

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 6, Number 426 (2017), 107 – 114

A. R. Medeu, V. P. Blagovechshenskiy, V. V. Zhdanov, S. U. Ranova

LLP “Institute of Geography”, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: ingeo_2009@mail.ru

BIG SEISMIC ROCKFALLS AND LANDSLIDES IN THE MOUNTAIN REGIONS OF SOUTH-EASTERN KAZAKHSTAN

Abstract. In the mountainous regions of South-Eastern Kazakhstan, 64 large modern and ancient seismogenic rockfalls and landslides were identified. There are 27 gravity seismic dislocations in the Zhetysu Alatau ridge, 19 in Ile Alatau, 14 in Kungey Alatau and 4 in Teriskey Alatau. There are 26 dammed lakes. Of the total number of seismic dislocations 4 have a volume of more than 100, 27 - from 10 to 100 and 37 - from 1 to 10 million m³. The largest seismogenic rockfall is the rockfall of the Big Almaty Lake in the Ile Alatau. Its volume is 380 million m³, the length of the route is 5.5 km, the height of the fall is 1300 m. The thickness of depositions reaches of 200 m. The area of disturbed lands is 3.8 km².

The zoning of the mountainous territory of South-Eastern Kazakhstan on the repeatability of seismic shocks with an intensity of more than 8 points on the MSK-64 scale was made using data on strong earthquakes with M more than 5 for the period from 1887 to 2015. Strong seismic shocks caused rockfalls and landslides repeated 3-4 times during this period in the central parts of the ranges Ile Alatau and Kungey Alatau. It is in these areas that the greatest density and the largest volumes of seismic dislocations are noted.

In the central and eastern parts of Zhetysu Alatau during the last 130 years there were no strong seismic shocks. However, in these regions, a high density of paleoseismodislocations is noted, among which 12 have volumes from 10 to 100 million m³. This allows us to attribute these territories to territories with high frequency of strong earthquakes.

Keywords: earthquakes, landslides, rockfalls, seismic dislocations, zoning.

УДК 624.131.543:550.34(274.4)

А. Р. Медеу, В. П. Благовещенский, В. В. Жданов, С. У. Ранова

ТОО «Институт географии», Алматы, Казахстан

КРУПНЫЕ СЕЙСМОГЕННЫЕ ОБВАЛЫ И ОПОЛЗНИ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ ЮГО-ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

Аннотация. В горных районах Юго-Восточного Казахстана выявлено 64 крупных современных и древних сейсмогенных оползней и обвалов. В хребте Жетысу Алатау насчитывается 27 гравитационных сейсмодислокаций, в Иле Алатау – 19, в Кунгей Алатау – 14 и в Терискей Алатау – 4. У 26 обвалов имеются завальные озера. Из общего количества сейсмодислокаций 4 имеют объем более 100, 27 – от 10 до 100 и 37 – от 1 до 10 млн. м³. Самым крупным сейсмогенным обвалом является обвал Большого Алматинского озера в Иле Алатау. Его объем 380 млн. м³, длина пути – 5,5 км, высота падения – 1300 м. Толщина завала достигает 200 м. Площадь нарушенных земель – 3,8 км².

По данным о сильных землетрясениях с M более 5 за период с 1887 по 2015 гг. выполнено районирование горной территории Юго-Восточного Казахстана по повторяемости сейсмических сотрясений интенсивностью более 8 баллов по шкале MSK-64. В центральной части хребтов Иле Алатау и Кунгей Алатау сильные сейсмические сотрясения, вызывавшие сход обвалов и оползней за этот период повторялись 3–4 раза. Именно в этих районах отмечена наибольшая плотность и наибольшие объемы сейсмодислокаций.

В центральной и восточной частях Жетысу Алатау за последние 130 лет сильных сейсмических сотрясений не наблюдалось. Однако в этих районах отмечена высокая плотность палеосейсмодислокаций, среди которых 12 имеют объемы от 10 до 100 млн. м³. Это позволяет отнести эти территории к территориям с высокой повторяемостью сильных землетрясений.

Ключевые слова: землетрясения, обвалы, оползни, районирование, сейсмодислокации.

Введение. В горных районах сильные землетрясения с магнитудой более 6 часто сопровождаются такими опасными явлениями, как оползни и обвалы. Разрушительные последствия таких явлений могут быть даже больше, чем последствия самих землетрясений.

