

ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА
СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ



PHYSICO-MATHEMATICAL
SERIES

6 (304)

ҚАРАША – ЖЕЛТОҚСАН 2015 ж.
НОЯБРЬ – ДЕКАБРЬ 2015 г.
NOVEMBER – DECEMBER 2015

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі,

Мұтанов Г. М.

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әшімов А.А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байғұнчечков Ж.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Жұмаділдаев А.С.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұқашев Б.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жантаев Ж.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Косов В.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мұсабаев Т.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ойнаров Р.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.** (бас редактордың орынбасары); физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Темірбеков Н.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірбаев У.У.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

Украинаның ҰҒА академигі **И.Н. Вишневский** (Украина); Украинаның ҰҒА академигі **А.М. Ковалев** (Украина); Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **А.А. Михалевич** (Беларусь); Әзірбайжан ҰҒА академигі **А. Пашаев** (Әзірбайжан); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **И. Тигиняну** (Молдова); мед. ғ. докторы, проф. **Иозеф Банас** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

Г. М. Мутанов

Редакционная коллегия:

доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.А. Ашимов**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Ж.Ж. Байгунчечков**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Джумадильдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Б.Н. Мукашев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.Ш. Жантаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Косов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.А. Мусабаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Р. Ойнаров**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов** (заместитель главного редактора); доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.М. Темирбеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.У. Умирбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **И.Н. Вишневский** (Украина); академик НАН Украины **А.М. Ковалев** (Украина); академик НАН Республики Беларусь **А.А. Михалевич** (Беларусь); академик НАН Азербайджанской Республики **А. Пашаев** (Азербайджан); академик НАН Республики Молдова **И. Тигиняну** (Молдова); д. мед. н., проф. **Иозеф Банас** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая». ISSN 1991-346X

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

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

Editor in chief

G. M. Mutanov,
academician of NAS RK

Editorial board:

A.A. Ashimov, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **Zh.Zh. Baigunchekov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.S. Dzhumadildayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **T.S. Kalmenov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **B.N. Mukhashev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.Sh. Zhantayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Kosov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.A. Mussabayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **R. Oinarov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **N.M. Temirbekov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.U. Umirbayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

I.N. Vishnievski, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.M. Kovalev**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.A. Mikhalevich**, NAS Belarus academician (Belarus); **A. Pashayev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **I. Tighineanu**, NAS Moldova academician (Moldova); **Joseph Banas**, prof. (Poland).

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.
ISSN 1991-346X

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

**ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРДІ АНЫҚТАУДА
ЖЫЛУЛЫҚ ӨРІСТІҢ МӘЛІМЕТТЕРІН ӨНДЕУ ӘДІСІН
СОЛТҮСТІК ТЯНЬ-ШАНЬ МЫСАЛЫНДА КӨРСЕТУ**

Э. Б. Серикбаева

ЕЖШС «Ионосфера институты» АО «Ғарыштық зерттеулер мен технологиялар ұлттық орталығы»,
Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: ара-қашықтықта зондылау, тектоникалық белсенділік, жарылым, геология.

Аннотация. Мақалада Солтүстік MODIS(Тerra ғарыштық құралы) радиометрінің мәліметтері бойынша Солтүстік Тянь-Шань аймағының жылулық өрісінің жоғары белдемдерін технологиялық элементі көрсетілген.

Дүниежүзілік тәжірибе мен ара-қашықтықтан зондылау мәліметтерінің жан-жақты жұмысы көрсеткендей, табиғи және техногендік нысандар туралы мәліметтерді қазіргі уақыттағы масштабта бақылап мәліметтер алу, өте үлкен дәрежедегі тапсырмаларды шешуге және қолдануға мүмкіндік береді. Бұл жұмыста жоғарғы жылулық өрістегі белдемдердің ерекшеленуі мен көрінетін және ортаңғы инфрақызыл аралығында спектрлік аномалиялардың ерекшеленуі көрсетілген.

Поступила 03.11.2015 г.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 16 – 21

**GEODYNAMIC ZONATION
OF NORTH TIEN-SHAN REGION LITHOSPHERE**

A. V. Vilyayev, D. M. Sultanova, E. M. Akbergenov

Institute of the Ionosphere, National Center for Space Research and Technology, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: vilayev@gmail.com

Key words: geodynamic zoning, cluster analysis, North Tien Shan, geodynamics.

