

ISSN 2224-5227

2016 • 4

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ  
**БАЯНДАМАЛАРЫ**

**ДОКЛАДЫ**

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**REPORTS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ЖУРНАЛ 1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1944 г.

PUBLISHED SINCE 1944



Бас редактор  
ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Редакция алқасы:

хим.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әдекенов С.М.** (бас редактордың орынбасары), эк.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әділов Ж.М.**, мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Арзықұлов Ж.А.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бишімбаев У.К.**, а.-ш.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Есполов Т.И.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұтанов Г.М.**, физ.-мат.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**, пед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Пралиев С.Ж.**, геогр.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Северский И.В.**; тарих.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Сыдықов Е.Б.**, физ.-мат.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**, физ.-мат.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**, тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбүсейітова М.Х.**, экон. ғ. докторы, проф., ҰҒА корр. мүшесі **Бейсембетов И.К.**, биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жамбакин К.Ж.**, тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Кәрібаев Б.Б.**, мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Локшин В.Н.**, геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірсеріков М.Ш.**, физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.**, физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Садыбеков М.А.**, хим.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сатаев М.И.**; ҚР ҰҒА құрметті мүшесі, а.-ш.ғ. докторы, проф. **Омбаев А.М.**

Редакция кеңесі:

Украинаның ҰҒА академигі **Гончарук В.В.** (Украина), Украинаның ҰҒА академигі **Неклюдов И.М.** (Украина), Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **Гордиенко А.И.** (Беларусь), Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Дука Г.** (Молдова), Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Илолов М.И.** (Тәжікстан), Қырғыз Республикасының ҰҒА академигі **Эркебаев А.Э.** (Қырғызстан), Ресей ҒА корр. мүшесі **Величкин В.И.** (Ресей Федерациясы); хим.ғ. докторы, профессор **Марек Сикорски** (Польша), тех.ғ. докторы, профессор **Потапов В.А.** (Украина), биол.ғ. докторы, профессор **Харун Парлар** (Германия), профессор **Гао Энджун** (КХР), филос. ғ. докторы, профессор **Стефано Перни** (Ұлыбритания), ғ. докторы, профессор **Богуслава Леска** (Польша), философия ғ. докторы, профессор **Полина Прокопович** (Ұлыбритания), профессор **Вуйцик Вольдемар** (Польша), профессор **Нур Изура Уздир** (Малайзия), д.х.н., профессор **Нараев В.Н.** (Ресей Федерациясы)

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

Редакционная коллегия:

доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Адекенов** (заместитель главного редактора), доктор экон. наук, проф., академик НАН РК **Ж.М. Адилов**, доктор мед. наук, проф., академик НАН РК **Ж.А. Арзыкулов**, доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **В.К. Бишимбаев**, доктор сельскохозяйств. наук, проф., академик НАН РК **Т.И. Есполов**, доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Г.М. Мутанов**, доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**, доктор пед. наук, проф., академик НАН РК **С.Ж. Пралиев**, доктор геогр. наук, проф., академик НАН РК **И.В. Северский**; доктор ист. наук, проф., академик НАН РК **Е.Б. Сыдыков**, доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**, доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**, доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Х. Абусейтова**, доктор экон. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **И.К. Бейсембетов**, доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **К.Ж. Жамбакин**, доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.Б. Карибаев**, доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Локшин**, доктор геол.-мин. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Ш. Омирсериков**, доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов**, доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.А. Садыбеков**, доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.И. Сатаев**; почетный член НАН РК, доктор сельскохозяйств. наук, проф., **А.М. Омбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **Гончарук В.В.** (Украина), академик НАН Украины **И.М. Неклюдов** (Украина), академик НАН Республики Беларусь **А.И.Гордиенко** (Беларусь), академик НАН Республики Молдова **Г. Дука** (Молдова), академик НАН Республики Таджикистан **М.И. Илолов** (Таджикистан), член-корреспондент РАН **Величкин В.И.** (Россия); академик НАН Кыргызской Республики **А.Э. Эркебаев** (Кыргызстан), д.х.н., профессор **Марек Сикорски** (Польша), д.т.н., профессор **В.А. Потапов** (Украина), д.б.н., профессор **Харун Парлар** (Германия), профессор **Гао Энджун** (КНР), доктор философии, профессор **Стефано Перни** (Великобритания), доктор наук, профессор **Богуслава Леска** (Польша), доктор философии, профессор **Полина Прокопович** (Великобритания), профессор **Вуйцик Вольдемар** (Польша), профессор **Нур Изура Уздир** (Малайзия), д.х.н., профессор **В.Н. Нараев** (Россия)

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

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

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

Периодичность: 6 раз в год. Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г.Алматы, ул.Шевченко, 28, ком.218-220, тел. 272-13-19, 272-13-18

<http://nauka-nanrk.kz> reports-science.kz

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

©Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016 г.

E d i t o r - i n - c h i e f

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

Editorial board:

**S.M. Adekenov** (deputy editor in chief), Doctor of Chemistry, prof., academician of NAS RK; **Zh.M. Adilov**, Doctor of Economics, prof., academician of NAS RK; **Zh.A. Arzykulov**, Doctor of Medicine, prof., academician of NAS RK; **V.K. Bishimbayev**, Doctor of Engineering, prof., academician of NAS RK; **T.I. Yespolov**, Doctor of Agriculture, prof., academician of NAS RK; **G.M. Mutanov**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **S.Zh. Praliyev**, Doctor of Education, prof., academician of NAS RK; **I.V. Seversky**, Doctor of Geography, prof., academician of NAS RK; **Ye.B. Sydykov**, Doctor of Historical Sciences, prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **M.Kh. Abuseitova**, Doctor of Historical Sciences, prof., corr. member of NAS RK; **I.K. Beisembetov**, Doctor of Economics, prof., corr. member of NAS RK; **K.Zh. Zhambakin**, Doctor of Biological Sciences, prof., corr. member of NAS RK; **B.B. Karibayev**, Doctor of Historical Sciences, prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Lokshin**, Doctor of Medicine, prof., corr. member of NAS RK; **M.Sh. Omirserikov**, Doctor of Geology and Mineralogy, prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., corr. member of NAS RK; **M.A. Sadybekov**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., corr. member of NAS RK; **M.I. Satayev**, Doctor of Chemistry, prof., corr. member of NAS RK; **A.M. Ombayev**, Honorary Member of NAS RK, Doctor of Agriculture, prof.