В 1911 г. при землетрясении на Памире Усойский обвал объемом 2 200 млн. м³ в Таджикистане привел к образованию Сарезского озера глубиной 500 м, объемом 17 км³ [1]. В Северном Тянь-Шане на территории Казахстана и Кыргызстана катастрофические сейсмогенные оползни и обвалы случались в 1887 и 1911 годах [2, 3]. При землетрясении 1920 г. в провинции Ганьсу под оползнями погибло около 100 000 человек [4]. Оползень при Хаитском землетрясении в Таджикистане в 1949 г. засыпал несколько поселков. Погибло 26 000 человек [5]. В Перу при землетрясении M 7,75 в 1970 г. гигантский ледово-каменный обвал с горы Уаскаран разрушил город Юнгай и еще несколько поселков. Погибло 18 000 человек [6]. Кашмирское землетрясение в Пакистане в 2005 г. вызвало сход 25 500 оползней. Погибло 87 500 человек [7]. Сычуаньское землетрясение M 7,9 в Китае в 2008 г. вызвало сход почти 200 000 оползней на площади 110 000 км². Объем самого крупного оползня превысил 750 млн. м³. Число погибших составило почти 70 000 человек [8, 9].

Помимо оползней и обвалов при землетрясениях могут сходить и сели, которые возникают при прорывах завальных озер, образующихся на дне долин. Селевые потоки, вызванные землетрясениями, отмечались в Иле Алатау в 1887 г. [2], в 1949 г. на Тянь-Шане при Хаитском землетрясении [5], в Сычуане в Китае в 2008 [9], в 2011 г. в Японии [10].

Район исследований и использованные материалы. Район исследований расположен на юго-востоке Казахстана в пределах Алматинской области. Здесь находятся горные хребты Жетысу Алатау, Иле Алатау, Кунгей Алатау, Терискей Алатау и Узынкара. Все эти хребты являются пограничными и часть их территории расположена в Китае и Кыргызстане.

В исследовании использованы данные о землетрясениях, приведенные в литературе [2, 3, 11–13] и в Интернете [14–16]. Сведения о сейсмогенных обвалах, оползнях и завальных озерах получены из литературных источников, дешифрированием космических снимков Google и по крупномасштабным топографическим картам.

Результаты исследований

Дешифрированием космических снимков в горах Юго-Восточного Казахстана выявлено более 60 сейсмогенных оползней и обвалов (таблица, рисунок 1).

В хребте Иле Алатау имеется 19 крупных сейсмогенных оползней и обвалов. Многие из них образовались при Верненском землетрясении M 7,3, интенсивность которого составляла 9 баллов. Эпицентр землетрясения находился у подножия северного склона хребта. По данным И. В. Мушкетова, объем отдельных сейсмодислокаций превышал 50 млн. м³, а общий объем перемещенных масс составил 440 млн. м³ [2]. Через несколько часов после землетрясения по некоторым долинам прошли сели, образовавшиеся при прорывах завальных озер. Под оползнями и обвалами погибло 152 человека. Это больше, чем число погибших под развалинами домов в городе Верном.

Помимо сейсмодислокаций 1887 г. в Иле Алатау есть много древних обвалов. Размеры некоторых из них превышают размеры обвалов 1887 г. Самым крупным является сейсмогенный обвал на озере Улькен Алматы в центральной части Иле Алатау. Его объем составляет 380 млн. м³, что позволяет отнести его к числу крупнейших сейсмодислокаций на Земле. По данным

Сейсмогенные обвалы, оползни и завальные озера в горных районах Юго-Восточного Казахстана

