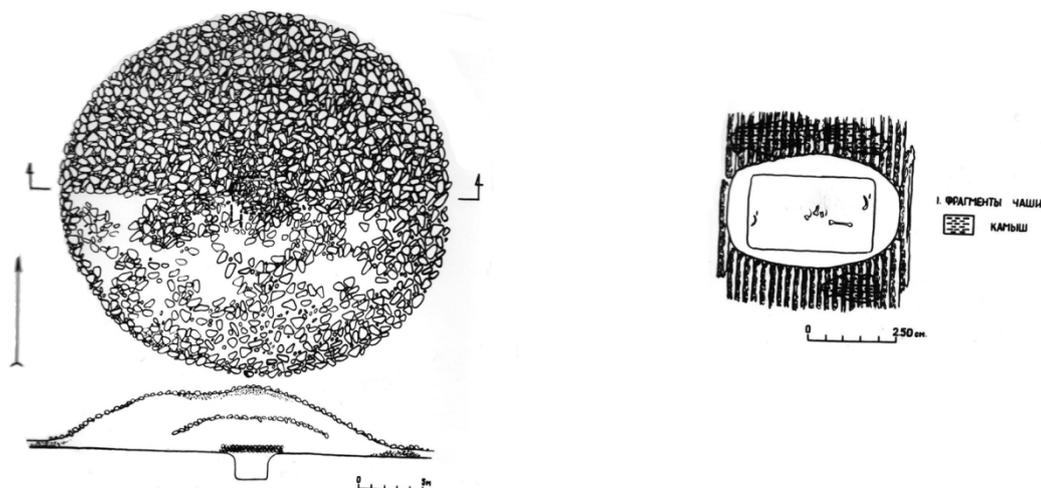


Рис. 3. Курганы с захоронениями в грунтовых могилах долины Кетмень-Тюбе.

зимние пастбища. Такой вид кочевания обеспечивал скот пастбищами почти круглый год, за исключением непродолжительного зимнего периода, и, видимо, у населения таких замкнутых долин не было необходимости откочевывать на далекие расстояния и другие территории. И естественно, при таком виде кочевания какая-то часть населения оставалась на местах зимних пастбищ для охраны угодий, возможно, и для заготовки зимних кормов. Большой долей вероятности можно предположить, что удобные природно-климатические условия местностей благоприятствовали зарождению здесь и земледельческой формы хозяйства, возможно, в примитивных формах, носившей вспомогательный характер. Все это хорошо подтверждается здесь археологическими материалами. В первую очередь бросается в глаза устойчивое единообразие погребального обряда в этих долинах на протяжении длительного периода – начиная с (VIII) VII вв. до н.э. и фактически до рубежа эр. Это в основном грунтовые могилы прямоугольной или овальной формы, вытянутые в широтном направлении и перекрытые деревянным накатом, часто имеющие ниши в северной стене для помещения сосудов (рис.3). Состав сопутствующего погребального инвентаря, в котором важнейшими являются формы и размеры керамических сосудов, также является неоспоримым доказательством существования частичной оседлости у саков.

Например, в долине Кетмень-Тюбе подтверждением этому является и факт нахождения

в могилах большого количества сосудов – от двух-трех до восьми-девяти экземпляров в отличие от кочевников других районов, где обычно в могилу помещали 1 – 2 и реже 3 сосуда. Состав керамики Кетмень-Тюбе также может свидетельствовать о полуоседлом образе жизни сакского населения. Так, наряду с круглодонной керамикой, характерной для культур ранних кочевников, здесь немало сосудов с уплощенным и плоским дном, имеется в большом количестве гончарная посуда (16,8 % от всей посуды). Наличие же больших, очень крупных сосудов высотой до 70 – 80 см, как лепных, так и станковых, с плоским дном или поддоном (рис. 4), известных пока только в Кетмень-Тюбе, невозможно при кочевом образе жизни. В этих курганах найдены и зернотерки, которые в совокупности с разнообразной керамикой (гончарной, крашеной, орнаментированной, чернолощеной) также могут свидетельствовать в пользу наличия земледелия у ранних кочевников Кетмень-Тюбе (см.: Ташбаева, 1987; Она же, 2011).

Для территории Семиречья казахский ученый К.А.Акишев очень убедительно показал наличие земледелия у кочевников III – I вв. до н.э., этнически отнесенных им к племенам усуней с учетом полукочевой формы хозяйства в совокупности с природно-географической средой, некоторыми сведениями письменных источников и данными археологии (Акишев, 1970. С. 69 – 78). Но ведь все эти условия и причины существовали и в предшествующее время. По крайней мере, для долины Кетмень-Тюбе, к ве-

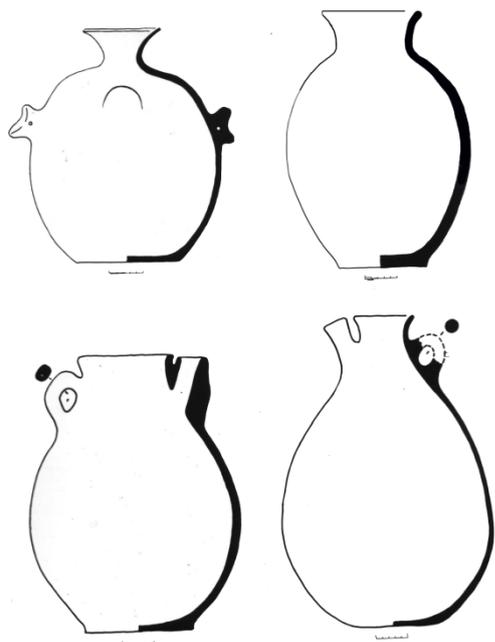


Рис. 4. Крупные сосуды Кетмень-Тюбе

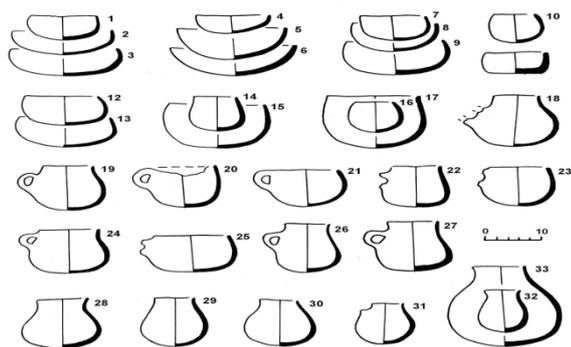


Рис. 5. Характерные формы сосудов ранних кочевников

ликому сожалению, сейчас затопленной водами Токтогульского водохранилища, об этом убедительно свидетельствовало наличие всех естественно-географических условий, необходимых для ведения земледельческого хозяйства: замкнутость просторной долины, окруженной высокими горными хребтами, обилие водных потоков, благоприятный теплый климат, близкий к климату древнеземледельческой Ферганской долины. Помимо этого, в долине Кетмень-Тюбе еще в эпоху бронзы существовало земледелие, которое, по всей вероятности, продолжало иметь место и в последующие эпохи.

Таким образом, для Кетмень-Тюбе, без сомнения, характерно сочетание основной скотоводческой формы хозяйства с земледельческой, что, видимо, и определило своеобразие многих компонентов культуры ее населения в I тыс. до н.э. Свообразие сакских памятников Кетмень-Тюбе позволяет выделить здесь особую культуру для эпохи ранних кочевников, называемую нами **джаларыкской** (Кожомбердиев, 1986. С.10; Таибаева, 1987; Она же, 2011).

Хозяйственный тип населения высокогорных районов Внутреннего Тянь-Шаня и Алая с просторными пастбищами и Чуйской долины был несколько иным. Видимо, эти районы могли и принимали кочевников, кочевавших со скотом круглогодично и на очень большие расстояния. Археологический материал во многом подтверждает это.

Например, в районах Внутреннего Тянь-Шаня в погребальном обряде ранних кочевников в отличие от курганов Кетмень-Тюбе прослеживается большое разнообразие погребальных конструкций: грунтовые ямы с разными перекрытиями (деревянными накатами, каменными плитами), деревянные срубы, каменные ящики. Наряду с одиночными здесь встречаются и парные захоронения. В могильной яме около погребенных стояли 1 – 2 и редко большее количество сосудов. Иногда помещали только небольшие, специально изготовленные для погребения сосуды, как в могильнике Баския I. Примечательно, что здесь эти сосуды стояли не на дне ямы, вдоль левого плеча погребенного, а на специальной высокой приступочке или же на краю могильной ямы. Такой обряд помещения сосудов больше не встречается не только в могильниках Внутреннего Тянь-Шаня, но и других районов Кыргызстана эпохи ранних кочевников (см.: Таибаева, 1995; Она же, 1996). Однако этот обряд встречается в курганах Ферганы актамского типа, датируемых сакским временем (Горбунова, 1962. С. 97). Этот факт свидетельствует о том, что группа населения, оставившая могильник Баския I, прикочевала на просторы Тянь-Шаня, скорее всего, с Ферганской долины. А кочевой образ жизни, несомненно, ограничивал количество керамической посуды. Использувавшиеся в быту сосуды были ценными для них, и они спешно изготавливали посуду специально для помещения в могилу умершему.



Рис. 6. Разрез насыпи кургана и каменная выкладка над срубом.  
Курган 66, мог. Кеден. Внутренний Тянь-Шань

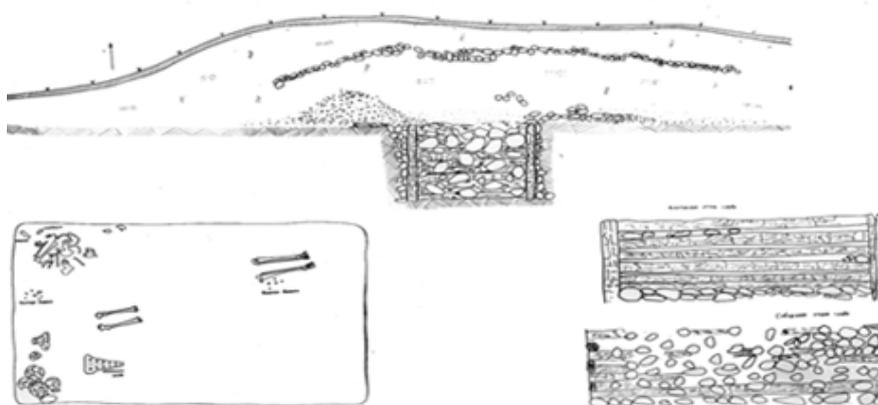


Рис. 7. Разрез насыпи кургана и сруба, план сруба кург. 63, мог. Кеден

В могильнике Кеден Внутреннего Тянь-Шаня центральная цепочка из восьми крупных курганов впервые для памятников Кыргызстана этого времени дала срубную конструкцию погребальных сооружений. И очень важно, что срубные конструкции были не в единичных курганах, а во всех восьми курганах цепочки. Срубы были опущены в просторные ямы размером 2 x 3,5 или 2,8 x 3,7 м при высоте в 1 – 1,2 м. В восточной стене срубов имелись входы или проемы для входа, которые начинались не на уровне пола сруба, а значительно выше, ближе к потолку сруба. От этих проемов шли узкие коридоры типа дромоса, забутованные камнями (Ташбаева, 1995. С. 37 – 38). Насыпи этих крупных курганов были хорошо укреплены панцирными кладками, что способствовало сохранению их высоты и размеров, если даже не в первоначальном виде, то значительно приближенными к ним, а также препятствовало проникновению влаги во внутрь и содействовало сохранению внутримогильных деревянных

сооружений.