Editorial staff:

**V.V. Goncharuk**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **I.M. Neklyudov**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.I. Gordienko**, NAS RB academician (Belarus); **G. Duca**, NAS Moldova academician (Moldova); **M.I. Iolov**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **A.E. Erkebayev**, NAS Kyrgyzstan academician (Kyrgyzstan); **V.I. Velichkin**, RAS corr.member (Russia); **Marek Sikorski**, Doctor of Chemistry, prof. (Poland); **V.A. Potapov**, Doctor of Engineering, prof. (Ukraine); **Harun Parlar**, Doctor of Biological Sciences, prof. (Germany); **Gao Endzhun**, prof. (PRC); **Stefano Perni**, Doctor of Philosophy, prof. (UK); **Boguslava Leska**, dr, prof. (Poland); **Pauline Prokopovich**, Doctor of Philosophy, prof. (UK); **Wójcik Waldemar**, prof. (Poland), **Nur Izura Udzir**, prof. (Malaysia), **V.N. Narayev**, Doctor of Chemistry, prof. (Russia)

**Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.**

ISSN 2224-5227

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 5540-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

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

<http://nauka-nanrk.kz/> [reports-science.kz](http://reports-science.kz)

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

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 4, Number 308 (2016), 53 – 60

УДК 550.348

## FORMALISED ASSESSMENT OF THE EARTH CRUST SEISMIC POTENTIAL ( $M_{max}$ ) OF KAZAKHSTAN BASED ON A COMPLEX OF SEISMOGEOPHYSICAL PARAMETERS

T. Abakanov<sup>1</sup>, A.B. Sadykova<sup>2</sup>, A.N. Li<sup>3</sup>, N.P. Stepanenko<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Director, Doctor of Technical Sc., KazNANS academician, LLP «Institute of Seismology», Almaty;

<sup>2</sup> Head of the Laboratory, Doctor of Physical and Mathematical Sc., LLP «Institute of Seismology», Almaty;

<sup>3</sup> Deputy of Director, Candidate of Physical and Mathematical Sc., corresponding member of KazNANS, LLP «Institute of Seismology», Almaty;

<sup>4</sup> Head of the Laboratory, Candidate of Technical Sc., LLP «Institute of Seismology», Almaty

**Keywords:** seismogenic zones, seismic potential, magnitude, seismological and geophysical parameters, the earth crust.

**Abstract:** The studies on spatial distribution of seismological and geological-geophysical parameters on a formalized basis were carried out to determine seismogenic zones and define their seismic potential  $M_{max}$  when assessing seismic hazard and general seismic zonation (GSZ) of the territory of Kazakhstan. The procedures of factor analysis and methods of automatic (without a teacher) classification of objects were used as a mathematical model for the statistical studies of seismogeophysical data.

## ФОРМАЛИЗОВАННАЯ ОЦЕНКА СЕЙСМОПОТЕНЦИАЛА ( $M_{max}$ ) ЗЕМНОЙ КОРЫ КАЗАХСТАНА ПО КОМПЛЕКСУ СЕЙСМОГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Т. Абаканов<sup>1</sup>, А.Б. Садыкова<sup>2</sup>, А.Н. Ли<sup>3</sup>, Н.П. Степаненко<sup>4</sup>

<sup>1</sup> директор, д.т.н., академик КазНАЕН, ТОО «Институт сейсмологии», Алматы;

<sup>2</sup> заведующая лабораторией, д.ф.-м.н., ТОО «Институт сейсмологии», Алматы;

<sup>3</sup> зам. директора, к.ф.-м.н., член корр. КазНАЕН, ТОО «Институт сейсмологии», Алматы;

<sup>4</sup> заведующая лабораторией, к.т.н., ТОО «Институт сейсмологии», Алматы

**Ключевые слова:** сейсмогенерирующие зоны, сейсмopotенциал, магнитуда, сейсмологические и геофизические параметры, земная кора.

**Аннотация.** С целью выделения сейсмогенерирующих зон и определения их сейсмического потенциала  $M_{max}$  при оценке сейсмической опасности и общем сейсмическом зонировании (ОСЗ) территории Казахстана проведены исследования пространственного распределения сейсмологических и геолого-геофизических параметров на формализованной основе. Математической моделью для статистического исследования многомерных сейсмогеофизических данных послужили процедуры факторного анализа и методы автоматической (без учителя) классификации объектов.

Сейсмологические исследования в Казахстане длительное время проводились преимущественно в пределах высокосейсмичной юго-восточной и умеренносейсмичной восточной

территорий, где известны разрушительные землетрясения с магнитудами  $M \geq 7$ . Значительную площадь здесь занимают чрезвычайно опасные в сейсмическом отношении 8-9-балльные зоны.

В пределах платформенных областей, к числу которых можно отнести обширные районы Казахского щита, Туранской плиты, Прикаспийской впадины и южного Урала, в настоящее время известны землетрясения меньших магнитуд. Преобладающая часть этой территории до недавнего времени считалась практически асейсмичной с соответствующим данной оценке отношением научных и директивных органов. Ситуация существенно изменилась после охвата большей части территории Республики сейсмическими наблюдениями, что открыло возможность уделять внимание систематическим исследованиям и на территориях центральной, западной, восточной частей Казахстана, первые результаты которых незамедлительно позволили перевести эти территории в разряд слабосейсмичных.

Оценка уровня потенциальной сейсмической опасности для этих районов представляет исключительную важность в связи с бурным развитием здесь в последние годы промышленности, нефтегазовых комплексов и т.д. Кроме того, для нефтедобывающих районов характерна техногенная сейсмотектоническая активизация.

Самым сложным и наиболее ответственным звеном в исследованиях по сейсмическому зонированию (районированию) является идентификация зон возникновения очагов землетрясений (сейсмогенерирующих зон), определение их сейсмopotенциала ( $M_{max}$ ) и параметров сейсмического режима, поскольку от этого зависит надежность всех последующих построений. Эта проблема всегда занимала и занимает центральное место в сейсмологии.

Различают два подхода к оценке величины  $M_{max}$  ( $K_{max}$ ): физический и статистический (корреляционный).