Бассейн реки	Высота, м над ур. м.	Высота падения, м	Вид сейсмодислокации	Объем завала, млн. м ³	Объем завального озера, млн. м ³
1	2	3	4	5	6
Хребет Иле Алатау					
Улкен Алматы	2500	1050	обвал	380	14
Озерная	2700	600	обвал	15	
Проходная	1300	900	обвал	54	
Кокчека	1300	600	обвал	24	
Ойжайлау	1200	500	оползень	6,0	
Жаманбулак	1000	500	оползень	30	
Тастыбулак	1200	400	оползень	6,5	
Есик	1750	800	обвал	24	15
Есик	3100	700	обвал	7,0	3,0
Аксай	1400	600	обвал	40	
Аксай	1300	400	оползень	25	
Аксай	1500	500	оползень	1,5	
Каскелен	1400	500	оползень	2,0	
Котурбулак	1300	600	оползень	5,4	
Прямая Щель	1200	550	оползень	84	
Широкая Щель	1300	500	оползень	1,5	
Киши Алматы	1400	300	оползень	12	
Ремизовка	1500	400	оползень	6,0	
Турген	1600	1200	обвал	150	
Хребет Кунгей Алатау					
Чон Урюкты	2200	1000	обвал	22	2,4
Кайынды	1850	900	обвал	15	1,2
Кольсай	1800	900	обвал	50	16
Кольсай	2430	800	обвал	20	20
Шелек	1800	880	обвал	30	
Шелек	1750	780	обвал	5	
Шелек	2400	750	обвал	3	
Шелек	1970	1310	обвал	8	
Шелек	2120	1080	обвал	6	
Шелек	3330	480	обвал	1,5	
Шелек	2800	800	обвал	36	
Шелек	3230	1060	обвал	2,4	
Шелек	3360	770	обвал	4,5	
Хребет Терискей Алатау					
Баянкол	3100	750	обвал	30	12
Баянкол 1	2600	560	обвал	21	
Баянкол 2	2720	950	обвал	5,0	
Улкен Кокпак	3050	600	обвал	25	20
Хребет Жетысу Алатау					
Аганакты	1700	750	обвал	120	35
Аганакты	2500	800	обвал	140	44
Баскан	2200	650	обвал	25	6,0
Коргас	2300	1000	обвал	50	15
Орта Тентек	2450	930	обвал	46	2,0
Орта Тентек	2440	410	обвал	34	0,22

					Окончание таблицы
1	2	3	4	5	6
Орта Тентек	2370	750	обвал	58	0,72
Тентек	2790	690	обвал	20	4,0
Тастау	2340	600	обвал	1,5	
Тастау	2010	610	обвал	2,1	1,3
Жаманты	1940	680	обвал	34	0,49
Жаманты	1820	780	обвал	1,0	1,6
Жаманты	1410	570	обвал	7,2	0,7
Жаманты	2260	320	обвал	3,5	0,55
Жаманты	2160	430	обвал	2,4	
Жаманты	2000	540	обвал	1,0	0,32
Жаманты	1200	460	обвал	1,6	
Жаманты	1080	580	обвал	12	
Жаманты	1490	650	обвал	27	
Жаманты	1680	740	обвал	10	
Коксуат	1080	430	обвал	2,2	
Коксуат	1100	300	обвал	2,3	
Коксуат	1420	1280	обвал	9,6	0,42
Большой Баскан	2740	660	обвал	2,1	19
Большой Баскан	2550	850	обвал	28	
Коксу	1820	440	обвал	68	0,21
Коксу	1910	580	обвал	6,6	
Кора	1410	700	обвал	3,9	