Захоронения в срубах могильника Кеден находят аналогии в погребальных конструкциях сакских курганов долины р. Или, в восточных районах Казахстана, Алтая и Южной Сибири скифского времени, где срубная конструкция была широко распространена (см.: Акишев, Кушаев, 1963; Руденко, 1960; Полосьмак, 1987; Кубарев, Шульга, 2007 и мн. др.). Это, конечно, свидетельствует о генетических связях некоторых групп ранних кочевников Внутреннего Тянь-Шаня, оставивших курганы могильника Кеден, с кочевниками северных районов Центральной Азии. В то же время конструктивные особенности срубов могильника Кеден, то есть наличие входов и проемов с дромосами и некоторых особенностей погребального обряда рядовых захоронений, выделяет эту группу кочевников из всех аналогичных групп.

Еще один памятник является бесспорным подтверждением существования тесных контактов ранних кочевников Внутреннего Тянь-



Рис. 8. Могильник Жапырык

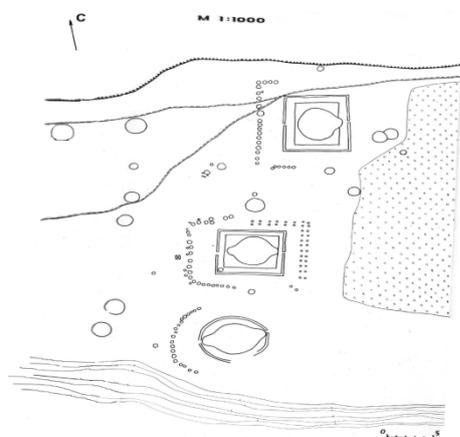


Рис. 9. План могильника Жапырык

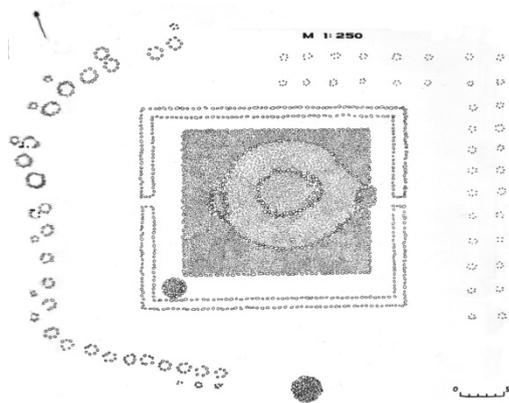


Рис. 10. Курган 2 могильника Жапырык

Шаня с населением этого периода Южной Сибири, Алтая и Монголии. Это удивительный комплекс огромных курганов со сложной конструкцией наземных частей в местности Жа-

пырык, в высокогорном, отдаленном и глухом урочище недалеко от оз. Сон-Куль (рис. 8 – 10).

В могильнике выделяются три огромных кургана своеобразной конструкции, позволяющих говорить об архитектурных особенностях погребальных сооружений ранних кочевников (рис. 9). Курганы вытянуты по линии север – юг. Диаметры их – от 30 до 50 м., высота – 4 – 5 м. Насыпи курганов земляные, округлой формы, с выступами в западной и восточной сторонах, глубокими воронками на вершине. Два кургана поверх насыпи имеют плотные каменные панцири четырехугольной формы. Края основания панцирей выложены тщательно, крупными валунами. На расстоянии 7,5 – 10 м от подошвы насыпи идут кладки-ограды, выложенные из двух рядов камней, расстояние между которыми 2 м. С западной и восточной сторон, напротив выступов, кладки-ограды прерываются, образуя как бы «входы». На расстоянии около 15 – 20 м от кладок-оград курганов, главным образом в западной части, расположены ритуальные кольцевые выкладки, диаметром 1,5 – 2 м, по 7 – 8 валунов в каждой, и редко этих валунов бывает больше, до 15 камней. На юго-восточной стороне кургана № 2 имеются небольшие каменные кольца, выложенные в два ряда из более мелких камней (рис. 10).

В западной части могильника сохранилась цепочка из шести обычных земляных курганов диаметром 15 – 20 м и высотой до 1,5 м, вытянутых по линии север-юг. В восточной части могильника бессистемно расположены несколько каменных выкладок (Ташбаева, 1983. С. 502; Она же, 1995. С. 34 – 35; Она же, 1996. С. 43 – 44, рис. 4 – 5; Она же, 2001. С. 71 – 75; Она же, 2002. С. 76 – 78).

Курганы могильника Жапырык с такой интересной конструкцией наземных частей и такой хорошей сохранности пока единственные в Кыргызстане. Иногда на других археологических объектах Внутреннего Тянь-Шаня встречаются отдельные элементы подобной конструкции, такие, как кольцевые каменные выкладки вокруг курганов (Кибиров, 1959; Табалдиев, 1996; Он же, 2006; Он же, 2006), но такие крупные курганы с плотными панцирными выкладками, оградами, большими и малыми кольцевыми выкладками, хорошо сохранившимися, как в Жапырыке, больше не известны.

Курганы могильника Жапырык находят аналогии в керексурах Горного Алтая, но особенно Монголии, где имеются курганы с абсолютно идентичными конструкциями наземных частей погребальных сооружений (см. напр.: Грач, 1980. С. 30 – 32, 69 – 70; Новгородова, 1989. С. 201 – 225 и др., а также автор имел возможность визуально осмотреть такие курганы в Монголии).

Погребальный обряд ранних кочевников просторной Алайской долины также отличается разнообразием. Здесь хоронили в грунтовых могильных ямах, каменных ящиках и просто на древней дневной поверхности. Поверх всех типов захоронений насыпался земляной или каменно-земляной курган. Захоронения были одиночными, парными, тройными и даже положенными ярусами, один над другим. В каменных ящиках встречались погребенные, положенные и в скорченном виде (Ташбаева, 1987; Она же, 2011). Эти данные свидетельствуют о проживании на Алае в эпоху ранних кочевников разных групп населения, что подтверждается и антропологическими исследованиями черепов из разных погребений. Антропологи выявили здесь и средиземноморский тип с долихокранией, и типы среднеазиатского междуручья с мезобрахикранией, и переходные формы от средиземноморского типа к типу среднеазиатского междуручья (см.: Перевозчиков, 1970. С. 122 – 132; Гинзбург, Трофимова, 1972. С. 133 – 135).

А.Н. Бернштам, характеризуя культуру кочевников Алая, отмечал: «С одной стороны, местное население развивалось на основе связи с богатыми древними цивилизациями, что компенсировало ограниченность местного производства (высокогорные районы не знали оседлости и земледелия и их экономика базировалась на кочевом скотоводстве), с другой – занимая выгодные трассы торговых путей, оно принимало (и неоднократно) приток новых этнических групп, оказывавших существенное влияние на его развитие» (Бернштам, 1952. С. 204). Видимо, этим и объясняется все многообразие погребального обряда и в целом культуры ранних кочевников Алая.

Высокогорная долина Алая издревле славились своими пастбищами с хорошей растительностью, которыми пользовались не только

местные жители, но и население более отдаленных территорий – Ферганской долины, Приаралья, Восточного Памира, возможно, и других отдаленных районов Центральной Азии, кочевавших «по приволью травы и воды». В китайских источниках, относящихся ко II в. до н.э., уже имеются упоминания об Алайской долине и торговом пути, проходившем здесь. Позднее, в XIII в., на Алае побывал и Марко Поло, который дал краткую, но очень верную характеристику ей, когда написал: «На том высоком месте между двух гор находится равнина, по которой течет славная речка. Лучшие в свете пастбища тут; самая худая скотина разжиреет здесь в десять дней...» (Книга Марко Поло, 1955. С. 76, 269).

Сакская культура Ферганской долины, граничащей с Алайской, вообще стоит обособленно. Здесь, если часть сакских племен вела полуседлый образ жизни, откочевывая на летнее время в близлежащие предгорья и пастбища в горах, окружавшие долину со всех сторон и затем, возвращаясь на свои зимние стойбища, то большая часть населения вообще была оседлой и даже горожанами, являясь жителями около 70 городов государства Давань, процветавшего в долине в античное время (Ташбаева, 2013; Она же, 2014).

Таким образом, культура сакских племен была очень разнообразной и вопреки устоявшемуся мнению о саках как о кочевых племенах можно сказать, что они в зависимости от географических и ландшафтных условий обитаемых мест были и полукочевниками, часто в сочетании с оседлостью, а также оседлыми и даже горожанами. И это явление было характерно не только для Кыргызстана, страны с горным ландшафтом территории и обусловившими это разнообразие. Для собственно скифских племен также характерно такое разнообразие культур, чему ярким примером могут служить города и поселения Причерноморья скифского времени, как Ольвия. Херсонес.

Те же племена, которые совершали перекочевки внутри региона, например, между Ферганской долиной, Алаем, Тянь-Шанем, Памиром и т.д., скорее всего, совершали их ежегодно по одним и тем же маршрутам или повторяя эти маршруты в течение нескольких лет, т.е. возвращаясь на свои исконные места обитания

через определенное количество лет в зависимости от изменений природных и климатических условий. И в их культуре можно проследить взаимовлияния с другими культурами, с которыми соприкасались племена во время своих перекочевок.

А отдельные племена ранних кочевников, судя по археологическим материалам, совершали перекочевки на очень далекие расстояния, постепенно преодолевая со своим скотом тысячи километров пути между степями Монголии, Южной Сибири, Алтайских гор и Тянь-Шаньским горным массивом. И в этом случае они пребывали в постоянном кочевом ритме, который мог длиться на протяжении жизни не одного поколения рода, племени. Такое кочевание можно условно назвать вековыми. На существование такого вида кочевания указывает, например, своеобразный комплекс курганов в местности Джапырык, пока зафиксированный только в одноименном урочище на территории Кыргызстана. Удивительно, что подобные памятники встречаются на территории Монголии и Алтая также не в массовом виде. Такая схожесть погребальных сооружений на территориях, очень отдаленных, но объединенных существованием возможных традиционных путей перекочевок, может свидетельствовать и о возможном генетическом родстве погребенных в таких конструкциях, которые могли проживать на этих территориях в разные времена. В этом случае удивляет устойчивое сохранение племенами своих похоронных обрядов и обычаев, погребальных сооружений, для возведения которых требуются большие затраты сил и времени.