К корреляционным методам выделения потенциальных зон возникновения очагов землетрясений с оценкой величины  $M_{max}$  ( $K_{max}$ ), разработанным применительно к территории Казахстана, относятся [1-3 и др.]:

1. Определение  $M_{max}$  ( $K_{max}$ ) по распределению сейсмичности.
2. Определение  $M_{max}$  ( $K_{max}$ ) по уровню сейсмической активности и плотности эпицентров землетрясений.
3. Определение  $M_{max}$  ( $K_{max}$ ) по методу Ю.В. Ризниченко.
4. Определение  $M_{max}$  ( $K_{max}$ ) по теории экстремальных величин.
5. Определение  $M_{max}$  ( $K_{max}$ ) по графикам Бенъоффа.
6. Определение  $M_{max}$  ( $K_{max}$ ) по глубинному распределению землетрясений и мощности сейсмоактивного слоя.
7. Определение  $M_{max}$  ( $K_{max}$ ) по пространственному распределению удельной мощности источников сейсмической энергии ( $\omega$ ).
8. Определение  $M_{max}$  ( $K_{max}$ ) по значениям дробности среды (параметр  $\gamma$ ).
9. Определение  $M_{max}$  ( $K_{max}$ ) по значениям сейсмотектонического деформирования среды (параметр  $\mu$ ).

Результаты исследований представляются в виде пакета карт и структурных схем.

**Формализованная оценка  $M_{max}$  по комплексу геофизических и сейсмологических параметров.** При выполнении работ по общему сейсмическому зонированию (ОСЗ) территории Казахстана разработана новая методика выделения сейсмогенерирующих зон и определения сейсмического потенциала земной коры  $M_{max}$  на основе формализованной оценки комплекса геофизических и сейсмологических параметров [3-6]. Особо важное значение многопараметрическое моделирование земной коры приобретает для слабосейсмичных платформенных территорий, которые характеризуются дефицитом информации о пространственно-временном режиме сейсмичности. Здесь при проведении сейсмологических исследований, особенно по оценке сейсмической опасности, успех, в значительно большей степени, чем в высокосейсмичных районах, зависит от создания полноценной глубинной геофизической и геолого-тектонической основы. При этом одной из важнейших проблем является развитие методики интегрированной интерпретации многомерной информации [4-6].

Развитие компьютерных технологий позволило по-новому подойти к интерпретации данных комплексных сейсмогеофизических исследований путем привлечения современного аппарата многомерного статистического анализа.

Применительно к сейсмологии комплексным подходом к обработке исходных геолого-геофизических и сейсмологических данных на формализованной основе занимались многие исследователи [7-12]. В результате, на базе алгоритмов распознавания образов, разработаны различные приемы, которые применялись при решении задач выявления мест возможного возникновения очагов землетрясений и оценки долговременной сейсмической опасности.

Наши исследования, связанные с развитием приемов интегрированного анализа на формализованной основе, базируются на процедурах, обеспечивающих изучение статистической структуры многомерной выборки, составленной из данных натурального эксперимента. Наиболее подходящей математической моделью для статистического исследования многомерных сейсмогеофизических данных можно считать, как показывает опыт, процедуры факторного анализа и методы автоматической классификации объектов [13-16].

Для выявления сейсмогенерирующих зон с оценкой их сейсмopotенциала по комплексу сейсмологических и геофизических параметров проведено исследование с применением факторного анализа (метода главных компонент) [3, 6, 15-19]. При решении задач геофизики этот метод используется для создания обобщенной статистической модели земной коры, в компактном виде характеризующей морфологические особенности геофизических неоднородностей различных иерархических уровней, выделения свойств неоднородностей, несущих геодинамическую нагрузку, снижения размерности исходной выборки для использования ее в задаче автоматической классификации для оконтуривания геофизических неоднородностей, а также для выделения сейсмогенерирующих структур [16-19].

Суть метода главных компонент состоит в замене первоначальных коррелированных признаков на некоррелированные (независимые) признаки, называемые компонентами. Метод главных компонент дает возможность по  $n$ -числу исходных признаков выделить  $m$  главных компонент или обобщенных признаков [14]. Полученные путем преобразования исходных величин компоненты можно упорядочить в соответствии с долей дисперсии, которую они определяют в совокупной изменчивости первоначальных признаков, и тем самым выделить среди компонент наиболее значимые, определяющие основные закономерности в исследуемой области.

Исследования, направленные на разработку методики интегрированной интерпретации сейсмологических и геофизических данных, выполнялись на территории Казахстана и смежных районов, ограниченной координатами  $39^{\circ}00'-56^{\circ}00'$  с.ш. и  $48^{\circ}00'-88^{\circ}00'$  в.д. Исходными данными для реализации процедуры факторного анализа явилась электронная база сейсмологических и геолого-геофизических данных, в виде карт в масштабе 1:2500000.

Методика оцифровки карт состояла в следующем: для векторизации применена равнопромежуточная цилиндрическая проекция, использующая координаты широты и долготы. В результате получены векторные слои, содержащие точечные данные, по которым с заранее выбранным пространственным шагом проведена их растеризация для трех вариантов размеров ячеек:  $10 \times 10$  км;  $20 \times 20$  км;  $40 \times 40$  км. В случае необходимости, можно вырезать растры одинакового пространственного размера, а также преобразовать полученные данные в любую географическую проекцию. Все растры экспортируются в текстовой формат для дальнейшей обработки [6].

На начальной стадии анализа исходные сейсмологические и геофизические параметры (12 признаков) исследованы на линейность и нормальность распределений. В большинстве случаев характер связи между параметрами имеет линейный вид, за исключением параметра  $\omega$ . В связи с этим последний использовался в логарифмическом масштабе ( $lg \omega$ ). Анализ графиков плотности функции распределения экспериментальных данных показал, что в большинстве случаев они не противоречат гипотезе нормальности.

Список сейсмологических и геофизических признаков, матрицы коэффициентов парной корреляции между ними и другие характеристики использованных параметров приведены в таблицах 1-3.