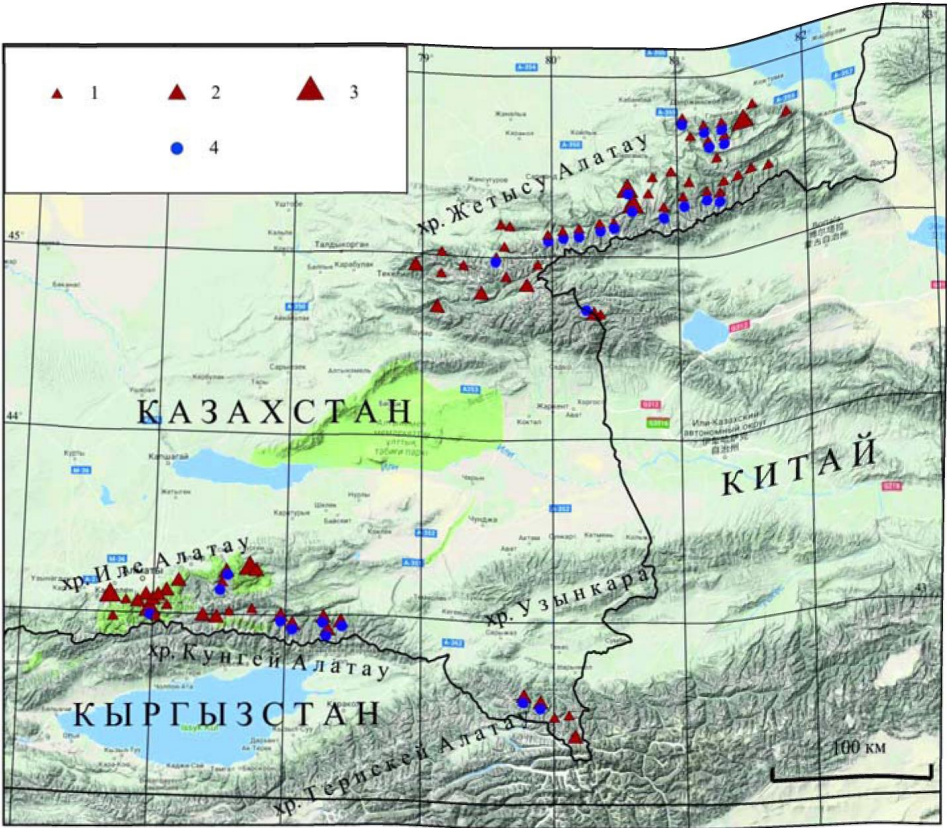


Рисунок 1 – Распространение крупных сейсмогенных обвалов, обвалов и завальных озер в горных районах Юго-Восточного Казахстана.
Объем перемещенных горных пород, млн. м³: 1 – 1-10, 2 – 10-100, 3 – более 100; 4 – завальные озера

А.П. Горбунова [17], он был вызван землетрясением, случившимся 15–20 тыс. лет назад. В результате землетрясения произошло обрушение блока скальных гранитных пород длиной 1000 м и шириной 700 м. Вершина обвалившегося блока находилась на высоте 3300 м н.у.м. (рисунок 2). Поток раздробленных обломков гранита промчался 3 км через долину реки Улкен Алматы, дно которой располагалось на высоте 2400 м н.у.м., и взметнулся на противоположный борт долины на высоту 200 м. Такая высота заплеска возможна только, если скорость потока превышала 60 м/с. Следовавшие за передним валом массы повернули влево по уклону долины и прошли еще 2,5 км, остановившись на высоте 2000 м над ур. м. Общая длина пути обвала составила 5,5 км, высота падения – 1300 м. Длина завала на дне долины составила 4,8 км, максимальная ширина – 1000 м. Толщина завала, определенная геоморфологическими методами, достигала 200 м, составив в среднем 120 м. Площадь завала – 3,1 км². Общая площадь нарушения рельефа вместе с площадью ниши отрыва обвала составила 3,8 км².

Высота, м н.у.м.

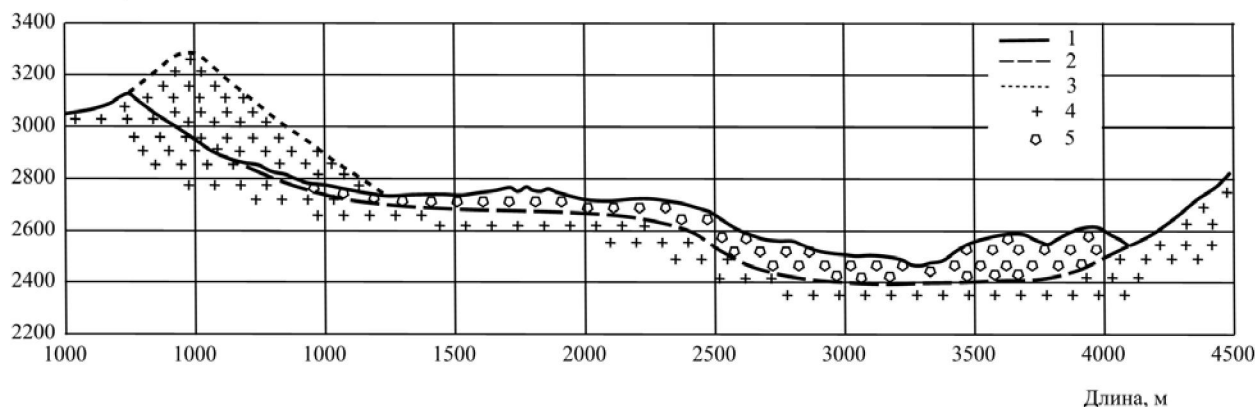


Рисунок 2 – Продольный профиль сейсмогенного обвала на Большом Алматинском озере:
1 – современная поверхность склонов, 2 – поверхность, перерываемая обвальными отложениями,
3 – поверхность обвалившегося скального массива, 4 – коренные скальные породы, 5 – обвальные отложения