Следующий очень важный период исторического развития называется эпохой Великого переселения народов, или гуннским временем. Это время, когда огромные массивы кочевых племен начали движение с Востока на Запад, дойдя до самых восточных границ Европы. Толчком к началу такого передвижения племен явилось очередное усиление процесса засушливости степных просторов Евразии, и скотоводческие кочевые племена были вынуждены искать новые пастбища для своих многочисленных стад. Постепенно началось все нарастающее передвижение населения Великого Евразийского степного коридора. Одно племя или союз племен, вытесняя своих соседей, от-

воевывал у них пастбища, а те, в свою очередь, двигались на земли других. И на всей этой огромной территории распространяются культуры, для которых в целом характерны одинаковые погребальные сооружения в подбоях и катакомбах и близкие по обряду захоронения. Общность их культуры проявляется не только в конструкциях погребальных сооружений, но и в покрое одежды, предметах быта (бронзовые котлы, деревянные столики, глиняные и деревянные сосуды) и вооружения, в технике ювелирных изделий, в которой особое место занимает распространение полихромного стиля, удивляет высококлассность, тонкость ювелирного искусства, сочетание цветовых гамм и технологических приемов. В это время поразительное сходство культуры на огромном пространстве степей и прилегающих горных областей было вызвано конкретно-историческими связями названных районов, мощью и активностью гуннского племенного союза и активным кочеванием огромных масс населения.

На территории Кыргызстана широко распространяются племена катакомбной культуры, о чем свидетельствуют многочисленные могильники этого времени, состоящие из десятков и сотен курганов. Полученный значительный вещественный материал из погребений этой эпохи позволяет более или менее полно охарактеризовать кочевой быт племен, населявших территорию Кыргызстана в первой половине I тыс. н.э. Племена катакомбной культуры Кыргызстана имели наиболее тесные связи с древними насельниками северных и восточных районов Центральной Азии. Однако географические и ландшафтные особенности территории Кыргызстана и в это время наложили свой отпечаток на развитие номадических культур здесь. Памятники кочевых племен этой эпохи в Кыргызстане представлены двумя основными группами: тянь-шано-алайской и ферганской, которые имеют своеобразные отличительные черты.

В тянь-шано-алайской группе курганов могилы устроены преимущественно в виде катакомб с длинным дромосом до 5 – 6 м, иногда до 16 м (рис. 11). Эта группа курганов составляет **кенкольскую археологическую культуру** по первому исследованному могильнику в местности Кенкол в Таласской долине. Большое ко-

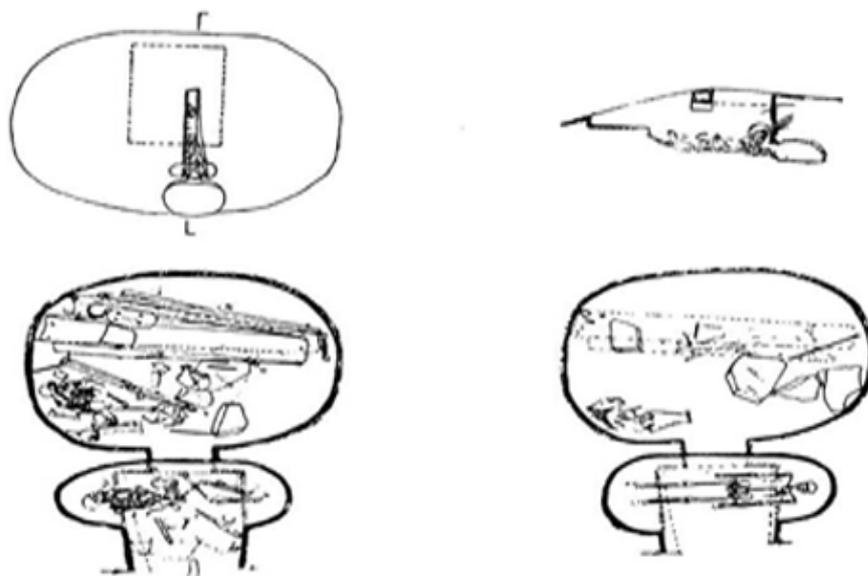


Рис. 11. Конструкции погребальных сооружений кенкольского типа

личество курганов кенкольской культуры были открыты в долине Кетмень-Тюбе И. Кожомбердиевым в 1960 – 1980 гг., давших наиболее интересные конструкции катакомбных сооружений и яркие образцы материальной и художественной культуры. В катакомбах погребенные лежали в деревянных гробах или на дощатых, войлочных и камышовых настилах. По расовому типу они были европеоидами со значительной монголоидной примесью. Черепа их часто были с деформацией. Этот тип памятников распространен в основном во Внутреннем Тянь-Шане, на Алае, в долинах рек Чу, Таласа, Чаткала и особенно Кетмень-Тюбе (см.: *Бернштам, 1940; Бернштам, 1952; Кибиров, 1959; Кожомбердиев, 1960; Кожомбердиев 1963; Кожомбердиев, 1986*).

Необходимо отметить, что на территории Кыргызстана в таких крупных и замкнутых долинах, как Кетмень-Тюбе и Талас, имели распространение устойчивые типы кенкольской культуры. И очень важно, что именно в этих районах могильники иногда насчитывают до 300 – 500 и 1000 курганов, что является бесспорным свидетельством многочисленности населения этого времени и длительного проживания одних и тех же родовых или племенных групп в определенном месте. И, видимо, здесь они вели полукочевой образ жизни, как и ранние кочевники, – саки, то есть использовали методы вертикального кочевания, занимая

длительное время одни и те же жизненные пространства и пастбища. Многочисленные керамические сосуды в виде фляг, плоскодонных горшков и кувшинов, найденные в катакомбах, также подтверждают полуоседлость скотоводческих племен долины Кетмень-Тюбе и Таласа.

Для ферганской группы памятников, составляющей **кара-булакскую культуру**, характерны могилы преимущественно с подбоем (рис. 12), хотя в ограниченном количестве имеются и катакомбные захоронения, и грунтовые погребения.

Для них характерны и несколько иные формы погребального инвентаря, в особенности керамики. Эту группу памятников составляют могильники юго-восточной части Ферганской долины. Самый крупный из них и интереснейший – это могильник Кара-Булак в Баткенской области, насчитывавший около 900 курганов. Он был частично исследован Ю.Д. Баруздиным в течение шести лет начиная с 1954 г. В эту группу памятников входят также могильники Тура-Таш, Кок-Таш, Кара-Бель, Кайрагач, Кара-Мойнок, Боркорбаз, Карасадак и др. Из этих погребений получен богатейший материал по материальной и духовной культуре населения первых веков нашей эры Юго-Восточной Ферганы (см.: *Баруздин, 1956; Баруздин, 1957; Баруздин, 1957; Баруздин, 1961; Баруздин, Брыкина, 1962; Брыкина, 1982; Горбунова, 1991; Горбуно-*

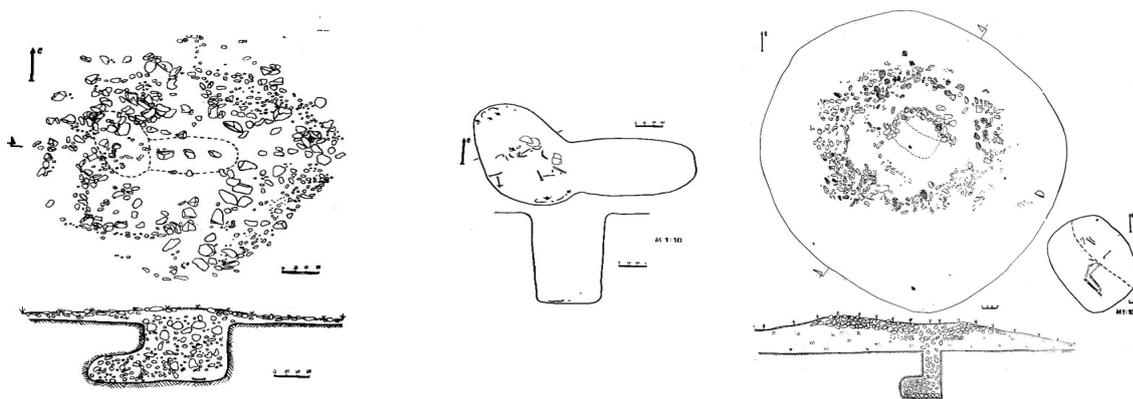


Рис. 12. Типы подбойных захоронений кара-булакской культуры

ва, 1999; Винник, 1996 и др.). Скорее всего, эти могильники оставило население, также ведущее полуоседлый образ жизни, как и население долин Кетмень-Тюбе и Таласа этого времени, так и предыдущей сакской эпохи Ферганской долины. Подтверждением этому, помимо погребального инвентаря, служит и то, что рядом с могильниками часто находятся и поселения этого же времени. Ведь Фергана с эпохи бронзы является зоной распространения древнеземледельческих культур и цивилизаций.

Культура населения Внутреннего Тянь-Шаня и Алая, как и в предыдущую эпоху, отличается разнообразием типов погребальных сооружений. Здесь встречаются и кенкольские и кара-булакские типы, а также другие разновидности катакомбных сооружений. Могильники хотя и многочисленны, но не такие крупные, как в долине Кетмень-Тюбе, Таласа и Ферганы. Они состоят в основном из нескольких или двух – трех десятков курганов. Иногда по несколько курганов с катакомбными или подбойными захоронениями встречаются среди курганов сакских могильников. Обширных могильников, включающих несколько сот курганов, здесь не встречается. Такая ситуация свидетельствует о недолгом проживании кочевых групп здесь и, вероятно, о частой смене населения, то есть горные массивы Тянь-Шаня и Алая, как и в предыдущую эпоху, оставались чисто скотоводческими зонами, используемыми как пастбища в теплое время года. Эти зоны постоянно принимали новые волны кочевников из разных территорий. Антропологические данные также дают разнообразный материал,

подтверждающий о проживании здесь разных групп населения.

Середина I тыс. н.э. – важнейшая веха в истории Центральной Азии, связанная также с новой волной кочевников и приходом тюркских народов и началом процесса тюркизации на всей этой огромной территории. Поэтому повсеместно на огромных просторах Центральной Азии, как и в предшествующее гуннское время, распространяется почти одинаковый обряд захоронения под невысокой каменной насыпью и сопровождающие их ритуальные комплексы с каменными изваяниями или стелами. Очень часто погребения тюркского времени сопровождаются и захоронением коней.