Abstract. Recent active development of geodynamics results the necessity of designing different geodynamic maps and models, as well as the developing of new data processing and lithospheric processes forecasting methods.

This paper presents a method of geodynamic zoning of Tien Shan region using cluster analysis. Statistical model of cluster zoning in the region was obtained, and interpretation of the results from the position of geodynamics was held.

УДК 550.34.01

**ГЕОДИНАМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ЛИТОСФЕРЫ
СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ**

А. В. Виляев, Д. М. Султанова, Е. М. Акбергенов

ДТОО «Институт ионосферы» АО «Национальный центр космических исследований и технологий»,
Алматы, Казахстан

Ключевые слова: геодинамическое районирование, кластерный анализ, Северный Тянь-Шань, геодинамика.

Аннотация. Активное развитие геодинамики за последнее время приводит к необходимости составления различных геодинамических карт и моделей, а также к разработке новых методов обработки информации и прогнозирования литосферных процессов.

В работе представлена методика геодинамического районирования Тянь-Шанского региона с использованием кластерного анализа. Получена статистическая модель кластерной зональности региона и проведена интерпретация полученных результатов с позиции геодинамики.

Введение. Активное развитие геодинамических исследований за последнее время приводит к необходимости разработки новых методов обработки информации и прогнозирования литосферных процессов. На территории Северного Тянь-Шаня возможны землетрясения с магнитудой 8.0 и более. Такие сейсмические события, произошедшие здесь около ста лет назад, относятся к самым сильным в континентальной части Евразии за всю историю сейсмологических наблюдений [4]. Вероятность повторения подобных катастроф весьма высока в связи с продолжительным накоплением избыточных напряжений в земной коре. Этот фактор обуславливает создание и развитие метода геодинамического районирования с применением кластерного анализа исходных данных. Для осуществления такого анализа используется совокупность имеющихся геолого-физических данных.

Исходные данные. Исследования выполнены на территории Тянь-Шаньского региона в области ограниченной 42–46 градусами с.ш. и 75–80 градусами в.д. Исходные данные представлены в виде двумерной функции зависимости геофизических параметров от координат, а совокупность параметров – в виде вектора, построенного в пространстве использованных признаков, где каждая компонента соответствует определённому параметру. Таким образом, мерность вектора определяется количеством исходных параметров и может произвольно изменяться. Если для произвольной территории имеется набор карт (n), отражающих распределение a_n параметров, то мерность вектора равна n : $\vec{a} \equiv (a_1, a_2, \dots, a_n)$, а сам вектор является функцией двух переменных $\vec{a} = \vec{a}(x, y)$.

Для проведения математических преобразований параметры представлены в виде двумерной матрицы, каждое значение которой привязано к узлам двумерной сети шагом 0.01 градуса, соответственно значение исходного параметра $a = a(x, y)$; где x, y – географические координаты; $a_{ij} = a(x_i, y_i)$; где a_{ij} – значение в узле матрицы, имеющее координаты x_i, y_i .

Проведено предварительное нормирование данных и формализованное выделение наиболее информативных геолого-геофизических параметров и анализ их физической сущности. В работе использовались следующие параметрические данные:

- количество землетрясений на единицу площади (плотность) энергетического класса менее 8.5 за период наблюдений 1885–2015 гг. по данным каталога землетрясений Института Сейсмологии МОН РК;

- плотность землетрясений энергетического класса более 8.5 за тот же период наблюдений;
- выделившаяся сейсмическая энергия на единицу площади;
- амплитуды скоростей горизонтальных и вертикальных движений и их градиенты изменения по данным GPS-мониторинга на стационарных станциях ДТОО Институт Ионосферы;

- амплитуда и горизонтальный градиент полного вектора аномального магнитного поля;
- амплитуда и горизонтальный градиент внутрикоровой составляющей поля силы тяжести;
- глубина залегания и горизонтальный градиент изменения глубины залегания поверхности Мохоравичича;

- амплитуда и горизонтальный градиент современных вертикальных движений земной коры по данным наземного геодезического нивелирования;

- градиент перепада высот поверхности по данным цифровой модели рельефа;

- амплитуда и горизонтальный градиент глубинного теплового потока.