На дне долины возникла дамба, выше которой образовалось озеро, объем которого в настоящее время составляет 14 млн. м³. Выше озера в бассейне реки Улкен Алматы есть несколько крупных прорывоопасных моренно-ледниковых озер. При прорыве одного из них может сформироваться селя объемом в несколько миллионов м³. Сход такого селя в озеро приведет к вытеснению воды из озера и образованию ниже завала вторичного селя, который вызовет разрушения в нижней части долины реки Улкен Алматы.

Второй крупнейший обвал в Иле Алатау объемом 150 млн. м³ находится в восточной части хребта, в бассейне реки Турген. Обвальная цирк имеет длину 3,3 км и ширину 1,3 на 1,3 км. Вершина его находится на высоте 3100 м над ур. м. Завал простирается вниз по долине до высоты 1320 м н.у.м. Длина завала – 5,2 км, средняя ширина – 400 м. Площадь завала – 2,5 км², площадь обрушения – 2,1 км², общая площадь нарушенных земель – 4,6 км².

В Иле Алатау сейсмогенные обвалы формируются преимущественно в среднегорной зоне (от 2000 до 3200 м над ур. м.), где распространены скальные породы, преимущественно граниты. Эта зона отличается крутосклонным глубокорасчлененным рельефом. Крутизна склонов здесь – более 30 градусов, глубина расчленения рельефа – более 500 м. Сейсмогенные оползни приурочены к низкогорной зоне (от 1000 до 2000 м над ур. м.), где распространены лессовидные суглинки. Склоны здесь положе, а глубина расчленения рельефа меньше, чем в среднегорной и высокогорной зонах.

В среднегорной зоне центральной части северного склона Иле Алатау плотность сейсмодислокаций составляет 1/100 км². Общая площадь нарушенных земель равняется 15 км². Это составляет около 1,5 % области их площади среднегорной зоны. В низкогорной зоне очень высока плотность сейсмогенных оползней, формирующихся из лессовидных суглинков. Здесь один сейсмогенный оползень приходится на 5 км². Суммарная площадь нарушенных земель для сейсмогенных оползней равняется 25 км², что соответствует примерно 5 % площади низкогорной зоны.

В хребте Жетысу Алатау два самых крупных сейсмогенных обвала находятся в центральной части северного склона хребта, в долине реки Аганакты бассейна реки Лепсы. Один обвал расположен на высоте 1700 м над ур. м. Его объем 120 млн. м³, площадь нарушенных земель – 4,5 км². Выше завала образовалось озеро Нижний Жасылкол объемом 35 млн. м³. Второй обвал находится на высоте 2500 м над ур. м. Объем этого обвала – 140 млн. м³, площадь нарушенных земель – 3,4 км². Завалом подпружено озеро Верхний Жасылкол объемом 44 млн. м³.

Однако больше всего сейсмогенных обвалов отмечено в западной части Жетысу Алатау, в бассейнах рек Тентек, Жаманты и Тастау. Там обнаружено 20 сейсмогенных обвалов. Из них 8 обвалов имеют объем более 10 млн. м³. В этом районе один обвал приходится на 70 км² площади. Доля земель, нарушенных сейсмодислокациями, составляет 1,5 %.

В центральной части Жетысу Алатау, в бассейнах рек Большой Баскан, Баскан, Саркан и Аксу имеется шесть крупных сейсмодислокаций. Объем двух из них превышает 100 млн. м³. Плотность сейсмогенных обвалов составляет 1/250 км². Доля площади нарушенных земель – 0,5 %.

Меньше всего сейсмодислокаций отмечено в западной и южной частях Жетысу Алатау, в бассейнах рек Каратал, Осек и Коргас. Здесь имеется четыре крупных сейсмодислокаций объемом от 25 до 68 млн. м³. Плотность сейсмодислокаций составляет 1/500 км². Доля площади нарушенных земель 0,1 %.