Таблица 1 - Список исходных сейсмологических (1-5) и геофизических (6-12) признаков

Название признака	№
Плотность эпицентров слабых землетрясений ( $N$ )	1
Мощность сейсмоактивного слоя ( $H$ )	2
Интенсивность сильных землетрясений ( $I$ )	3
Сейсмическая активность ( $A_{10}$ )	4
Мощность источников сейсмической энергии ( $\omega$ )	5
Гравитационное поле ( $G$ )	6
Внутрикоровая составляющая гравитационного поля ( $G_K$ )	7
Локальная составляющая гравитационного поля ( $G_L$ )	8
Глубина подошвы земной коры ( $H_M$ )	9
Высота дневного рельефа ( $H_P$ )	10
Амплитуда деформаций за новейшее время ( $D$ )	11
Глубина залегания кровли докембрийских образований ( $Vp = 6,0$ км/сек)	12

Анализ корреляционных связей между исходными признаками различной физической природы показал, что значительная часть геофизических параметров хорошо коррелируется с рядом характеристик сейсмичности [3, 6]. Так, сейсмологические параметры имеют высокую корреляцию с гравитационным полем, глубиной подошвы земной коры, амплитудой деформаций за новейшее время, глубиной залегания кровли докембрийских образований и др.

Таблица 2 - Корреляционная матрица исходных сейсмологических и геофизических признаков

К	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.000	.989	.984	.969	.983	.753	-.187	.830	.966	.383	.693	.982
2	.989	1.000	.999	.974	.999	.786	-.180	.844	.970	.335	.680	.994
3	.984	.999	1.000	.977	1.000	.792	-.180	.845	.968	.323	.673	.994
4	.969	.974	.977	1.000	.975	.764	-.174	.823	.935	.336	.656	.973
5	.983	.999	1.000	.975	1.000	.793	-.179	.845	.968	.321	.671	.994
6	.753	.786	.792	.764	.793	1.000	-.129	.924	.711	.022	.316	.777
7	-.187	-.180	-.180	-.174	-.179	-.129	1.000	-.205	-.176	-.144	-.161	.180
8	.830	.844	.845	.823	.845	.924	-.205	1.000	.818	.307	.568	.841
9	.966	.970	.968	.935	.968	.711	-.176	.818	1.000	.450	.750	.965
10	.383	.335	.323	.336	.321	.022	-.144	.307	.450	1.000	.692	.341
11	.693	.680	.673	.656	.671	.316	-.161	.568	.750	.692	1.000	.678
12	.982	.994	.994	.973	.994	.777	-.180	.841	.965	.341	.678	1.000

Таблица 3 - Коэффициенты корреляции главных компонент (ГК) с исходными признаками

К	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 ГК	.983	.990	.989	.971	.989	.802	-.214	.890	.975	.412	.729	.987
2 ГК	-.013	-.065	-.078	-.064	-.081	-.467	-.202	-.161	.076	.834	.565	-.058
3 ГК	.027	.025	.022	.027	.022	-.073	.954	-.072	.055	.102	.117	.025
4 ГК	.105	-.106	-.106	-.113	-.106	.350	.053	.398	-.084	.263	-.023	-.107
5 ГК	-.062	-.028	-.026	-.069	-.026	.022	-.004	.084	-.020	-.234	.366	-.037
6 ГК	-.001	.014	.006	-.169	.014	-.004	-.001	.002	.156	-.008	-.026	.002
7 ГК	.036	-.025	-.033	.043	-.035	-.090	.004	.096	.045	-.025	-.024	-.015
8 ГК	-.103	-.025	.003	.067	.003	.017	-.002	-.017	.075	.001	-.001	-.017

Результаты проведенного компонентного анализа сейсмологических и геофизических признаков приведены на рисунке 1 в виде карты комплексной характеристики сейсмогеодинамического состояния земной коры Казахстана и смежных районов.

Известно, что магнитуда (энергетический класс) землетрясения зависит от скорости деформирования, размера области накопления напряжений, мощности деформируемого слоя, т.е. сейсмopotенциал земной коры зависит от интенсивности тектонического процесса в литосфере [3, 15-16]. Исходя из этого, зафиксированную за историческое время максимальную магнитуду землетрясения можно рассматривать в качестве одной из комплексных физических характеристик современной геодинамической активности литосферы. Для сопоставления сейсмичности с комплексными сейсмологическими или геофизическими полями, использовалась карта эпицентров (наиболее точных) сильных ( $M \geq 5,0$ ;  $K \geq 13$ ) землетрясений, произошедших за последние 150 лет.