На территории Кыргызстана погребения тюркского времени распространены главным образом в северной части, во Внутреннем Тянь-Шане, на Иссык-Куле, в Чуйской и Таласской долинах, то есть в районах расселения кочевников-тюрков. Наибольшие исследования памятников этого времени проведены К. Табалдиевым в Ат-Башыном и Кочкорском районах Внутреннего Тянь-Шаня и получены интересные материалы, достаточные для характеристики культуры раннесредневековых кочевников-тюрков (см. Табалдиев, 1996; Он же, 2008). Для этого времени известны находки и многочисленных каменных изваяний, иногда дающих очень интересную и важную информацию как в целом по иконографии, так и этнографии (покрой одежды, особенности украшений, оружия, сосудов), а также духовной культуре древних тюрков (рис. 13), (см.: Шер, 1966; Табалдиев, 2008. С. 171 – 175).



Рис. 13. Типы каменных изваяний Тянь-Шаня  
(из материалов экспедиций К.И.Ташбаевой 1981 – 1984 гг.)

Процесс тюркизации Центральной Азии хорошо документируется и довольно многочисленными и разнообразными памятниками древнетюркской рунической письменности, найденными в разных районах. На территории Кыргызстана тюркские рунические надписи впервые были обнаружены в 1895 г. финским ученым Каллауром в Таласской долине в местности Айиртам-Ой. Затем Гейкель в 1898 г. обнаружил в этой же долине еще два валуна с руническими надписями. И сто лет спустя, в 1998 и 2000 гг., камни с руническими надписями были обнаружены в Кочкорском районе Внутреннего Тянь-Шаня кыргызскими археологами К. Табалдиевым и О. Солтобаевым. И важно отметить, что находки были не в единичных экземплярах, а целой серией на двух десятках каменных валунов (см.: *Кляшторный, 2001. С. 73 – 75; Табалдиев, Солтобаев, 2001. С. 68 – 73; Табалдиев, 2008. С. 181 – 184; Он же, 2008. С. 52 – 76*). Тюркские рунические надписи Кыргызстана датируются V – XI вв.

Однако процесс тюркизации Центральной Азии был сложным и длительным. В отдельные периоды он замедлялся переселением в кочевые районы целых волн земледельческого ираноязычного населения, так называемой согдийской колонизацией. И тогда же в общем русле исторического развития в предгорных, горных и степных районах Центральной Азии, бывших исконно кочевыми, начинает складываться и развиваться городская культура, здесь постепенно достигают расцвета различные ремесла,

наука, культура и искусство.

Для территории Кыргызстана, где исконно жили кочевые и полукочевые племена, это время также знаменуется появлением и развитием большого количества оседлых поселений, постепенно разраставшихся в крупные города с трехчастной структурой, – цитадель, шахристан и рабат. Конечно, этот процесс непосредственно связан с развитием торговых и экономических связей между странами Востока и Запада и развитием Великого Шелкового пути, повлекших за собой большие миграции оседлых согдийцев в земли, занятые кочевниками-тюрками, и началом процесса урбанизации здесь. Эти процессы дали толчок развитию оседлости среди кочевников-тюрков. Об их проживании в городах свидетельствуют и погребения в городских некрополях рядом с наусами, в которых были помещены оссуарные захоронения и многие предметы материальной культуры. И, видимо, процесс оседания тюрков получил достаточно широкое развитие. Ведь удивляет количество появившихся поселений и городов в это время на территории Кыргызстана. Например, только в Чуйской долине протяженностью около 250 км число городов достигает 80, среди которых 18 были довольно крупными, с большими базарами, караван-сараями. Даже на территории Внутреннего Тянь-Шаня, исконно занятой кочевниками, в это время появляется более 30 городов и караван-сараяев. В целом же на территории Кыргызстана в это время насчитывается более 500 городов и поселений.

Оседание кочевников в период Средневековья – своеобразный феномен в историческом развитии, до конца еще не осмысленный учеными.

Начиная с VI в. территория Кыргызстана входит в состав Государственных объединений, как Западно-Тюркский, Тюргешский и Карлукский каганаты. Центром этих государств являлся город Суяб (городище Ак-Бешим), находившийся в Чуйской долине (Ведутова, Куримото, 2014). Расцвет средневековой культуры приходится на время существования государства Караханидов X – XII вв. со столицей в Баласагуне, отождествляемым с городищем Бурана. В границу этого государства входила огромная территория от р. Или и города Кашгара на востоке и до р. Аму-Дарья на западе.

После нашествия монголов в XIII в. наступает упадок городской культуры Кыргызстана, как и во многих других районах Центральной Азии. На этот процесс в значительной мере повлияло и то, что начала затухать трансконтинентальная сухопутная сеть торговых путей, связывавшая развитые центры Востока и Запада. Так называемый Великий Шелковый путь, в свое время повлиявший на развитие урбанизации и в целом культуры местного тюркского народа, как и на всей территории Центральной Азии, в XIII – XIV вв. переместившийся с сухопутных просторов на более безопасные морские пути, привел к полному упадку городской культуры в евразийских степях, в том числе и на севере Кыргызстана. Население Северного Кыргызстана постепенно возвращается к почти полному кочевому хозяйству, которое господствует здесь вплоть до XIX – начала XX вв.

Время XIV – XVI вв. также интересно передвижением больших масс кочевого населения и началом процесса этногенеза многих народов Центральной Азии, в том числе и кыргызского народа. В XVII – XIX вв. население Кыргызстана с уже сложившимся кыргызским этносом не кочует на дальние расстояния, совершая в основном сезонные перекочевки на весенние и летние пастбища в горах, а к осени возвращаясь на постоянные места обитания в долинных местах. Только на юге Кыргызстана и в это время продолжалось непрерывное развитие городской культуры, имевшее истоки еще с эпохи бронзы, затем сакских времен, продолжавшееся и в эпоху Позднего Средневековья

и по настоящее время, продолжая традиции древнеземледельческой зоны.

Таким образом, развитие номадизма на протяжении всего своего развития было сложным процессом, на который влияли в первую очередь природно-географические факторы, основные процессы исторического развития на всей огромной территории, конечно, немаловажную роль играли и направления связей населения той или иной территории в определенный период развития. В целом развитие Древнего и Средневекового Кыргызстана не выпадало из общего процесса исторического развития, и здесь имели распространение те же культуры, что и во всей Центральной Азии, но в силу географических и ландшафтных условий края, имевшие свои особенности. Здесь вопреки устоявшемуся мнению о чисто кочевом образе жизни ранних саков, усуней, племен катакомбной культуры на большей части территории Кыргызстана имело место развитие полукочевого скотоводческого хозяйства в сочетании с полуседлостью и земледелием. И только горные районы Внутреннего Тянь-Шаня, Алая и просторы Чуйской долины давали возможность развитию кочевого образа жизни и постоянного притока и оттока разных кочевых групп населения. В эпоху Раннего Средневековья на развитие культуры древних тюрков Кыргызстана оказали сильнейшее влияние процессы урбанизации, активизировавшиеся с ростом торгово-экономических связей Востока и Запада и расцветом Великого Шелкового пути, повлиявших на оседание кочевников-тюрков в городах и поселениях и расцвет их культуры во всех областях, а по прошествии нескольких веков спад этих торгово-экономических связей привел к обратному процессу – упадку городской культуры и к возврату тюркского населения к кочевому образу жизни.

#### *Литература*

1. Акишев К.А. О возникновении оседлости и земледелия у древних усуней Семиречья // По следам древних культур Казахстана. – Алма-Ата, 1970.
2. Акишев К.А., Кушаев Г.А. Древняя культура саков и усуней долины реки Или. – Алма-Ата, 1963.
3. Баруздин Ю.Д. Кара-Булакский могильник: (Раскопки 1954 г.) // ТИИАНКиргССР. – 1956. – Вып. 2. – С. 57 – 59.

4. Баруздин Ю.Д. Кара-Булакский могильник: (Раскопки 1955 г.) // ТИИАНКиргССР. – 1957. – Вып. 3. – С. 17–31.
5. Баруздин Ю.Д. Кара-Булакский могильник // КСИЭ. – 1957. – Вып. 26. – С. 96–102.
6. Баруздин Ю.Д. Кара-Булакский могильник // ИАНКиргССР. Сер. обществ. Наук. – Т.3. – Вып. 3. – 1961. – С. 43–81
7. Баруздин Ю.Д., Брыкина Г.А. Археологические памятники Баткена и Ляйляка (Юго-Зап. Киргизия). – Фрунзе, 1962.
8. Бернштам А.Н. Кенкольский могильник, 1940.
9. Бернштам А.Н. Историко-археологические очерки Центрального Тянь-Шаня и Памиро-Алая // МИА. – 1952. 26.
10. Брыкина Г.А. Могильник Кайрагач в Южной Киргизии // КСИА. – Вып.170. – С. 118–125
11. Винник Д.Ф. Карасадакский могильник // Древний и Средневековый Кыргызстан. – Бишкек. – С. 104 – 119
12. Ведутова Л.М., Куримото Ш. Парадигма раннесредневековой городской культуры: городище Ак-Бешим. – Бишкек, 2014.
13. Гинзбург В.В. Древнее население Центрального Тянь-Шаня и Алая по антропологическим данным (I тыс. до н.э. – I тыс. н.э.) // ТИЭ АН СССР. Т. XXI. –С. 354 – 382.
14. Гинзбург В.В., Трофимова Т.А. Палеоантропология Средней Азии. – Москва. – 372 с.
15. Горбунова Н.Г. Культура Ферганы в эпоху раннего железа // АСГЭ, 5 – Ленинград. – С. 92–122
16. Горбунова Н.Г. О подбойно-катакомбных погребениях ранних кочевников Средней Азии: (Конец I тыс. до н.э. – первая пол. I тыс. н.э.) // СА. – №3. С. 20–30.
17. Горбунова Н.Г. Еще раз о Кара-Булакском могильнике // Новое о Древнем и Средневековом Кыргызстане. – Вып. 2. – Бишкек: Мурас. – С. 38–44.
18. Грач А.Д. Древние кочевники в центре Азии: М., 1980.
19. Кибиров А.К. Работы тянь-шаньского археологического отряда (1954 г.)// КСИЭ. – 1957. – Вып.26. – С. 81 – 88.
20. Кибиров А.К. Археологические работы в Центральном Тянь-Шане: 1953 – 1955гг. // ТКАЭЭ. – Т.2, 1959. – С. 63 – 138
21. Кляшторный С.Г. Новые открытия древнетюркских рунических надписей на Центральном Тянь-Шане // Известия Национальной академии наук Кыргызской Республики. – Бишкек. – 1 – 2, 2001.
22. Книга Марко Поло. – М., 1955. – 376 с.
23. Кожомбердиев И. Новые данные о Кенкольском могильнике // КСИИМК. – Вып.80. – 1960. – С. 70–75
24. Кожомбердиев И. Катакомбные памятники Таласской долины // Археологические памятники Таласской долины. – Фрунзе, 1963. С. 33–37.
25. Кожомбердиев И. Культура ранних кочевников Западного Тянь-Шаня (По материалам курганных могильников VI в. до н.э. – VII в.н.э. долины Кетмень-Тюбе) // АКД АН СССР. ЛОИА – Л., 1986.
26. Кубарев В.Д., Шульга П.И. Пазырыкская культура (курганы Чуи и Урсула) – Барнаул, 2007.
27. Новгородова Э.А. Древняя Монголия. – М., 1989.
28. Перевозчиков И.В. К палеоантропологии населения Алая в сакское время // ВА. – 1970. – Вып.34. – С.122 – 132.
29. Полосьмак Н.В. Бараба в эпоху раннего железа. – Новосибирск, 1987. – 144 с.
30. Руденко С.И. Культура населения Центрального Алтая в скифское время. – М.;-Л.; 1960.
31. Табалдиев К.Ш. Новые сведения из области духовной и материальной культуры сакского времени Тянь-Шаня // Древний и Средневековый Кыргызстан. – Бишкек, 1996. – С. 172–177.
32. Табалдиев К.Ш. Курганы средневековых кочевников. – Бишкек, 1996. – 115 с.
33. Табалдиев К.Ш. «Восьмикаменные» оградки, «поминальники» ранних кочевых племен Тянь-Шаня // Кыргызстан: история и современность. – Бишкек. С. 267–275.
34. Табалдиев К.Ш. «Восьмикаменные» памятники и «оленные камни» Тянь-Шаня // Современные проблемы археологии России. – Том. II. Материалы Всероссийского археологического съезда (23–28 октября 2006 г., Новосибирск). – Новосибирск, 2006. – С. 55–57.
35. Табалдиев К.Ш. Раннесредневековые тюрки Тянь-Шаня // Тюркское наследие Евразии VI–VIII вв. – Астана, 2008. – С. 164–190.
36. Табалдиев К.Ш., Солтобаев О.А. Рунические надписи Кочкорской долины // Известия Национальной академии наук Кыргызской Республики. – Бишкек. – 2001. – № 1–2.
37. Табалдиев К., Белек К. Памятники письменности на камне Кыргызстана. – Бишкек, 2008. – 336 с.