В хребте Кунгей Алатау, в бассейне реки Шелек отмечено 13 крупных сейсмогенных обвалов. Самыми крупными являются обвалы Чон Урюкты, объемом 22 млн. м³, Колсай Нижний (50 млн. м³), Колсай Верхний (20 млн. м³) и Кайынды (15 млн. м³). У всех этих обвалах имеются озера, которые неоднократно прорывались [18]. В этом районе одна сейсмодислокация приходится на 70 км², а доля площади нарушенных земель составляет 1 %.

В казахстанской части хребта Терискей Алатау, на площади 400 км² обнаружено четыре сейсмодислокации. Из них три имеют объем более 10 млн. м³. У двух обвалов есть подпруженные озера. Плотность сейсмодислокаций составляет 1/100 км². Доля площади нарушенных земель – 0,5 %.

Территориальные различия в плотности сейсмодислокаций хорошо согласуются с картой сейсмического районирования. Районы с высокой плотностью сейсмодислокаций приурочены к районам, где возможны землетрясения интенсивностью 9 баллов. Однако в центральной и восточной частях Жетысу Алатау отмечается высокая плотность сейсмодислокаций, в то время как на карте сейсморастворения эта территория отмечена, как территория, где возможны землетрясения интенсивностью только 7 баллов. Такое несоответствие объясняется тем, что карта сейсмического районирования составлялась по данным о землетрясениях за период инструментальных наблюдений (около 130 лет). Палеосейсмодислокации несут информацию о землетрясениях за несколько тысяч лет. Поэтому они являются более надежными источниками сведений о землетрясениях редкой повторяемости, и их необходимо принимать во внимание при оценке максимальной интенсивности землетрясений.

Заключение. В горных районах оползни и обвалы происходят при землетрясениях магнитудой более 6 на территории, где сила землетрясения превышает 8 баллов по шкале MSK-64. Вероятность формирования сейсмогенных оползней, обвалов и селей необходимо учитывать при оценке природного риска в сейсмоактивных горных районах.

Благодарности. Статья написана по результатам исследований по программе грантового финансирования Комитета науки МОН РК «Опасные экзогенные процессы, вызываемые землетрясениями, в Казахстане и их влияние на рациональное природопользование» № 2116/ГФ4.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Голицын Б. О землетрясении 18 февраля 1911 // Известия И.А.Н. – 1915. – № 11. – С. 991–998.
- [2] Мушкетов И.В. Верненское землетрясение 28 мая (9 июня) 1887 г. // Труды геологического комитета. – 1890. – Т. 10, № 1. – С. 1–140.
- [3] Богданович К.И., Карк С.М., Корольков Б.Я., Мушкетов Д.И. Землетрясение в северных цепях Тянь-Шаня 22 декабря 1910 г. (4 января 1911 г.) // Труды Геологического Комитета. Новая серия. – 1914. – Вып. 89. – С. 1–203.
- [4] Close, U., and E. McCormick. Where the Mountains Walked // National Geographic Magazine. 1972. Vol. 41, № 5. P. 445–464.
- [5] Evans S.G., Roberts N.J., Ischuck A. Landslides triggered by the 1949 Khait earthquake, Tajikistan, and associated loss of life // Engineering Geology. 2009. № 109 (3–4). P. 195–212.