Методика исследований. Главное назначение кластерного анализа – разбиение множества исследуемых объектов и признаков на однородные по определяемым параметрам группы, или кластеры. При этом выявляются устойчивые сочетания параметров, незаметных при визуальном анализе соответствующих карт. Кластер представляет из себя группу объектов (в нашем случае область литосферы), обладающую свойством плотности – компактного сосредоточения использованных данных для некоторой области. При этом считается, что плотность объектов, или

сходство свойств внутри кластера выше, чем вне его. Кластер может быть описан некоторым центром, дисперсией (эффективным радиусом) в пределах своих очертаний, имеющих форму гиперсферы, отделимостью от других кластеров [1].

В работе применена кластеризация по наиболее простому методу k-средних (k-means-clustering), реализованному в программной среде STATISTICA. Начальная совокупность точек в многомерном пространстве разделена на группы схожих между собой объектов по 14 используемым для классификации параметрам. Далее вычислялась матрица расстояний между каждой парой объектов и подбирался алгоритм разделения на N-ое число кластеров [2]. Нахождение N выполнено путем тестирования классификации от N=5 до N=8.

Получена модель статистической кластерной картины Северо-Тянь-Шаньского региона, состоящая из 7 устойчивых сочетаний использованных параметров. На рисунке 1 представлены кластерные профили центральных значений параметров в безразмерных стандартизованных координатах. В кластерных сочетаниях участвуют значения каждого из отобранных параметров, отражающие практически весь главный диапазон значений.

Дисперсионный анализ показал, что чем меньше значение внутригрупповой дисперсии и больше значение межгрупповой дисперсии, тем лучше признак характеризует принадлежность объектов к кластеру и тем «качественнее» кластеризация. Методом эксперимента было выбрано 5 значимых параметров из 14. Результат представлен на рисунке 1.

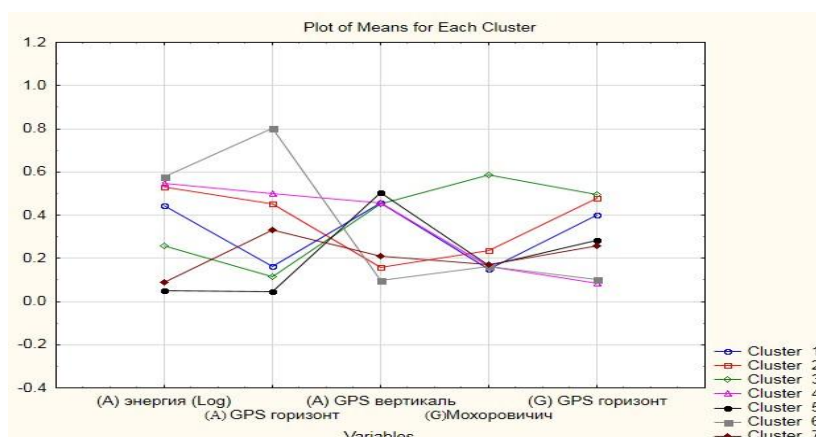


Рисунок 1 – Кластерные профили центральных значений для 5-ти параметров

Полученное распределение сочетаний параметров, выбранных для геодинамического анализа, отображено в виде карты. Каждой ячейке модельной сетки присваивается соответствующий номер кластера и эта ячейка закрашивается уникальным для данного номера цветом (рисунок 2).