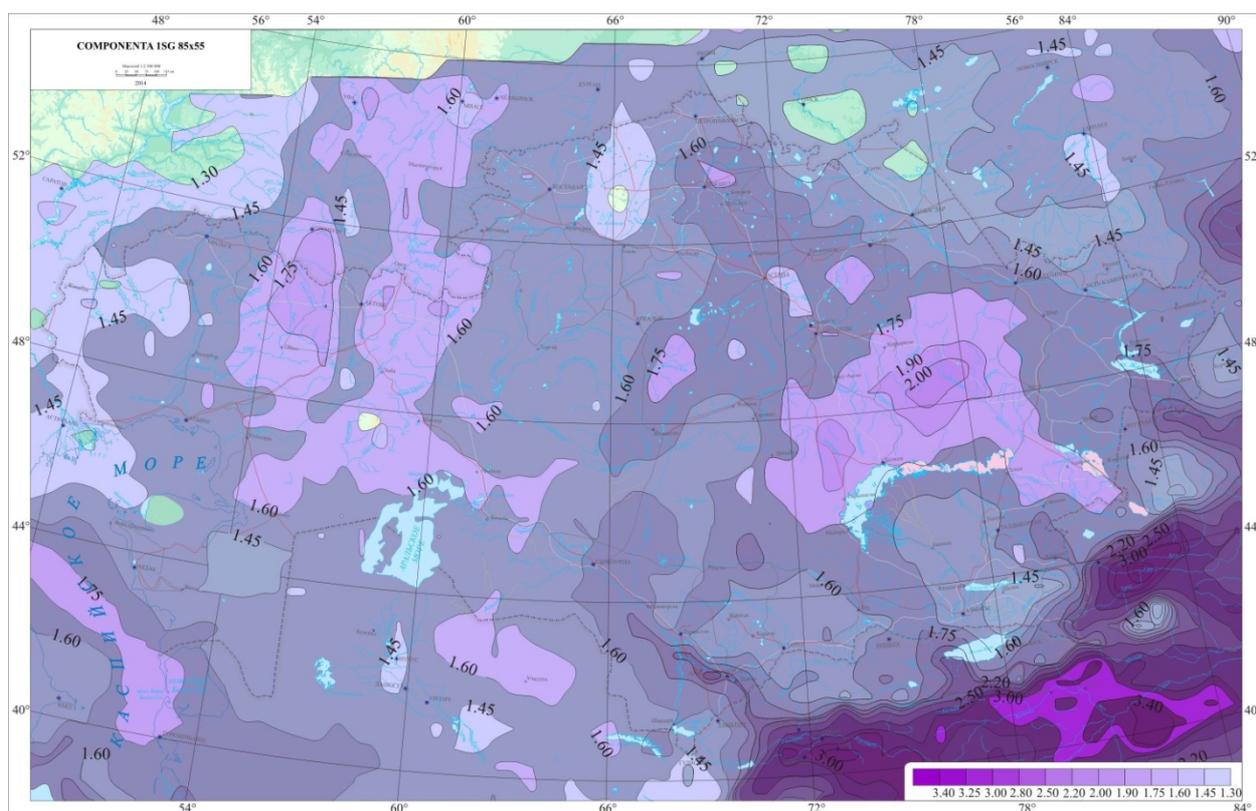


Рисунок 1 - Карта комплексной характеристики сейсмогеодинамического состояния земной коры Казахстана и смежных районов по сейсмологическим и геофизическим параметрам (1 составляющая)

Установлено, что первая главная компонента связана с сильными землетрясениями (рисунок 2), причем в ее формировании участвуют как сейсмологические, так и геофизические признаки.

Физико-математическая модель взаимосвязи сейсмологических и геофизических признаков выражается следующими уравнениями:

$$Z_1 = -1,18 + 0,52M; \quad (1)$$

$$Z_1 = 0,33N + 0,33H + 0,33I + 0,32A_{10} + 0,33lg\omega + 0,27G + 0,30G_L + 0,33H_M + 0,24D + 0,33V_P; \quad (2)$$

$$M = 0,64N + 0,64H + 0,64I + 0,62A_{10} + 0,64lg\omega + 0,52G + 0,58G_L + 0,64H_M + 0,46D + 0,64V_P + 2,3; \quad (3)$$

где  $M$  – магнитуда максимального возможного землетрясения,  $Z_1$  – значение первой главной компоненты.

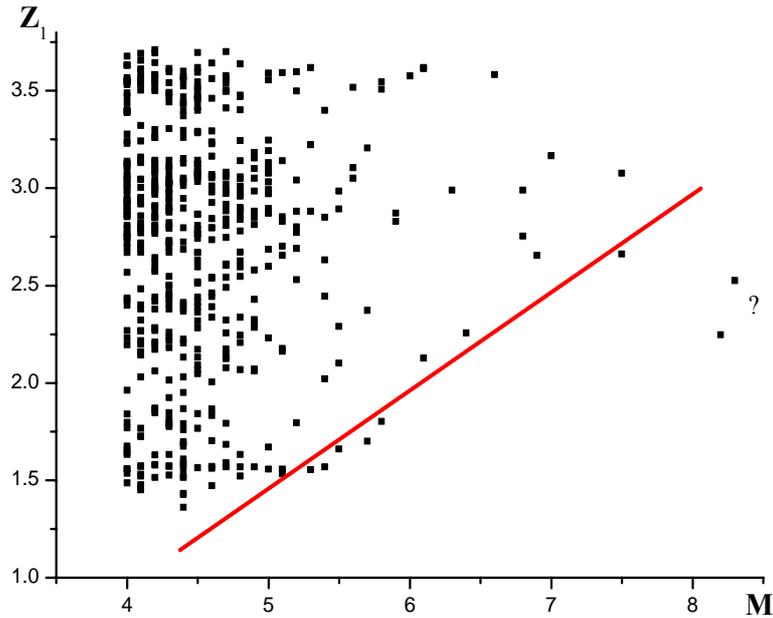


Рисунок 2 - График зависимости комплексной характеристики ( $Z_1$ ) сейсмогеодинамического состояния земной коры (по сейсмологическим и геофизическим данным) от магнитуды землетрясений ( $M$ )

Из уравнения (3) видно, что величина сейсмического потенциала увеличивается с возрастанием значений как сейсмических (мощность источников сейсмической энергии, толщина сейсмоактивного слоя и сейсмическая активность слабых землетрясений), так и геофизических (поле силы тяжести и его составляющих, глубина подошвы земной коры, амплитуда деформаций за новейшее время, глубина залегания кровли докембрийских образований) параметров.