38. Ташбаева К.И. Культура ранних кочевников Тянь-Шаня и Алая: Вопросы хронологии и локальных вариантов: АКД / АН СССР. ЛОИА. – Л.; 1987.
39. Ташбаева К.И. Новые аспекты в культуре ранних кочевников Тянь-Шаня // Из истории и археологии древнего Тянь-Шаня. – Бишкек, 1995.
40. Ташбаева К.И. Археологические комплексы ранних кочевников Тянь-Шаня // Древний и Средневековый Кыргызстан. – Бишкек, 1996.
41. Ташбаева К.И. О связях древнего населения Тянь-Шаня с Саяно-Алтаем по данным археологии // Байыркы кыргыз тарыхынын актуалдуу проблемалары. – Бишкек, 2011. – КТМУ.
42. Ташбаева К.И. Петроглифы Жапырыка // Первобытная археология. Человек и искусство. – Новосибирск, 2002.
43. Ташбаева К.И. Культура ранних кочевников Тянь-Шаня и Алая (I тыс. до н.э.). – Бишкек, 2011. – 245 с.
44. Ташбаева К.И. Государственное устройство, население и язык Давани // Кыргызский каганат в контексте средневековой государственности и культуры тюркских народов: Тезисы материалов II Международной научной конференции, посвященной 1170-летию образования Великого Кыргызского каганата в Центральной Азии, г. Бишкек, 15 – 16 ноября 2013 г. – Бишкек, 2013. – С.146 – 147.
45. Ташбаева К.И. Давань: государственное устройство, этническая принадлежность и хозяйство населения // Кыргыз каганаты турк элдеринин мамлекеттүүлүгүнүн алкагында. – Бишкек, 2014. – С. 326 – 332.
46. Шер Я.А. Каменные изваяния Семиречья. – М.; Л., 2014. – 26 с.

**Список сокращений:**

- АКД – Автореферат кандидатской диссертации  
 ТИИАНКиргССР – Труды Института истории АН Киргизской ССР  
 КСИЭ – Краткие сообщения Института этнографии АН СССР  
 ИАНКиргССР – Известия АН Киргизской ССР  
 МИА – Материалы и исследования по археологии АН СССР  
 КСИА – Краткие сообщения Института археологии  
 ТИЭ АН СССР – Труды Института этнографии  
 СА – Советская археология  
 ТКАЭЭ – Труды комплексной археолого-этнографической экспедиции  
 КСИИМК – Краткие сообщения Института истории материальной культуры  
 ВА – Вопросы антропологии  
 КТМУ – Кыргызско-Турецкий университет «Манас»

УДК

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ В АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУКЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

© 2016 г. член-корр. НАН КР Ч.И. Арабаев

Поступило 27.06.2016 г.

В статье рассматриваются вопросы по интеллектуальной собственности, современное состояние рынка интеллектуальной собственности. Предложения по улучшению состояния по вопросу развития рынка интеллектуальной собственности. Проведен анализ возможности развития интеллектуальной собственности в академической науке Кыргызской Республики.

**Ключевые слова:** интеллектуальная собственность, инновационное развитие, развитие рынка интеллектуальной собственности, разработки.

Булл статьяда интеллектуалдык менчикке байланышкан маселелер жана интеллектуалдык менчик рыногунун азыркы учурдагы абалы каралат. Ошондой эле интеллектуалдык менчик рыногун өнүктүрүү боюнча сунуштар берилип, Кыргыз Республикасынын академиялык илиминде интеллектуалдык менчикти өнүктүрүү мүмкүнчүлүгүнө анализ жасалат.

**Түйүндүү сөздөр:** интеллектуалдык менчик, инновациялык өнүктүрүү, интеллектуалдык менчик рыногун өнүктүрүү, иштелмелер

## INTELLECTUAL PROPERTY IN ACADEMIC SCIENCE OF THE KYRGYZ REPUBLIC

This article discusses issues on intellectual property and the current state of the market for intellectual property. Proposals to improve the State of market development of intellectual property. The analysis of the possibility of intellectual property in academic science of the Kyrgyz Republic.

**Keywords:** intellectual property, innovative development, intellectual property market development, innovates.

**В современных условиях в цивилизованных развитых странах мира** основным фактором экономического роста становится не капитал и не средства производства, а знания, наука и новые идеи, которые обеспечивают выпуск интеллектуальной, конкурентоспособной продукции высокого качества.

Кыргызская Республика как член международного сообщества также должна развиваться по тому же научно-техническому пути. Однако до настоящего времени наша страна в недостаточной степени ориентирована на рыночные условия экономики, а в достаточной степени

ориентирована на повышение образовательного потенциала человеческих ресурсов.

Научно-технический потенциал Кыргызской Республики, основанный на интеллектуальную собственность научных учреждений в целом, и в частности Национальной академии наук Кыргызской Республики (НАН КР), очень мало задействован на инновационное развитие экономики страны. Такая ситуация обусловлена многими объективными и субъективными факторами, основными причинами являются слабая организация инновационной деятельности по стране, а также недостаточное финанси-

рование системы науки в стране (порядка 0,1% от ВВП).

Кыргызстан для зарубежных фирм и компаний представляет интерес в качестве перспективного рынка сбыта, но не для реализации инновационных проектов. Для исправления такой ситуации в стране экономическая политика государства должна быть направлена на создание благоприятного инвестиционного и инновационного климата.

Прошло более двадцати пяти лет со дня обретения Кыргызстаном независимости, за эти годы была разрушена система, доставшаяся в наследство от Советского Союза по созданию инноваций и внедрению их в производство и в экономику. Инновационный процесс в этот период начинался с фундаментальных научных и научно-поисковых исследований, проходил стадию прикладных НИОКР, завершался освоением инноваций почти на всех предприятиях отраслей народного хозяйства.

Советская система, основанная на административно-командной системе управления и бюджетного финансирования, с приходом рыночной экономики не смогла внедрить готовые проекты по той причине, что:

- нехватало финансовых ресурсов, непосредственно влиявших на инновационную активность производств реального сектора экономики;
- была технологическая отсталость и, как следствие, низкая конкурентоспособность продукции отдельных отраслей промышленности;
- неразвитость сферы малых инновационных предприятий, обладающих необходимой гибкостью для быстроменяющихся условий рынка;
- отсутствовала разветвленная инновационная инфраструктура;
- несовершенство нормативно-правовой базы инновационной деятельности;
- слабая работа в области защиты прав интеллектуальной собственности.

Таким образом, после распада Союза началось тяжелое экономическое положение, разрыв связей промышленности, производства и науки. Ученые НАНКР, проходя через суровые испытания первых лет переходного периода, продолжали добиваться определенных резуль-

татов в разработке новых наукоемких технологий, новых импортозамещающих материалов и техники. Подготовлены готовые к внедрению разработки отечественных ученых.

Экономика Кыргызстана получила от академических ученых немало новейших уникальных технологий, приборов, оборудования, машин и механизмов. В лабораториях Академии наук разработаны новые технологии получения сверхчистой сурьмы, ртути, золота и выведены новые породы сельскохозяйственных животных: алатауская порода коров, тонкорунная и алайская порода овец, уникальная вакцина против болезни животных мелкого рогатого скота, вакцина по безвредности и эффективности не имеет аналогов в мировой практике. Созданы буровые автоматы, успешно использованные в космических экспериментах на Луне и Венере.

Фундаментальные и прикладные исследования в Академии проводятся по приоритетным направлениям с учетом экономических и социально-культурных интересов республики. К настоящему времени ученые НАН КР предложили более 70 разработок для внедрения в реальный сектор экономики. Только за последние 20 лет на разработки ученых НАН КР получено более 500 авторских свидетельств на изобретения и патентов. Наши изобретения и наукоемкие технологии внедряются за рубежом: на предприятиях Малайзии, Франции, Германии, Швейцарии и др.

К числу выдающихся достижений Академии наук мирового уровня можно отнести открытие академиком П.И. Чаловым явления естественного разделения урана-234 и урана-238, открытие явления скачкообразного освобождения остаточных напряжений в горных породах академиком И.Т. Айтматовым, недавнее открытие К.Т. Тажибаевым закономерности изменения относительной величины скорости прохождения ультразвуковой поляризованной сдвиговой волны от механического напряжения в твердых материалах (закон Кушбакали).