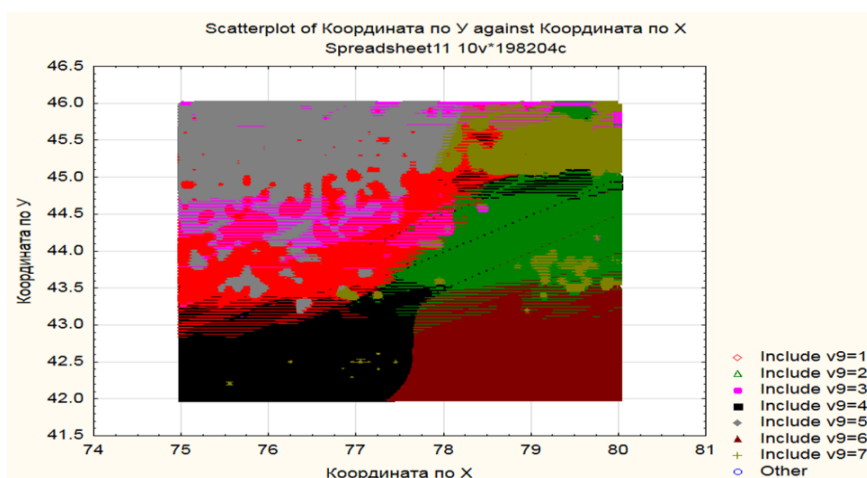


Рисунок 2 – Группы кластеров по главным структурным зонам

Обсуждение. Критерием достижения результата является наличие физического обоснования и геологической сущности для различных признаков каждого кластера. Статистической обработкой выделены пять наиболее информативных параметров из многомерной выборки для геодинамической кластеризации территории. Это - суммарная выделявшаяся энергия землетрясений, амплитуды современных движений поверхности по данным GPS-мониторинга, градиент изменения горизонтального вектора современных движений и градиент изменения рельефа поверхности Мохоровичича. Главные классификационные признаки каждой группы сведены в таблице. Значения даны для стандартизованной формы каждого параметра, состоящей в приведении их к виду с одинаковой размерностью с нулевым средним и единичным разбросом. Нормирование не производилось, что позволяет сравнивать значимость признака по кластерам.

Комбинация главных параметров для устойчивой кластеризации

Variable	CLUSTERS						
	1	2	3	4	5	6	7
(A) энергия (Log)	0.4440	0.5295	0.2585	0.5491	0.0500	0.5784	0.0871
(A) GPS горизонт	0.1642	0.4514	0.1154	0.5001	0.0473	0.8013	0.3297
(A) GPS вертикаль	0.4554	0.1595	0.4533	0.4544	0.5042	0.0994	0.2097
(G) Мохоровичич	0.1484	0.2375	0.5879	0.1603	0.1682	0.1606	0.1727
(G) GPS горизонт	0.3986	0.4776	0.4934	0.0850	0.2835	0.1039	0.2582

В результате расчетов сформирована схема статистической кластерной зональности территории Северного Тянь-Шаня (рисунок 3). В соответствии со схемой выделена система блоков однородных в признаковом пространстве внутри и различающихся между собой извне. Границами блоков служат разломы различной глубинности.

По характеру геодинамической изменчивости формируются группы блоков:

- устойчивого режима - Балхашский (V), Саркандский (VII);
- динамичного режима – Алматинский (I), Джунгарский (II);
- повышенной энергетической насыщенности – Северо Тянь-Шаньский (IV), Юго-Восточный (VI);
- переходного режима – Каройский (III).

Группа блоков устойчивого режима (V, VII) характеризуется низкими значениями скоростных и энергетических параметров (таблица). Относительно устойчивый Балхашский блок занимает центральную часть Южно-Прибалхашской впадины. Земная кора имеет субгоризонтальную слоистость. Фундамент полого погружается по направлению к горным сооружениям. Мощность земной коры составляет 40-42 км [4]. Пространственно совпадает со стабильной частью Казахского щита Евразийской платформы. Саркандский блок расположен в юго-восточной части озера