- [6] Cliff L.S. Peru Earthquake of May 31, 1970. // *Seismological Society of America Bulletin*. 1971. Vol. 61, № 3. P. 511–521.
- [7] Dunning S., Mitchell W., Rosser N. The Hattian Bala rock avalanche and associated landslides triggered by the Kashmir Earthquake of 8 October 2005 // *Engineering Geology*. 2007. № 93 (3-4). P. 130–144.
- [8] Cui P., Chen X.Q., Zhu Y.Y. The Wenchuan Earthquake (May 12, 2008), Sichuan Province, China, and resulting geohazards // *Nat. Hazard*. 2011. № 56, P. 19–36.
- [9] Chigira M., Wu X., Inokuchi T., Wang G. Landslides induced by the 2008 Wenchuan earthquake, Sichuan, China // *Geomorphology*. 2010. № 118, P. 225–238.
- [10] Toyohiko M., Daisuke H., Hiroshi Ya. Reconnaissance report on landslide disasters in northeast Japan following the M 9 Tōhoku earthquake // *Landslides*. 2011. Vol. 8, № 3. P. 339–342.
- [11] Рябенко О.В., Соколов А.Н. Инструментальные записи землетрясений Алматинской области // *Ядерный потенциал Республики Казахстан: сборник докладов*. Астана, – 2014. – С. 10–16.
- [12] Нурмагамбетов А. Сейсмическая история Алматы. – Алматы: Наука, – 1999. – 160 с.
- [13] Михайлова Н.Н., Аристова И.Л., Мукамбаев А.С. Унифицированный каталог землетрясений территории Республики Казахстан и прилегающих регионов (с древнейших времен до 2009 г.) // *Вестник НЯЦ РК*. – 2015. – № 4. – С. 132–143.
- [14] Мировой центр данных по физике твердой земли. Каталог землетрясений в СССР. Электронный ресурс. <http://www.wdcb.ru/sep/seismology/search/search.ru.html>
- [15] Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция МОН РК. Электронный ресурс. <http://www.some.kz/>
- [16] IRIS Earthquake Browser. Электронный ресурс. <http://ds.iris.edu/ieb/index.html>
- [17] Горбунов А.П. О возрасте Большого Алматинского озера. // *Изв. АН КазССР. Серия геол.* – 1989. – № 4. – С. 78–80.
- [18] Медеу А.Р., Баймолдаев Т.А., Киренская Т.Л. Селевые явления Юго-Восточного Казахстана: Антология селевых явлений и их исследований. – Алматы, 2016. – 576 с.

REFERENCES

- [1] Golitsyn B. About earthquake of February 18, 1911. // *News of I.A.S.*, 1915, No. 11, pp. 991–998 (in Russ.).
- [2] Mushketov I.V. Verniy's earthquake of May 28 (June 9), 1887. // *Proceedings of the Geological Committee*, 1890, Vol. 10, No. 1, pp. 1–140 (in Russ.).
- [3] Bogdanovich K.I., Kark C.M., Korolkov B.Ya., and Mushketov D.I. Earthquake in the northern ranges of Tien-Shan of December 22, 1910 (January 4, 1911). // *Proceedings of the Geological Committee, New series*, 1914, Issue 89, pp. 1–203 (in Russ.).
- [4] Close, U., and E. McCormick. Where the Mountains Walked. // *National Geographic Magazine*, 1972, Vol. 41, No. 5, pp. 445–464.
- [5] Evans S.G., Roberts N.J., and Ischuck A. Landslides triggered by the 1949 Khat earthquake, Tajikistan, and associated loss of life. // *Engineering Geology*, 2009, No. 109 (3-4), pp. 195–212.
- [6] Cliff L.S. Peru Earthquake of May 31, 1970. // *Seismological Society of America Bulletin*, 1971, Vol. 61, No. 3, pp. 511–521.
- [7] Dunning S., Mitchell W., and Rosser N. The Hattian Bala rock avalanche and associated landslides triggered by the Kashmir Earthquake of 8 October 2005. // *Engineering Geology*, 2007, No. 93 (3-4), pp. 130–144.
- [8] Cui P., Chen X.Q., and Zhu Y.Y. The Wenchuan Earthquake (May 12, 2008), Sichuan Province, China, and resulting geohazards. // *Nat. Hazard*, 2011, No. 56, pp. 19–36.
- [9] Chigira M., Wu X., Inokuchi T., and Wang G. Landslides induced by the 2008 Wenchuan earthquake, Sichuan, China. // *Geomorphology*, 2010, No 118, pp. 225–238.
- [10] Toyohiko M., Daisuke H., and Hiroshi Ya. Reconnaissance report on landslide disasters in northeast Japan following the M 9 Tōhoku earthquake. // *Landslides*, 2011, Vol. 8, No. 3, pp. 339–342.
- [11] Ryabenko O.V., and Sokolov A.N. Instrumentation records of earthquakes of Almaty district, // *Nuclear potential of the Republic of Kazakhstan: collection of reports*. Astana, 2014, pp. 10–16 (in Russ.).
- [12] Nurmagambetov A. Seismic history of Almaty. Almaty: Nauka (Publ.), 1999, 160 p. (in Russ.).
- [13] Mikhaylova N.N., Aristova I.L., and Mukambaev A.S. The unified catalog of earthquakes in the territory of the Republic of Kazakhstan and adjacent regions (from ancient times to 2009). // *Newsletter of NNC of RK*, 2015, No. 4, pp. 132–143 (in Russ.).
- [14] World Center on Solid Earth Physics. Catalog of earthquakes of USSR. Electronic resource. <http://www.wdcb.ru/sep/seismology/search/search.ru.html>
- [15] Seismological experimental-methodical expedition of the MES RK. Electronic resource. <http://www.some.kz/>
- [16] IRIS Earthquake Browser. Electronic resource. <http://ds.iris.edu/ieb/index.html>
- [17] Gorbunov A.P. About age of the Bolshoe Almatinskoe Lake. // *News of AS KazSSR. Geol. Series*, 1989, No. 4, pp. 78–80 (in Russ.).
- [18] Medeu A.R., Baymoldaev T.A., and Kirenskaya T.L. Mudflows of South-Eastern Kazakhstan: Anthology of mudflows events and mudflow investigations. Almaty, 2016, 576 p. (in Russ.).

