

УДК 550.34:504.53.06

¹Берёзина А.В., ²Соколова И.Н.,
¹Першина Е.В., ¹Соколова Н.П.¹Институт сейсмологии НАН КР,
г. Бишкек, Кыргызстан²Институт геофизических исследований
Министерства энергетики, Республика Казахстан

РЕГИСТРАЦИЯ КРУПНОГО ОПОЛЗНЯ ВБЛИЗИ УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРА-КЕЧЕ СЕЙСМИЧЕСКИМИ СТАНЦИЯМИ КЫРГЫЗСТАНА

Аннотация. По записям сейсмических сетей Кыргызстана KNET и KRNET рассмотрены особенности волновой картины мощного оползня 14 сентября 2020 г. в районе угольного месторождения Кара-Кече в Нарынской области КР объёмом 800-900 тысяч кубометров. Изучены динамические и кинематические параметры записей необычного сейсмического события. Исследованы вероятные факторы, обусловившие сход оползня. Проведено сравнение с записями оползней в районе Заилийского Алатау, весной 2004 г., а также мощного оползня в районе месторождения Кумтор 1 декабря 2019 г.

Ключевые слова: сейсмическая сеть, волновая картина, оползень, запись.

КАРА-КЕЧЕ КӨМҮР КЕНИНЕ ЖАКЫН ЖЕРДЕ БОЛГОН КҮЧТҮҮ ЖЕР КӨҮЧКҮНҮ КЫРГЫЗСТАНДЫН СЕЙСМИКАЛЫК СТАНЦИЯЛАРЫНЫН КАТТООСУ

Кыскача мазмуну. Кыргызстандын KNET жана KRNET сейсмикалык түйүндөрүнүн каттоолору боюнча 2020-жылдын 14-сентябрындагы КРнын Нарын областынын Кара-Кече көмүр кен чыгуучу жайынын аймагында болгон 800-900 кубометр көлөмүндөгү күчтүү жер көчкүнүн толкун сүрөттөлүшүнүн өзгөчөлүктөрү каралган. Адаттан тышкары сейсмикалык окуяны каттоолордун динамикалык жана кинетикалык параметрлери изилденген. Жер көчкүнүн түшүүсүн шарттаган мүмкүн болгон факторлор изилденген. 2004-ж. жаз айларында болгон Заилий Алатаусунун аймагындагы жер көчкүлөрдү каттоолор, ошондой эле 2019-ж. 1-декабрындагы Кумтор жер кенинин аймагындагы күчтүү жер көчкүнү каттоолор менен салыштыруу жүргүзүлгөн.

Негизги создор: сейсмикалык түйүн, толкун сүрөттөлүшү, көчкү, каттоо.

REGISTRATION OF POWERFUL LANDSLIDE NEAR THE KARA-KECHE COAL DEPOSIT BY THE SEISMIC STATIONS OF KYRGYZSTAN

Abstract. The features of the waveforms of a powerful landslide on September 14, 2020 in the area of the Kara-Keche coal deposit in the Naryn region of the Kyrgyz Republic with a volume of 800-900 thousand cubic meters based on the records of the KNET (RS RAS) and KRNET (IS NAS KR) seismic networks were considered. The dynamic and kinematic parameters of records of an extraordinary seismic event were studied. The probable factors that caused the landslide descent were investigated. Comparison with records of landslides in the

Zailiyskiy Alatau area, in the spring of 2004, as well as a powerful landslide in the area of the Kumtor mine on December 1, 2019 was conducted.

Keywords: seismic network, waveform, landslide, record.

Введение

В настоящее время ИС НАН КР осуществляет непрерывный мониторинг сейсмических событий различной природы на территории Кыргызстана и прилегающих территорий, в основном тектонических землетрясений и карьерных взрывов [1, 2]. Иногда сеть мониторинга Кыргызстана регистрирует необычные явления, связанные с экзогенными геологическими процессами, например, оползнями, снежными лавинами и камнепадами. Оползни могут быть обусловлены как тектоническими процессами, так и геологическими, геоморфологическим и гидрогеологическими условиями, а также воздействием комплекса антропогенных факторов.

В Кыргызстане каждый год сходит большое количество оползней, большинство из них небольшого объёма, однако в последнее время участились случаи мощных, катастрофических оползней с объёмом более миллиона кубометров. Такие оползни приводят к разрушениям, человеческим жертвам, меняют рельеф территории. Например, сошедший 26 апреля 2004 года оползень объёмом до 3 млн. куб. метров на участке Кайнама Будалыкской сельской управы Алайского района Ошской области повлёк человеческие жертвы и разрушения, погибло 33 человека, разрушено 19 жилых домов. Оползень объёмом около 1 миллиона кубометров произошёл утром 29 апреля 2017 г. в селе Аю в Ошской области Кыргызской Республики. В результате оползня погибли не менее 24 человек, девять из них - дети, под земляной массой оказались не менее 6 одноэтажных жилых домов. Как сообщило МЧС КР, в Республике более 5 тысяч населённых пунктов, находящихся в зонах с реальной угрозой схода оползня или наводнения.

Совсем недавно, 14 сентября 2020 г. в районе угольного месторождения Кара-Кече в Нарынской области КР сошёл оползень объёмом 800-900 тысяч кубометров. К счастью, жертв не было, однако были повреждены линии электропередач, заблокирована дорога к месторождению и перекрыто русло реки Кара-Кече.

Несмотря на многочисленные разрушения, оползни, как правило, достаточно редко регистрируются на сейсмических записях. Любая сейсмограмма такого явления уникальна, а исследование сейсмического эффекта оползней представляет большой интерес.