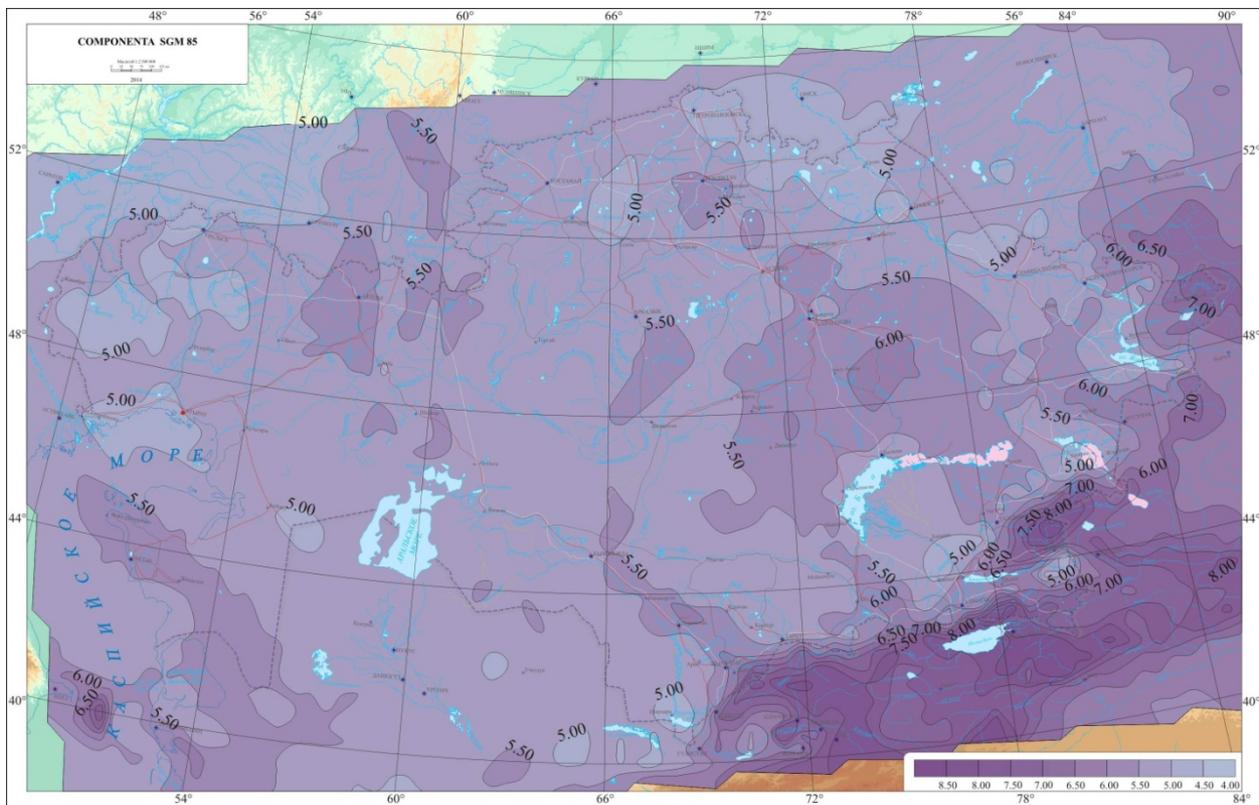


Рисунок 3 - Карта сейсмического потенциала ( $M_{max}$ ) земной коры Казахстана и смежных районов по комплексу геофизических и сейсмологических параметров

По комплексу геофизических и сейсмологических параметров выполнены расчеты по определению значений  $M_{max}$ , которые представлены в виде карты сеймопотенциала земной коры Казахстана и смежных районов (рисунок 3), интегрировано отображающей все многообразие сейсмического потенциала земной коры Казахстана, с изолиниями значений магнитуд  $M_{max}$  в диапазоне от 4,0 до 9,0.

Наибольших значений поле магнитуд достигает в пределах орогенов Северного Тянь-Шаня, Джунгарии, Тарбагатая, Алтая, Каратау и Копетдага. По уровню поля, форме и простираению его изолиний отчетливо выделяются структуры древней платформы Прикаспийской впадины, молодой Туранской платформы, щит (Казахский) молодой платформы. Прикаспийская впадина характеризуется в основном не высокими значениями магнитуд, равными 5,0-5,5. В пределах орогенов Урала и Мугоджар наблюдаются островки со значениями  $M_{max}=5,5$ . Туранская плита в целом, как и преобладающая часть территории Казахского щита, характеризуется преимущественно низким спокойным полем сейсмического потенциала. Лишь в районе гор Кызылгас и Ешкиольмес отмечены изолинии со значениями  $M_{max}=6,0$ .

Таким образом, разработана методика формализованного анализа комплекса сейсмологических и геофизических данных для оценки величины сейсмического потенциала земной коры Казахстана; создана физико-математическая модель взаимосвязи  $M_{max}(K_{max})$  с исходными сейсмогеофизическими признаками; установлено, что показателями повышенной геодинамической активности среды являются мощность земной коры, высота рельефа земной поверхности, мощность источников сейсмической энергии, толщина сейсмоактивного слоя и сейсмическая активность землетрясений.

Использование разработанной методики позволило существенно дополнить и усовершенствовать методологию выделения сейсмогенерирующих зон и оценки сеймопотенциала ( $M_{max}$ ) [6, 17-19] как в высокосейсмичных, заведомо известных, сейсмоопасных районах так и платформенных областях в центральной, северо-восточной и западной частях территории Казахстана, считавшихся ранее асейсмичными.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ризниченко Ю.В. Проблемы сейсмологии. Избранные труды. М.: Наука, 1985. 406 с.
- [2] Беньофф Г. Накопление и высвобождение деформации по наблюдениям сильных землетрясений // Слабые землетрясения. М.: Иностранная литература, 1961. С.199-210.
- [3] Сыдыков А. Сейсмический режим территории Казахстана. Алматы: Гылым, 2004. 270 с.
- [4] Сыдыков А., Садыкова А.Б., Горбунов П.Н. Оценка сейсмической опасности по комплексу геофизических и сейсмологических данных // Естественно-гуманитарные науки и их роль в подготовке инженерных кадров (Труды международной научно-практической конференции). Алматы. 2002. С.235-239.
- [5] Садыкова А.Б. Комплексный анализ сейсмологических и геофизических данных для Прикаспийского региона // Известия НАН РК. Серия геологическая. 2009. №3. С.83-88.
- [6] Садыкова А.Б. Сейсмическая опасность территории Казахстана. Алматы: Хай Текнолоджи. 2012. 267 с.
- [7] Николаев В.А. Карта геодинамического районирования Восточно-Европейской платформы для новейшего тектонического этапа // Современная геодинамика, глубинное строение и сейсмичность платформенных территорий и сопредельных регионов. Воронеж. 2001. С.149-151.
- [8] Николаев В.А. К вопросу об унаследованности в развитии структур Восточно-Европейской платформы // Там же. С.151-153.
- [9] Хромовский В.С., Обухова Л.Г. Связь сейсмичности с некоторыми геолого-геофизическими характеристиками Байкальской рифтовой зоны // Геодинамика внутриконтинентальных горных областей. Новосибирск. С.256-265.
- [10] Гвишиани А.Д., Горшков А.И., Ранцман Е.Я. и др. Прогнозирование мест землетрясений в районах умеренной сейсмичности. М.: Мир, 1988. 176 с.
- [11] Ивановская Л.В., Фирсова Д.Б., Хоменюк Ю.В., Щукин Ю.К. Долговременное прогнозирование сейсмической опасности по комплексу геолого-геофизических данных. М.: Наука, 1988. 110 с.
- [12] Гольдшмидт В.И. Комплексный анализ некоторых геолого-геофизических параметров литосферы Казахстана // Изв. АН КазССР. Серия геол. 1987. №6. С.14-23.
- [13] Харман Г. Современный факторный анализ. Москва «Статистика». 1972. 486 с.
- [14] Айвазян С.А., Бухштобер С.А., Енюков И.С. и др. Классификация и снижение размерности. М.: Финансы и статистика, 1989. 607 с.
- [15] Тимуш А.В. Сейсмоструктура литосферы Казахстана. Алматы: Luxe Media Group, 2011. 590 с.
- [16] Степаненко Н.П., Сыдыков А., Тимуш А.В., Садыкова А.Б., Кайдаш Т.М., Белоусова Н.П. Сеймопотенциал ( $M_{max}$ ) земной коры Прикаспийского региона по сейсмогеофизическим и динамическим параметрам среды // Прогноз землетрясений, оценка сейсмической опасности и сейсмического риска Центральной Азии. Сборник докладов 7-й Казахстанско-Китайского международного симпозиума. 2010. Алматы. С.436-440.
- [17] Сыдыков А., Садыкова А.Б. Особенности сейсмичности и сейсмического режима территории Казахстана // Геология и охрана недр. 2007. №2. С.58-61.
- [18] Sydykov A., Sadykova A.B., Gorbynov P.N. Seismic risk in Northern Tien-Shan across geophysical and seismological data // Problems of destructive earthquake disaster prevention. Almaty, 2003. P.135-141.