А. Р. Мелеу, В. П. Благовещенский, В. В. Жданов, С. У. Ранова

«География институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан

ОҢТҮСТІК ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАУЛЫ АУДАНДАРЫНДАҒЫ ІРІ СЕЙСМОГЕНДІ ОПЫРЫЛМАЛАР МЕН ЖЫЛЖЫМАЛАР

Аннотация. Оңтүстік шығыс Қазақстанның таулы аудандарында 64 ірі қазіргі және көне сейсмогендік жылжымалар мен опырылмалар анықталған. Жетісу Алатауы жотасында 27 гравитациялық сейсмодислокациялар бар, Іле Алатауында – 19, Күнгей Алатауында – 14 және Теріскей Алатауында – 4. Соның ішінде 26 опырылманың үйінділі көлдері бар. Жалпы барлық сейсмодислокацияның ішінде 4-нің көлемі 100 млн. м³ астам, 27 – 10-нан 100 дейін, 37 – 1-ден 10 млн. м³ ие. Ең ірі сейсмогендік опырылма Іле Алатауындағы Үлкен Алматы көлінің опырылмасы. Оның көлемі 380 млн. м³, жүру жолының ұзындығы – 5,5 км, құлау биіктігі – 1300 м. Үйінді қалыңдығы 200 м. Бұзылған жер көлемі – 3,8 км².

1887–2015 жж. аралығындағы М 5-тен жоғары күшті жер сілкіністер туралы мәліметтер бойынша, оңтүстік шығыс Қазақстан таулы аумағына MSK-64 шкаласы бойынша қуаты 8 балдан жоғары сейсмикалық сілкіністің қайталануы бойынша аудандастыру жасалды. Іле Алатауы мен Күнгей Алатауының орталық бөліктерінде осы кезең аралығында опырылмалар мен жылжымаларды қалыптастырған ірі сейсмикалық сілкіністер 3–4 рет қайталанған. Нақты осы аудандарда сейсмодислокациялардың аса тығыз және аса көп көлемі кездеседі.

Жетісу Алатауының орталық және батыс бөліктерінде соңғы 130 жылда күшті сейсмикалық сілкіністер байқалмады. Бірақ бұл аудандарда палеосейсмодислокациялардың жоғары тығыздығы анықталған, олардың ішінде 12-нің көлемі 10-нан 100 млн. м³ жетеді. Бұл мәліметтер осы аумақты күшті жер сілкінісінің жиі қайталану аумағына жатқызуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: жер сілкінісі, опырылмалар, жылжымалар, аудандастыру, сейсмодислокациялар.

Сведения об авторах:

Мелеу Ахметкал Рахметуллаевич – академик НАН РК, профессор, доктор географических наук, директор ТОО «Институт географии» МОН РК, Ingeo_2009@mail.ru.

Благовещенский Виктор Петрович – доктор географических наук, заведующий лабораторией природных опасностей ТОО «Институт географии» МОН РК, victor.blagov@mail.ru.

Жданов Виталий Владимирович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник ТОО «Институт географии» МОН РК, zhdanovvitaliy@yandex.kz.

Ранова Сандугаш Усеновна – кандидат географических наук, старший научный сотрудник ТОО «Институт географии» МОН РК, sandu2004@mail.ru.