В последние годы нашими учеными разработана концепция комплексного использования и охраны водных ресурсов, определяющая принципы межгосударственных отношений по использованию трансграничных водотоков Центральной Азии, реализация которых при-

несет значительный экономический эффект нашей стране.

Исследования наших ученых послужили основой для доказательства важнейших исторических событий, юбилеи которых широко отмечались под эгидой ООН. Это и «Ош-3000», и «Манас-1000», и Год кыргызской государственности.

Растет авторитет Национальной академии наук на международной научной арене. Ученые НАН КР осуществляют научно-техническое сотрудничество более чем с 90 Академиями наук, университетами, научно-исследовательскими институтами стран ближнего и дальнего зарубежья. НАН КР подписаны соглашения с АН России, Франции, Венгерской Республики, Малайзии, Монголии, Пакистана, Китая, Казахстана и другими. Только в результате договора с Российской академией наук ведутся совместные исследования с 48 российскими научно-исследовательскими институтами. НАН КР является полноправным членом ряда авторитетных международных ассоциаций академий наук: Международная ассоциация академий наук стран СНГ (МААН), Ассоциация академий наук азиатских стран (ААНА), Ассоциация академий наук тюркских государств, Всемирный совет академий наук, Ассоциация академий наук стран третьего мира (ТWAS). Большое внимание уделяется нами развитию информационно-коммуникационных технологий, которые являются одним из приоритетных, стратегических направлений науки в мире. Национальная академия наук и университеты участвуют в проекте Европейской комиссии Центрально-азиатской образовательной-исследовательской сети, и наша страна занимает лидирующую позицию в регионе ЦА.

НАН КР как высшее научное учреждение КР по определению должна стоять на передовых позициях не только в развитии интеллектуального потенциала страны, а также и в производстве интеллектуальной научной продукции и инноваций.

Но, к сожалению, многие разработки Национальной академии наук, отвечающие современным мировым требованиям и стандартам, остаются до сих пор невостребованными нашей экономикой, поскольку использование современных технологий требует серьезных финансовых затрат.

Многие проблемы и условия развития ИС, инноваций и интеллектуального потенциала НАН КР обусловлены общими проблемами всей страны. Тем не менее есть отдельные стороны рассматриваемых проблем, имеющих специфику в системе НАН КР.

Если анализировать интеллектуальную активность научных учреждений НАН КР в советское время и за годы независимости Кыргызской Республики в отношении изобретательской деятельности, то можно получить такие данные, что в советское время авторские свидетельства (или зарубежные патенты), полученные сотрудниками НИУ НАН КР, были в среднем от 30 до 35 в год; максимально до 76, мин. 12), а в целом изобретателями КР в среднем 200 (макс. 350). В годы независимости сотрудники НИУ НАН КР получали в среднем по 10-12 патентов в год, а в целом изобретателями КР получено не более 120 патентов (в основном КР и в меньшей мере Евразийские патенты с максимальным количеством не более 160 и 60).

Таким образом, относительный уровень патентования в НИУ НАН упал с 20 до 12 % от уровня патентования в целом по КР, т.е. снизился в 2 раза. Эти данные показывают о снижении относительного уровня патентования НИУ НАН в 5 раз по сравнению с советским периодом.

Такое положение изобретательской активности в НИУ НАН КР обусловлено в большей части объективными причинами – недостаточным финансированием, отсутствием реальных моральных и материальных стимулов в изобретательской и научной деятельности в стране в целом и в системе НАН в частности.

Для развития системы науки, рынка интеллектуальной собственности, инноваций и повышения интеллектуального потенциала в КР и системе НАН КР необходимо:

- принятие соответствующих нормативно-правовых решений в сферах, которые закреплены за государством;
- активно способствовать трансферу технологий, созданных государством;
- играть ведущую роль в кооперации партнерства государства и частного сектора во всех направлениях инновационной деятельности, по возможности участвовать в тех или иных узлах «це-

почки» создания инноваций, имеющих как большую общественную пользу, так и значимость для частного сектора;

- фокусировать национальные усилия на технологиях, являющихся критически для предприятий развивающейся экономики.

В современный период развития Кыргызской Республики одним из рычагов стабилизации и подъема экономики является активизация инновационной деятельности во всех ее сферах. Однако инновационная сфера нашей страны не удовлетворяет современным требованиям: низкая инновационная активность в экономике сочетается с недостаточной эффективностью расходов на инновации. Структура финансирования расходов на НИОКР зависит от государства, которое не в состоянии коммерциализировать принадлежащие ему результаты этих НИОКР.

Неразвитость рынка прав на интеллектуальную собственность осложняется, как уже отметили, исторически сложившимся разрывом между наукой и потребителями результатов НИОКР. В этих условиях особую роль приобретает активная государственная инновационная политика, важнейшим компонентом которой является защита прав на интеллектуальную собственность, в том числе на результаты НИОКР. Инновационная политика государства является важнейшим участником рынка результатов НИОКР.

Для развития рынка интеллектуальной собственности необходима системная организация инновационной деятельности, а именно: прежде всего формирование национальной инновационной системы, элементом которой будет инновационная система НАН КР. В этом направлении в настоящее время ведется активная работа по всему спектру деятельности.

В частности, пересматриваются законы в области науки и научно-технической политики, а именно законы «О науке и об основах научно-технической политики», «О Национальной академии наук Кыргызской Республики», «Об образовании» и другие нормативные правовые акты, регулирующие научную деятельность.

Кроме того, перед Национальной академией наук Кыргызской Республики Президентом

страны Атамбаевым А.Ш. поставлена задача – в ближайшие годы сформировать базовый задел для развития стратегических отраслей экономики и общественных процессов в стране<sup>1</sup>. При этом целевым направлением ее деятельности следует считать реализацию приоритетов государства, обеспечение экономической, экологической, социальной и продовольственной безопасности.

В соответствии с указанными приоритетами развития Кыргызской Республики в НАН КР определены направления научных исследований, такие как:

- водные и энергетические ресурсы, возобновляемые источники энергии;
- новые технологии и материалы (биотехнология, нанотехнология);
- информационные технологии, проблемы математического моделирования и управления;
- машиностроение и приборостроение;
- науки о Земле и освоение природных ресурсов;
- воспроизводство биоресурсов и биологическая безопасность;
- проблемы экологии, экологии человека и изменения климата;
- человек и общество: проблемы глобализации;
- концептуальные проблемы общественных наук современного Кыргызстана<sup>2</sup>.

В рамках этих приоритетных направлений по каждому из них разработан проект Академической рамочной программы фундаментальных и прикладных НИР и разработок на период до 2025 года, который является основой для реализации проектов НИР НАН КР<sup>3</sup>.

Выполнение поставленных перед НАН КР важных задач связано с реформированием ее деятельности в институциональном и функциональном направлении, ключевые аспекты ко-

<sup>1</sup> Письмо Президента КР на имя Премьер-министра КР (источник: www.24/kg от 28 августа 2014г.)

<sup>2</sup> Приоритеты развития Кыргызстана – проблемы общественных наук // Под научным руководством академика Т.К. Койчуева. – Бишкек: Илим, 2010.

<sup>3</sup> Академическая рамочная программа фундаментальных и прикладных НИР и разработок на период до 2025 года. – Бишкек: Илим, 2013.

торых заложены в принятой постановлением Правительства Кыргызской Республики «Концепции реформы системы организации науки в Кыргызской Республике».

Создан Технопарк, который призван служить основным координатором инновационной деятельности всех научных учреждений НАН, основной целью функционирования которого является организация выпуска конкурентоспособных товаров, услуг и работ на базе инновационных разработок научных и научно-технических учреждений НАН КР. Как известно, деятельность технопарков является важнейшим элементом государственной, региональной политики и представляет собой высокоэффективный механизм частного и государственного партнерства.

Для развития деятельности Технопарка в полном объеме необходимо принятие законов «Об инновационных зонах» и «О Технопарках». Поэтому были внесены предложения в разрабатываемые законы «Об инновационных зонах» и «О парках высоких технологий».

Технопарком собраны данные об объектах промышленной собственности и авторского права, разработанных НИУ НАН КР за период с 1989 по 2016 год, выпускается ежегодник «Инновационные разработки в НАН КР».

В настоящее время научно-техническая общественность стран Содружества считает, что альтернативы инновационному развитию экономики не существует. Опыт развитых стран тому подтверждение. Несмотря на высокий уровень и эффективность исследовательской работы в государствах – участниках СНГ, официальная статистика свидетельствует о низких показателях инновационной деятельности: доля инновационно-активных предприятий составляет в промышленности меньше 10%, доля новой техники и технологий в промышленном производстве еще меньше, на приобретение новых технологий тратятся незначительные суммы. Для решения указанных проблем, а также чтобы придать устойчивый и, главное, системный характер инновационному развитию был образован Наблюдательный совет Центра высоких технологий ЕврАзЭС в соответствии с решением Межгосударственного совета (на уровне глав государств) от 4 февраля 2009 года №416 «О создании Центра высоких технологий

ЕврАзЭС». Кыргызстан представлен в данном совете полномочными представителями. Это позволит в будущем представлять Кыргызскую Республику в вопросах развития инновационной деятельности республики в Евразийском сообществе.

В настоящее время существует ряд проблем на пути интеграции интеллектуального потенциала Кыргызстана в инновационную экономику и его гармонизации с финансовыми потоками инвестиционного бизнеса:

- наблюдается несоответствие между интеллектуальным потенциалом страны и финансовыми возможностями бюджета и бизнеса. В связи с этим необходимо законодательно установить коммуникации между наукой и бизнесом;
- существуют всевозможные административные препятствия надзорных органов исполнению гражданами своих прав инвестировать в организации, осуществляющие инновационную деятельность;
- необходимо стимулировать развитие рыночных институтов оценки интеллектуальной собственности;
- необходимо совершенствовать законодательство, создающее целостное, упорядоченное, сбалансированное состояние современной науки и технологии, включая налоговую систему, касающуюся инновационной деятельности. Для этого государство должно объявить налоговую амнистию в части инновационной деятельности и разрешить предприятиям в течение определенного периода поставить на баланс все выявленные объекты интеллектуальной собственности в качестве нематериального актива без уплаты налога на прибыль;
- необходимо урегулировать отношения между предприятием-исполнителем и заказчиком при распределении и использовании прав на интеллектуальную собственность, созданную за счет средств государственного бюджета. Эта проблема произрастает из незаинтересованности государственных учреждений в наращивании своих активов, поскольку имущество принадлежит государству;

- необходимо реформировать отношения между органами власти и инновационным бизнесом. Науку не приравнивать к посреднической коммерческой деятельности, а выделить в соответствующий приоритетный сектор экономики, имеющий стратегическое значение для роста конкурентоспособности страны, содействовать развитию современной науки.