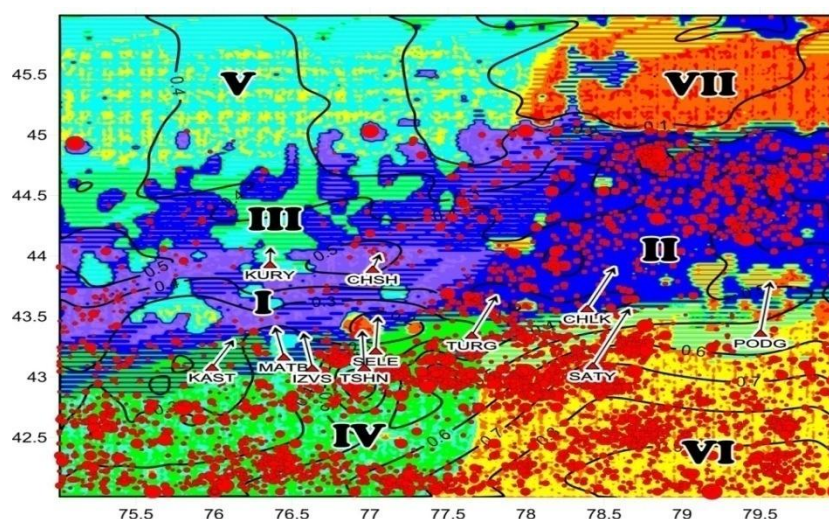


Рисунок 3 – Схема геодинамической классификации территории Северного Тянь-Шаня методом кластерного анализа с эпицентрами землетрясений

Балхаш, ограничен Таукумским разломом на севере и Алатайским на юге. Поверхность фундамента ступенчато поднимается на северо-восток. В пределах обоих блоков эпицентры землетрясений практически отсутствуют. Скорости горизонтальных движений поверхности, вычисленные по данным GPS- мониторинга, не превышают 2 мм/год.

Группа блоков динамичного режима (I, II) расположена в центральной части изучаемой площади, имеет субширотное простирание. Характерной деталью данной группы кластеров является высокая скорость горизонтальных и вертикальных движений поверхности по амплитуде и градиенту, а также однородность в проявлении сейсмических событий. На территории блоков расположены Алматинская и Илийская межгорные впадины. Фундамент блоков полого погружается с запада на восток.

Геодинамический смысл группы блоков повышенной энергетической насыщенности (IV, VI) заключается в наибольшей плотности выделившейся сейсмической энергии в этой области в сочетании с максимальными скоростями горизонтальных движений поверхности от 3.0 до 6,5 мм/год по данным GPS-наблюдений. В группе сосредоточено до 70% эпицентров всех землетрясений зарегистрированных в регионе. Группа включает горные хребты Заилийский Алатау, Кунгей и Терской Алатау с максимальными отметками высот до 7010 м над уровнем моря (пик Хан Тенгри).

Каройский блок (III), расположенный в центральной части и ограниченный на юго-востоке Алтын Эмельским разломом отнесен нами к области переходного геодинамического режима. Мощность коры – не более 40-45 км. Блок является южным продолжением Балхашского срединного массива [4], относящегося к стабильной части Казахского щита. Характерной особенностью блока является высокий градиент изменения глубины залегания поверхности Мохоровичича в сочетании с относительно высокими скоростями вертикальных смещений поверхности до 2 мм/год. Данное обстоятельство не позволяет отнести GPS-станцию «Курты» к опорным, как это считалось ранее в геодинамических построениях.

Заключение. Выполненное районирование территории Северного Тянь-Шаня методом кластерного анализа позволило выделить четыре группы блоков характеризующих структуру литосферы. Полученные группы обладают статистически и геологически обоснованными геодинамическими особенностями. Исследования нацелены на обеспечение репрезентативного геодинамического контроля районов юга и юго-востока Казахстана, где возможно формирование очагов сильных землетрясений, представляющих угрозу населению и экономике региона.

Работа выполнена по РБП-076 «Прикладные научные исследования в области космической деятельности, транспорта и коммуникаций» в рамках целевой программы «Развитие космических технологий мониторинга процессов на земной поверхности и в литосфере, создание элементной базы и аппаратуры для его проведения, разработка приборов, аппаратно-программных средств и подсистем космической техники» (Шифр О.0673), подпрограмма 1. «Развитие технологий наземно-космического геодинамического мониторинга территории Казахстана» по теме «Разработать методологию исследования геомеханического состояния земной коры кризисных территорий с использованием спутниковых технологий и математического моделирования», Регистрационный номер (РН) 0115PK01281.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Халафян А.А. STATISTICA 6: Статистический анализ данных. – М.: Изд-во Бином, 2007. – 145 с.
- [2] Соколов С.Ю., Соколов Н.С., Дмитриев Л.В. Геодинамическое районирование литосферы центральной Атлантики по данным кластерного анализа геолого-геофизических параметров и данным о локализации главных петрологических типов базальтов // Russian-RIDGE Abstractvolume. VII Okeangeologia. – St. Petersburg, 2005. – С. 25-26.
- [3] Тимуш А.В. Сейсмотектоника литосферы Казахстана. – Алматы, 2011. – 590 с.