[19] Сыдыков А., Садыкова А.Б., Горбунов П.Н. Сейсмическая опасность Северного Тянь-Шаня по комплексу геофизических и сейсмологических данных // INLAND EARTHQUAKE. Urumqi. China. 2006. Vol.20. №3. P.282-288.

[20] Тимуш А.В., Тарадаева Т.В., Степаненко Н.П., Садыкова А.Б., Сыдыков А. Сейсмогенерирующие зоны Казахстана. Алматы: Хай Текнолоджи. 2012. 83 с.

## REFERENCES

- [1] Riznichenko Ju.V. Problemy seismologii. Izbrannye trudy. M.: Nauka, 1985. 406 p. (in Russ.).
- [2] Ben'off G. Nakoplenie i vysvobozhdenie deformacii po nabljudenijam sil'nyh zemletrjasenij. Slabye zemletrjasenija. M.: Inostrannaja literatura, 1961. 199-210. (in Russ.).
- [3] Sydykov A. Sejsmicheskij rezhim territorii Kazahstana. Алматы: Fylym, 2004. 270 p. (in Russ.).
- [4] Sydykov A., Sadykova A.B., Gorbunov P.N. Ocenka sejsmicheskoy opasnosti po kompleksu geofizicheskikh i sejsmologicheskikh dannyh. Estestvenno-gumanitarnye nauki i ih rol' v podgotovke inzhenernykh kadrov (Trudy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii). Алматы. 2002. 235-239. (in Russ.).
- [5] Sadykova A.B. Kompleksnyj analiz sejsmologicheskikh i geofizicheskikh dannyh dlja Prikaspijskogo regiona. Izvestija NAN RK. Serija geologicheskaja. 2009. №3. 83-88. (in Russ.).
- [6] Sadykova A.B. Sejsmicheskaja opasnost' territorii Kazahstana. Алматы: Haj Teknologzhi. 2012. 267 p. (in Russ.).
- [7] Nikolaev V.A. Karta geodinamicheskogo rajonirovanija Vostochno-Evropejskoj platformy dlja novejshego tektonicheskogo jetapa. Sovremennaja geodinamika, glubinnoe stroenie i sejsmichnost' platformnykh territorij i sopredel'nykh regionov. Voronezh. 2001. 149-151. (in Russ.).
- [8] Nikolaev V.A. K voprosu ob unasledovannosti v razvitiі struktur Vostochno-Evropejskoj platformy. Voronezh. 2001. 151-153. (in Russ.).
- [9] Hromovskij V.S., Obuhova L.G. Svjaz' sejsmichnosti s nekotorymi geologo-geofizicheskimi harakteristikami Bajkal'skoj riftovoj zony. Geodinamika vnutrikontinental'nykh gornyx oblastej. Novosibirsk. 256-265. (in Russ.).
- [10] Gvishiani A.D., Gorshkov A.I., Rancman E.Ja. i dr. Prognozirovanie mest zemletrjasenij v rajonah umerennoj sejsmichnosti. M.: Mir, 1988. 176 p. (in Russ.).
- [11] Ivanovskaja L.V., Firsova D.B., Homenjuk Ju.V., Shhukin Ju.K. Dolgovremennoe prognozirovanie sejsmicheskoy opasnosti po kompleksu geologo-geofizicheskikh dannyh. M.: Nauka, 1988. 110 p. (in Russ.).
- [12] Gol'dshmidt V.I. Kompleksnyj analiz nekotorykh geologo-geofizicheskikh parametrov litosfery Kazahstana. Izvestia AN KazSSR. Serija geol. 1987. №6. 14-23. (in Russ.).
- [13] Harman G. Sovremennij faktornyj analiz. Moskva «Statistika». 1972. 486 p. (in Russ.).
- [14] Ajvazjan S.A., Buhshtober S.A., Enjukov I.S. i dr. Klassifikacija i snizhenie razmernosti. M.: Finansy i statistika, 1989. 607 p. (in Russ.).
- [15] Timush A.V. Sejsmotektonika litosfery Kazahstana. Алматы: Luxe Media Group, 2011. 590 p. (in Russ.).
- [16] Stepanenko N.P., Sydykov A., Timush A.V., Sadykova A.B., Kajdash T.M., Belousova N.P. Sejsmopotencial (M<sub>max</sub>) zemnoj kory Prikaspijskogo regiona po sejsmogeofizicheskim i dinamicheskim parametram sredy. Prognoz zemletrjasenij, ocenka sejsmicheskoy opasnosti i sejsmicheskogo riska Central'noj Azii. Sbornik dokladov 7-j Kazahstansko-Kitajskogo mezhdunarodnogo simpoziuma. 2010. Алматы. 436-440. (in Russ.).
- [17] Sydykov A., Sadykova A.B. Osobennosti sejsmichnosti i sejsmicheskogo rezhima territorii Kazahstana. Geologija i ohrana nedr. 2007. №2. 58-61. (in Russ.).
- [18] Sydykov A., Sadykova A.B., Gorbunov P.N. Seismic risk in Northern Tien-Shan across geophysical and seismological data. Problems of destructive earthquake disaster prevention. Алматы, 2003. P.135-141. (in Russ.).
- [19] Sydykov A., Sadykova A.B., Gorbunov P.N. Sejsmicheskaja opasnost' Severnogo Tjan'-Shanja po kompleksu geofizicheskikh i sejsmologicheskikh dannyh. INLAND EARTHQUAKE. Urumqi. China. 2006. Vol.20. №3. P.282-288. (in Russ.).
- [20] Timush A.V., Tарадаева Т.В., Степаненко Н.П., Садыкова А.Б., Сыдыков А. Сейсмогенерирующие зоны Казахстана. Алматы: Haj Teknologzhi. 2012. 83 p. (in Russ.).

## СЕЙСМОГЕОФИЗИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРДІҢ КЕШЕНІ БОЙЫНША ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЖЕР ҚЫРТЫСЫ СЕЙСМОПОТЕНЦИАЛЫНЫҢ ( $M_{max}$ ) НЫСАНДАНДЫРЫЛҒАН БАҒАЛАУЫ

Абаканов Т.<sup>1</sup>, Садыкова А.Б.<sup>2</sup>, Ли А.Н.<sup>3</sup>, Степаненко Н.П.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> директор, т.ғ.д., ҚазЖҒҒА академигі, ЖШС «Сейсмология институты», Алматы;

<sup>2</sup> лаборатория меңгерушісі ф.-м.ғ.д., ЖШС «Сейсмология институты», Алматы;

<sup>3</sup> директор орын., ф.-м.ғ.к., ҚазЖҒҒА корп. мүшесі, ЖШС «Сейсмология институты», Алматы;

<sup>4</sup> лаборатория меңгерушісі, т.ғ.к., ЖШС «Сейсмология институты», Алматы

**Түйін сөздер:** сейсмогенді белдемдер, сейсмопотенциал, магнитуда, сейсмологиялық және геофизикалық параметрлер, жер қыртысы.

**Аннотация.** Қазақстан территориясының сейсмикалық қауіптілігі мен жалпы сейсмикалық зондылаудың (ЖСЗ) сейсмогенді белдемдері мен олардың  $M_{max}$  сейсмикалық потенциалын анықтау мақсатында, қалыптасқан есептеу негізде сейсмологиялық және геолого-геофизикалық параметрлердің кеңістіктегі таралуына зерттеу жүргізілген. Көпөлшемді сейсмогеофизикалық мағлұматтардың статистикалық зерттеуінің математикалық үлгісі ретінде факторлық анализ бен объектілердің автоматтық (мұғалімсіз) классификациясы әдістерінің реттемесі қолданылды.

Поступила 26.06.2016 г

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Математика</b>	
<i>Мартынов Н.И., Рамазанова М.А.</i> Краевые задачи обобщенной плоской деформации линейно - упругого тела.....	5
<b>Технические науки</b>	
<i>Алтынбек Ш.Ч., Байконурова А.О.</i> Изучение влияния состава золотосодержащих растворов на сорбцию золота природными и синтетическими ионитами.....	17
<b>Химия</b>	
<i>Гылымхан Н.Т., Жумагалиева Ш.Н., Абилов Ж.А.</i> Возможности использования бентонитовых глин в медицине.....	24
<i>Мальшиев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М., Каткеева Г.Л., Кайкенов Д.А.</i> Особая роль и более общее выражение стерического фактора в вероятностной модели измельчения.....	34
<i>Хусанов А.Е., Крамалев С.О., Калдыбаева Б.М., Абилямагжанов А.З.</i> Исследование эмульгирующих свойств продуктов амидирования растительных масел.....	45
<b>Науки о Земле</b>	
<i>Абаканов Т., Садыкова А.Б., Ли А.Н., Степаненко Н.П.</i> Формализованная оценка сейсмopotенциала ( $M_{max}$ ) земной коры Казахстана по комплексу сейсмогеофизических параметров.....	53
<i>Исламкулов К.М., Мырхалыков Ж.У.</i> Повышение прочности и износостойкости металлорежущих инструментов и литых деталей.....	61
<b>Биология</b>	
<i>Мукушкина Д.Д., Шертай М.Ж., Мирошник Т.Н., Аширбеков Е.Е., Талаева Ш.Ж., Хансеитова А.К., Айтхожина Н.А.</i> Выявление ассоциации полиморфизмов гена <i>ESR1</i> с риском развития рмж среди населения Казахстана.....	67
<i>Байтанаев О. А.</i> Феномен природной очаговости зоонозных инфекций: новая гипотеза.....	74
<i>Рсалиев А.С., Чудинов В.А., Амирханова Н.Т.</i> Устойчивость селекционных материалов ячменя Карабалыкской сельскохозяйственной опытной станции к сетчатой пятнистости и мучнистой росе.....	79
<b>Медицина</b>	
<i>Тургумбаева А. А., Рахимов К.Д., Устенова Г.О.</i> Антимикробные и другие целебные свойства сафлоры ( <i>CARTHAMUS TINCTORIUS L.</i> ).....	88
<i>Качиева З.С., Габдулина Г.Х.</i> Роль полиморфизмов гена <i>dkk1</i> в развитии деградации сустава у пациентов с ревматоидным артритом.....	93
<b>Аграрные науки</b>	
<i>Кулажанов Т.К.</i> Определение выхода мяса при национальной разделке туши баранины.....	100
<b>Общественные науки</b>	
<i>Абижов М. М.</i> Начало сотрудничества стран России и Китая.....	105
<i>Аюпова З.К., Кусаинов Д.У.</i> К вопросу об особенностях образования в мировой культуре.....	110
<i>Довгань А. В.</i> Смысл как детерминанта религии (на примере христианства).....	119
<i>Кишибекова Г.К., Абдулина Г.А., Жанбырбаева С.М.</i> Факторы повышения конкурентоспособности национальной экономики в условиях глобализации.....	124
<i>Кулбай Б.С.</i> Разработка адаптированной модели управления предприятием текстильной промышленности.....	135
<i>Курманов Н.А., Бактымбет С.С., Бактымбет А.С.</i> Развитие человеческого потенциала в Казахстане и в странах евразийского экономического союза.....	141
<i>Смаилова Ж.П., Таспенова Г.А., Карымсакова Ж.К.</i> Свободно плавающий валютный курс как инструмент денежно-кредитной политики.....	148
<i>Раимбердиев Т.П., Нысанбаева А.М., Носаненко Г.</i> Роль менеджмента в реформировании институтов государственного управления.....	154
<i>Рахимбекова А.Е., Курманов Н.А., Махатова А.Б., Серикбаева Э.А.</i> Развитие фармацевтической отрасли в республике Казахстан как основного рыночного элемента системы здравоохранения.....	161
<i>Татибеков Б. Л., Аман Р.Л.</i> Основные принципы сокращения неформального рынка труда и неформальной занятости на современном этапе.....	171