Таким образом, развитие рынка интеллектуальной собственности во многом определяется отношением к ней государства. Органам государственной власти необходимо создать в стране условия для оказания всем участникам инновационной деятельности правовой, рекламной, информационной и консалтинговой помощи, в которых особенно нуждаются научно-технические и инновационные предприятия, в том числе Национальная академия наук Кыргызской Республики.

Развитие рынка интеллектуальной собственности страны в конечном итоге позволит создать конкурентоспособную экономику, направленную для улучшения социально-экономического положения страны и обеспечения достойной жизни населения.

#### *Литература*

1. Конституция Кыргызской Республики. – Бишкек: Академия, 2010.
2. Письмо Президента Кыргызской Республики на имя Премьер-министра КР (источник: [www.24.kg](http://www.24.kg); от 28 августа 2014 года).
3. Гражданский кодекс Кыргызской Республики (часть II, Раздел V «Интеллектуальная собственность»).
4. Приоритеты развития Кыргызстана – проблемы общественных наук/ Под научным руководством академика Т.К. Койчуева. – Бишкек: Илим, 2010.
5. Академическая рамочная программа фундаментальных и прикладных НИР и разработок на период до 2025 года – Бишкек: Илим, 2013.
6. Жамен С., Лакур Л. Торговое право: Учебное пособие / Под ред. К. Лобри // Пер. с франц. – М.: Междунар. отношения, 1993. – 251 с.
7. Залесов А. Охрана изобретений по соглашению ТРИПС // Интеллектуальная собственность. – 1996. – № 11–12. – С. 36–40.
8. Зиннуров У., Ильясов Ю. Маркетинговые исследования на рынке объектов интеллектуальной собственности // Интеллектуальная собственность. 1997. – № 11–12. – С. 28–35.
9. Зинов В., Сафарян К. Интеллектуальная собственность и нематериальные активы на малых предприятиях // Закон. 1998. – № 3. С. 38–40.
10. Конов Ю. Рыночная стоимость товарного знака // Экономика и жизнь. – 1995. – № 18. – С. 17.
11. Национальный статистический комитет Кыргызской Республики: [www.stat.kg](http://www.stat.kg);
12. Идрис К. Интеллектуальная собственность – мощный инструмент экономического роста / Пер. с англ. – М.: Роспатент, 2004. – 450 с.
13. Кыргызстан в глобальном индексе инноваций в 2012 году занял 107-е место из 141-й страны (список) // <http://www.tazabek.kg/gtws327231>, 09.07.2012
14. Национальная академия наук Кыргызской Республики: Краткий годовой отчет – 2015 / НАН КР. – Бишкек: Илим, 2016 – С. 4–15.

УДК 321.01

**ПОЛИТИЧЕСКИЕ УЧЕНИЯ ВОСТОКА О ПРОИСХОЖДЕНИИ  
ГОСУДАРСТВА И ФОРМАХ ПРАВЛЕНИЯ  
(НА ОСНОВЕ ТРУДОВ Ж. БАЛАСАГЫНА И М. КАШГАРИ)**

© 2016 г. К. Ч. Султанбеков

Представлено чл.-корр. О. А. Тогусаковым  
Поступило 06.06.2016 г.

В статье исследуются труды выдающихся тюркоязычных мыслителей – Ж. Баласагына и М. Кашгари. Утверждается, что сочинение Ж. Баласагына «Кутадгу билиг» представляет собой политическое учение, в котором разрабатывается модель «идеального государства». Выясняется, что в энциклопедическом труде М. Кашгари «Диван лугат ат-тюрк» содержатся сведения политической направленности.

Ключевые слова: политическое учение, Жусуп Баласагын, Махмуд Кашгари, государство, «идеальное государство», справедливое правление.

**МАМЛЕКЕТТИН ПАЙДА БОЛУШУ ЖАНА АНЫҢ БАШКАРУУ  
ФОРМАЛАРЫ ЖӨНҮНДӨГҮ ЧЫГЫШ САЯСИЙ ОКУУЛАРЫ  
(Ж. БАЛАСАГЫН ЖАНА М. КАШГАРИ ЭМГЕКТЕРИНИН НЕГИЗИНДЕ)**

Бул макалада Жусуп Баласагын жана Махмуд Кашгари сыяктуу көрүнүктүү түрк тилдүү окумуштуулардын эмгектери изилденген. Ж. Баласагындын «Кутадгу билиг» аттуу эмгеги «идеалдуу мамлекет» модели түзүлгөн саясий окуу экени тастыкталган. М. Кашгаринин «Диван лугат ат-тюрк» аттуу энциклопедиялык эмгегинде саясий багыттагы маалыматтардын дагы бар экени ырасталган.

Өзөктүү сөздөр: саясий окуу, Жусуп Баласагын, Махмуд Кашгари, мамлекет, «идеалдуу мамлекет», адилеттүү башкаруу.

**THE POLITICAL TEACHINGS OF THE EAST ABOUT THE ORIGINS  
OF THE STATE AND FORMS OF GOVERNMENT  
(BASED ON THE WORKS OF YUSUF BALASAGUNI  
AND MAHMUD AL-KASHGARI)**

The article investigates the works of outstanding Turkic-speaking philosophers – Yusuf Balasaguni and Mahmud al-Kashgari. It is alleged that Balasagunis work “Kutadgu Bilig” is a political teaching, which is developing a model of the “ideal state.” It turns out that in the encyclopedic work of al-Kashgari “Dīwān ul-lughat al-türk” also contains information of political orientation.

Keywords: political teaching, Yusuf Balasaguni, Mahmud al-Kashgari, the state, the “ideal state”, a just rule.

Сложность и многовековая продолжительность становления государства породили многочисленные попытки теоретического объяснения сути этого феномена. И, действительно, многообразие различных теоретических построений о сущности государства таково, что одних лишь классификаций подходов насчитывается великое множество. Например, в

самом общем виде различные теоретические конструкции о природе государства можно объединить в следующие группы: мифически-сверхъестественные теории; патриархальные теории; органические теории; теории о божественной сущности государства; объективистские теории; теория общественного договора; теория разделения властей; позитивистские те-

ории; теории о насильственной сущности государства; теории о плюралистической сущности государства и т.д.

В основе своей эти теоретические конструкции были заложены на Западе, но и мыслители Востока имели свои, отчасти заимствованные от западных ученых, отчасти собственные точки зрения на происхождение государства. Учения на Востоке по большей части были разработаны арабоязычными мыслителями, однако имеется, хоть и небольшое, но тюркоязычное наследие восточной письменности. К таким произведениям, несомненно, относятся «Кутадгу билиг» Жусупа Баласагына и «Диван лугат ат-тюрк» Махмуда Кашгари.

Эти произведения появились на свет в XI веке, в эпоху так называемого «Мусульманского ренессанса», названного так за выдающиеся достижения исламского мира во всех научных направлениях, который охватил большое пространство от Средиземного моря до Индии, включая и Центральную Азию. При этом в Центральной Азии основой исламского Возрождения стало Караханидское государство (942–1212 гг.).

Жусуп Баласагын (Юсуф Хас-Хаджиб Баласагуни, 1015/1016 гг. либо 1018 – 1075 гг.) родился и жил в Караханидском каганате и написал свою бессмертную поэму «Кутадгу билиг» («Благодатное знание») в возрасте 50 лет, за это был удостоен от кагана звания «Хасс-Хаджиб».

Поэму «Кутадгу билиг» специалисты относят к жанру этико-дидактических произведений, имеющих назидательно-воспитательное содержание, в которых рассматриваются вопросы о вечных ценностях – о добре, справедливости, об уме и о знаниях. Но в то же самое время «Кутадгу билиг» значительно отличается от большинства произведений этико-моралистической направленности (например, от «Домостроя» Ксенофонта) тем, что в ней существенным образом затрагиваются понятия общегосударственного масштаба: об идеальном правителе, о подборе чиновников, справедливости в обществе и т.д. В этом плане поэма Баласагына больше схожа с «Государством» Платона: и в том, и в другом случае разрабатываются теоретические основы «идеального государства». В «Кутадгу билиге» ролью идеального правителя наделен главный герой элик

Кюнтогду, который символизирует справедливость.

*Сама справедливость и правды вершитель – Элик Кюнтогды, справедливый властитель* [1,11].

В целом можно считать, что поэма Ж. Баласагына «Кутадгу билиг» не столько литературное произведение этико-воспитательного направления, сколько политико-правовое учение, стоящее в одном ряду со знаменитыми политическими учениями древности и Средневековья, получившими освещение в таких трудах, как «Государство» и «Законы» (Платон), «Политика» и «Афинская политика» (Аристотель), «Трактат о взглядах жителей добродетельного города» (Аль-Фараби) и т.д.

«Кутадгу билиг» в таком понимании – это теоретическая концепция «идеального государства», в которой наравне с этико-философскими воззрениями освещаются чисто политические вопросы, например, вопросы мудрого и справедливого правления, вопросы личностных качеств, необходимых для управления и служения, вопросы взаимодействия управленцев с народом и т.д.

Ж. Баласагын в своем сочинении вопросу о государстве, его происхождении и истории, о сущностных его характеристиках не уделяет должного внимания, поскольку у него государство чрезвычайно тесно связано с его правителем. Эти понятия у него взаимозаменяют друг друга, для мыслителя бек (правитель, властелин) и есть само государство (*Две силы должны государство беречь – Червонное золото, поднятый меч ... Двум силам вот этим – и править державой, Кто ими владеет, тот – муж величавый* [1,240]). Что касается происхождения государства и власти, то, хотя в отношении всего мироздания он придерживается мысли, что все в мире имеет божественное происхождение (*Создать пожелав всего сущего суть, Он все сотворил, повелев ему: «Будь!»* [1,30]), в отношении правителя (хакана – кагана) он выдвигает идею о некоей мифически-сверхъестественной основе его властвования:

*Державу и трон даровал ему рок,  
Да шлет ему счастье в правлении Бог!*  
[1,37]

или:

*И слышу Вселенной я гневное слово:*

*«Ужель ты не зришь лик хакана благого?  
Восстань от дремоты – когда ж ты про-  
зришь?»*

*Не слышишь? Внемли, мое слово услышь!  
Я тысячи лет была сирой и вдовой,  
Но вдовий наряд я сменила на новый.  
Прикрасилась я, ведь хакан – мой владыка,  
Пасть жертвой пред ним мое рвенье вели-  
ко!» [1,36–37].*

В отношении приемлемых и справедливых форм государства Жусуп Баласагын придерживается идеи установления наследственной монархии:

*Был беком отец – будет беком и сын,  
Сын бекского рода и сам – властелин...  
И беков не зря ведь зовут словом «знать»:  
Положено бекам все ведать и знать!* [1,167–168],

но в то же самое время, по мнению Баласагына, правитель не единолично должен управлять государством, так как:

*Помощников много – властитель силен,  
В порядке правленья, незыблем закон.  
Помощники в каждом деяньи важны,  
А в деле правленья – подавно нужны [1,61],* т.е., по сути, мыслитель ратует не за единоличное, а коллегиальное правление, что очень созвучно с современным мышлением о формах правления.