REFERENCES

- [1] Khalafyan A.A., STATISTICA 6: Statistical analysis of the data. - M.: Publishing House of the Bean, 2007. - 145 p. (in Russ.).
- [2] Sokolov S.Yu., Sokolov N.S., Dmitriev L.V. Geodynamic zoning of the lithosphere of the central Atlantic according to the cluster analysis of geological and geophysical parameters, and the data on the localization of the main petrologic types of basalts // Russian-RIDGE Abstractvolume. VII Okeangeologia. St. Petersburg, 2005. p. 25-26. (in Russ.).
- [3] Timush A.V. Seismotectonics lithosphere of Kazakhstan - Almaty, 2011. 590p. (in Russ.).

**СОЛТҮСТІК ТЯНЬ-ШАНЬ АЙМАҒЫНЫҢ
ЛИТОСФЕРАСЫН ГЕОДИНАМИКАЛЫҚ АУДАНДАСТЫРУ****А. В. Вилев, Д. М. Сұлтанова, Е. М. Акбергенов**

ЕЖШС «Ионосфера институты» АҚ «Ғарыштық зерттеулер мен технологиялар ұлттық орталығы»,
Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: геоэкономикалық аудандастыру, кластерлік талдау, солтүстік Тянь-Шань, геоэкономика.

Аннотация. Геоэкономиканың белсенді дамуы соңғы кездерде әртүрлі геоэкономикалық карта және модельдер жасауының қажеттігін туғыздырады, сондай-ақ ақпараттарды өңдеу мен литосфералық процестер болжаудың жаңа әдістерін құрастыру. Геоэкономикалық қортанындербес параметрлерінің талдау беруінен шыққан нәтижелердің жеткіліксіздігі, практикалық деректер жинағының қолдану қажеттілігін ынталандырады.

Мақалда әдістеме кластерлік анализ арқылы Тянь-Шань аймағының геоэкономикалық аудандастыру әдістемесі ұсынылады. Аймақтың кластерлі белдемділік статистикалық моделі алынды және геоэкономика позициясынан алынған нәтижелерге талдау беру.

Поступила 03.11.2015 г.

NEWS**OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN****PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES**

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 304 (2015), 21 – 27

UDC 556.53

**STATISTICAL APPROACH TO ANALYSING STREAM DISCHARGE
IN RESPONSE TO CLIMATE CHANGE AND GLACIER SHRINKAGE****Z. S. Zhantayev, A. A. Kaldybayev, A. Z. Bibossinov**

Institute of the Ionosphere, National Center for Space Research and Technology, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: azamat.kaldybayev@gmail.com

Key words: river runoff, climate change, glacier shrinkage, Karatal river basin, Mann-Kendall test.

Abstract. Based on runoff, air temperature, and precipitation data from 1960 to 2012, the effects of climate change and glacier shrinkage on water resources in the western part Zhetysu Alatau were investigated. The long-term trends of hydroclimatic variables were studied by using Mann-Kendall test. Analyzing weather station climatic data, we found a significant increase in temperature and quite stable trends for precipitation during study period. Positive trends in annual discharge were detected in almost all glacierized tributaries of Karatal river. This obvious upward trend in river runoff is likely connected with a general trend of increasing temperatures and intensive melting of glaciers in Tien-Shan.

Introduction. Water resources play the most important role in the sustainable development of society and economy in arid region, and they determine the evolution of ecological environment in the arid regions, including the two contrary processes of oasis formation and desertification.

Only a limited number of studies currently address the timing and evolution of expected glacier shrinkage and related changes in runoff [1]. Although glacier changes of Zhetysu Alatau (Eastern Tien Shan) in this region have been investigated [e.g. 2; 3; 4], little is known about the whole variation characteristics of glaciers and glacier runoff in the KRB basin during recent decades.

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.physics-mathematics.kz>

Редактор *М. С. Ахметова*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 10.11.2015.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
10,2 п.л. Тираж 300. Заказ 6.