Баласагын, как и многие западные и восточные мыслители (Платон, Аль-Фараби и др.), выступает за мудрое, справедливое и законное правление:

*Когда неразумный правленья берет,  
Страдает страна, терпит муки народ.  
А если властитель умен и учен,  
Страна благоденствует — знай наперед!* [1,155],

в то же самое время, отстаивая с позиции гуманизма те морально-нравственные ценности, которые издревле присущи тюркским народам, – доброту, гостеприимство (*Жалеющий гостя – челом просветлен, Приветящий гостя – молвой вознесен*), приверженность к семье и родным, любовь к детям, почитание старших (*От старших и малым дается почет: Кто старшим послужит, тот счастье найдет*) и т.д.

Еще один тюркоязычный ученый **Махмуд Кашгари** (Махмуд ибн ал-Хусейн ибн

Мухаммад ал-Кашгари – 1028-й или 1029-й – 1101-й или 1126-й) является автором лингвистического труда «Диван лугат ат-тюрк». Это произведение – первый в истории тюрков энциклопедический словарь, включивший в себя обширный лингвистический, этнографический, географический и исторический материал.

Ввиду того что «Диван лугат ат-тюрк» по своей сути является глоссарием различных понятий и терминов тюркоязычной этимологии, по его содержанию почти невозможно узнать о политическом мировоззрении его автора. Единственным материалом, на котором можно построить анализ личных политических предпочтений М. Кашгари, является авторское предисловие к «Дивану», и отчасти можно опираться на приводимые в качестве пояснений к трактуемым словам двустипшия и четверостишия, которые с большой натяжкой можно расценить как отражение собственной позиции автора на то или иное явление.

В частности, проявлением авторской позиции Кашгари на идею о происхождении государства можно посчитать его мнение о государстве тюрков в предисловии книги: «Когда я увидел, что Аллах Всевышний вознес светило Судьбы к созвездиям тюрков, небесам указал вращаться вокруг их царства, назвал их ат-турк и наделил могуществом, сделал правителями века и вложил им в руки бразды избранного народа, возвысил над [остальными] людьми и направил к истине, усилил тех, кто был к ним близок и проявлял преданность, получив от них желанное и избежав позора рабской толпы, – [я понял, что] каждому разумному следует стремиться к их вершинам и остерегаться падения их стрел» [2,53]. На основе этого отрывка можно прийти к мнению, что Кашгари являлся приверженцем идеи о божественной сущности государства, и считал, что государство создается по провидению Аллаха Всевышнего.

В отношении форм правления, методов и способов властвования, структуры власти в труде Махмуда Кашгари можно найти такие строки:

*... Улуг лу куг булса сан азку килин  
булгил киийк баклар катин йааший улан  
(... Если станешь уважаемым и влиятель-  
ным, твори добро.*

*Стань добрым пополнением в числе правителей, радеющих за народ*) [2,99];

или такое четверостишие, как:

*Тавар кимиик уклиса  
баклик ацар каркайур  
тавар сизин калиб бак  
арансизии амкашур*

(Тот, у кого много имущества, лучше всех подходит для управления. Если правитель останется с пустыми руками, ему будет трудно собрать людей [2,345]). Эти изречения показывают отношение тюркских народов к власти и власть имущим, заключающееся не только в незыблемости веры в добро и необходимости соблюдения высоких морально-нравственных ценностей даже верховной властью, но и в непреходящее значение богатства и проистекаю-

щего из него высокого социального статуса для продвижения во власть.

Таким образом, в эпоху расцвета мусульманской культуры и науки тюркоязычные ученые так же, как и арабоязычные внесли свой бесценный для их потомков вклад в развитие общественных наук, в том числе и в науку управлять и властвовать.

#### **Литература**

1. *Баласагунский Юсуф*. Благодатное знание // Пер. С.Н. Иванова / Отв. ред. академик А.Н. Кононов. – М.: Наука, 1983. – 560 с.
2. *Махмуд ал-Кашгари*. Диван лугат ат-тюрк // Перевод и предисловие и комментарии З.-А. М. Ауэзовой. Индексы составлены Р. Эрмерсом. – Алматы: Дайк-Пресс, 2005. – 1288 с.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Арабаев Чолпонкул Исаевич** – главный ученый секретарь Президиума, доктор юридических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Кыргызской Республики

**Бакасова А.Б.** – доктор технических наук Институт автоматизации и информационных технологий НАН КР, 720010, Бишкек, Кыргызстан, проспект Чуй, 265. Тел.: +996(312)392036. E-mail: avtomatika\_nankr@mail.ru

**Бакиров А.** – Академик НАН КР

**Бакирова Элизат Медеткановна** – КНУ им. Ж. Баласагына, Факультет физики и электроники, ст. преп. кафедры теоретической физики, elizabetta\_83@mail.ru, г. Бишкек, ул. Абдымомунова 328 моб.: 0776 30 10 83

**Борубаев А.А.** – Академик НАН КР

**Молдобекова Э.М.** – канд. мед. наук. Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева, г. Бишкек Кыргызская Республика Молдобекова Э.М. – ассистент кафедры терапии общей практики с курсом семейной медицины КГМА им. И.К. Ахунбаева г. Бишкек моб.+996555- 918-937

**Мураталиева Венера Тологоновна** – кандидат физико-математических наук, доцент, доцент Джалал-Абадского государственного университета, тел. (0773) 77-31-72, e-mail: vmuratatieva@mail.ru

**Нуракунов А.М.** – канд. физ.-матем. наук, старший научный сотрудник Института теоретической и прикладной математики НАН КР пр. Чуй, 265а, 720071 Бишкек, Кыргызстан Сот.тел. 0554250261 Дом.тел. 427221 e-mail: a.nurakunov@gmail.com

**Оморов Роман Оморович** – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН КР, г.н.с. лаборатории «Космических и информационных технологий» Института физико-технических проблем и материаловедения НАН КР

**Омуралиев Медербек Омуралиевич** – кандидат геолого-минералогических наук, заместитель директора по науке Института сейсмологии НАН КР

**Омуралиева Айымжан Медербекновна** – Ph.D, кандидат геолого-минералогических наук, зав. лабораторией Института сейсмологии НАН КР

**Орозбаев Р.Т.** – Институт геологии Национальной академии наук Кыргызской Республики, г. Бишкек, проспект Эркиндик, 30. Тел: 0312-625400 (рабочий); 0553-152628 (мобильный), Email: r.t.orozbaev@gmail.com

**Панков Павел Сергеевич** – доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Кыргызской Республики, главный научный сотрудник Института теоретической и прикладной математики Национальной академии наук Кыргызской Республики. тел. (0555) 76-85-18, e-mail: pps50@ramber.ru

**Султанбеков Кубатбек Черикчиевич** – кандидат политических наук, доцент, старший научный сотрудник Института философии и политико-правовых исследований Национальной академии наук Кыргызской Республики. 720014, г. Бишкек, ул. Калыка Акиева, 167. Домашний тел.: +996 312 32-18-10; мобильный тел.: +996 555 62-19-72. sultanbekovk@mail.ru

**Ташбаева Э.А.** – аспирант Национальная академия наук Кыргызской Республики, Бишкек

**Ташбаева Кадича Искандаровна** – канд. ист. наук, зав.отделом археологии ИИиКН НАН КР. Моб. тел: 0550 165 167; сл. тел. 64-26-28, e-mail.: kadichaty@gmail.com

**Шаршеналиев Ж.** – академик НАН КР

## INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Arabaev Ch.I.** – chief scientific secretary of the Presidium, doctor of law, professor, corresponding member of NAS of Kyrgyz Republic

**Bakasova A.B.** – doctor of technical sciences Institute of automation and information technology NAS of Kyrgyz Republic

**Bakirov A.** – academician of NAS of Kyrgyz Republic

**Bakirova Elizat Medetkanovna** – J.Balasagyn Kyrgyz National University, Department of Physics and Electronics, Senior lecturer Department of Theoretical Physics

**Borubaev A.A.** – academician of NAS of Kyrgyz Republic

**Moldobekova E.M.** – I.K. Akhunbaev Kyrgyz State Medical Academy, city Bishkek, Kyrgyz Republic

**Muratalieva Venera Tologonovna** – candidate of physical-mathematical sciences, docent of Jalal-Abad Government University

**Nurakunov A.M.** – PhD, Senior researcher, Institute of Theoretical and Applied Mathematics, NAS KR

**Omorov R.O.** – doctor of technical sciences, professor, corresponding member of NAS of Kyrgyz Republic

**Omuraliev M.O.** – candidate of geological-mineralogical sciences, deputy director for science of Institute of seismology of NAS of Kyrgyz Republic

**Omuralieva A.M.** – candidate of geological-mineralogical sciences, head of the laboratory of Institute of seismology of NAS of Kyrgyz Republic

**Orozbaev R.T.** – Institute of Geology, National Academy of Sciences of Kyrgyz Republic, 30 Erkindik avenue, Bishkek

**Pankov Pavel Sergeevich** – doctor of physical-mathematical sciences, professor, Corresponding member of National Academy of Sciences of Kyrgyz Republic, laureate of the State prize of Kyrgyz Republic in the field of science and technics

**Sharshenaliev Zh.** – academician of NAS of Kyrgyz Republic

**Sultanbekov Kubatbek Cherikchievich** – candidate of political sciences, associate professor, senior researcher of Institute of philosophy and political and legal studies of NAS of Kyrgyz Republic

**Tashbaeva Kadicha** – doctor, Chief of Archaeological Department of Institute of History of National Academy of Science of Kyrgyz Republic

**Tashbayev E.A.** – graduate student of NAS of Kyrgyz Republic

Оригинал-макет подготовлен в Информационно-издательском центре «Илим» НАН КР,

Сверстано и отпечатано в Информационно-издательском центре «Илим» НАН КР,

Издательская группа:

*Б.А. Досалиева (руководитель)*

*С.К. Арипов, С.А. Бондарев, Р.Д. Мукамбетова, Е.В. Комарова,*

*Н.В. Сорочайкина, А. Малдыбаев, А. Шелестова*

Подписано к печати 29.12.15.

Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>.

Печать офсетная.

Объем 9,0 п. л., 8,64 уч.-изд. л. Тираж 200 экз.

Учредитель: НАН КР

Издатель: НАН КР,

Информационно-издательский центр «Илим»,  
720071, г. Бишкек, проспект Чуй, 265а