Система наблюдения и использованные данные

Сейсмический мониторинг является одной из самых актуальных задач для Кыргызстана. Основу системы сейсмического мониторинга Республики составляют две современные сети сейсмических станций, KNET (ИС РАН) [1] и KRNET (ИС НАН КР) [2]. Сеть KNET расположена на севере Республики и приграничных районах Казахстана (рисунок 1), начала свою работу в 1991 году и в настоящее время состоит из 10 высокочувствительных широкополосных станций. Сеть KRNET (рисунок 1) начала свою работу в 2007 г., состоит из 18 цифровых широкополосных станций, расположенных по всей территории Кыргызстана. Для улучшения качества обработки сейсмических событий в ИС НАН КР привлекаются данные станций других сетей: Таджикистана, Казахстана и Китая.

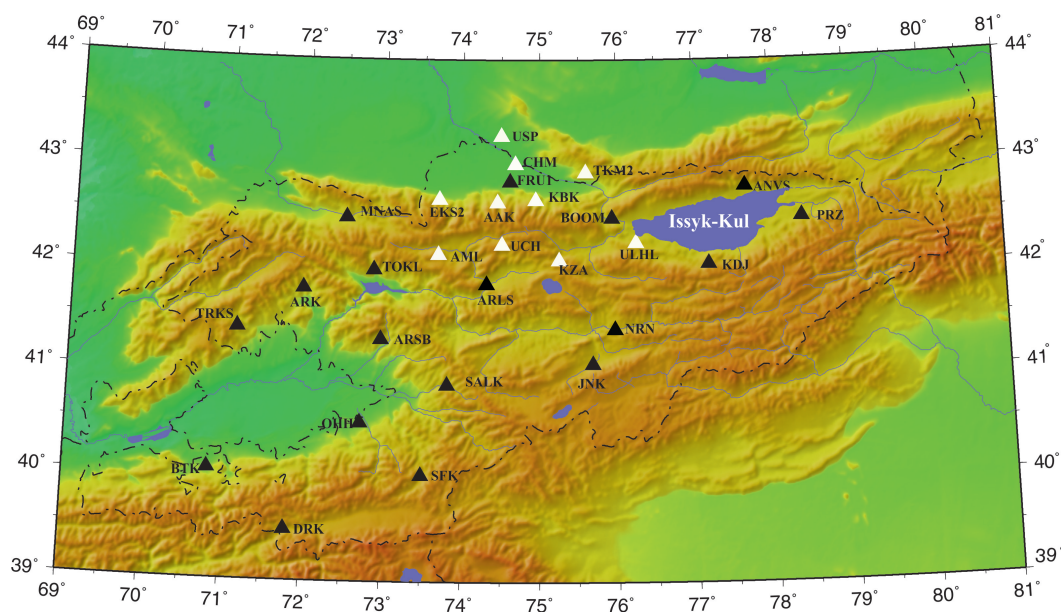


Рисунок 1. Карта-схема сети сейсмического мониторинга Кыргызстана. Белые треугольники - станции сети KNET (ИС РАН), чёрные - станции сети KRNET (ИС НАН КР).

Регистрация оползня Кара-Кече

Угольное месторождение Кара-Кече расположено в широтной межгорной впадине, ограниченной с севера и юга выходами палеозойских отложений, у рек Токсон-Теке и Кара-Кече на высоте свыше 2800 метров над уровнем моря. Административно площадь месторождения относится к Джумгалскому району Нарынской области. Месторождение было открыто в 1985 г. Добыча угля производится открытым способом. Координаты карьера: $\varphi=41.7237^\circ$ с.ш., $\lambda=74.7951^\circ$ в.д.

Геодинамические процессы в районе месторождения активизировались 16 августа 2020 г., на дорогу к угольному разрезу Кара-Кече сошёл камнепад объёмом 300 тысяч кубометров. Трасса оказалась полностью перекрыта, были сломаны опоры ЛЭП.

Примерно через месяц, 14 сентября 2020 г., на 37-м километре автодороги Дыйкан–Кара-Кече сошёл оползень (рисунок 2, 3). По оценке специалистов, объём оползня составил $800-990 \text{ м}^3$.

Несколько станций сети мониторинга зарегистрировали сход оползня, на рисунке 4 представлены сейсмограммы сейсмических станций SFK, NRN, SALK, BOOM. Несмотря на слабый сейсмический эффект, удалось определить динамические и кинематические параметры записей оползня. Обработка проведена по записям 8 станций на эпицентральных расстояниях от 58 до 226 км. Параметры сейсмического события следующие: 14.09.2020 г., $t_0=05-39-58.4$, $\varphi=41.7244^\circ$, $\lambda=74.6891^\circ$, $h=0$, $mpv=2.1$, $K=5.4$, $smajax=3.25$ км, $sminax=2.69$ (рисунок 5). Следует отметить, что площадь эллипса ошибок невелика, а расчётные координаты события – вблизи местоположения месторождения Кара-Кече. На сейсмограммах оползня – слабые времена вступления Р-волны, доминируют длительные поверхностные волны, что свидетельствует о протяжённости процесса во времени. Ни одно Международное сейсмологическое агентство не определило параметры события.

Ввиду того, что на территории месторождения Кара-Кече не проводится сейсмический мониторинг, очень сложно объективно указать причины схода оползня. Как правило, подобные явления вызваны либо сильным землетрясением, либо продолжительными осадками, либо техногенной деятельностью. Независимые эксперты полагают, что причиной случившегося являются действия предприятий, добывающих

уголь. Республиканский эксперт по вопросам энергетической отрасли КР Расул Мамбеталиев дал свою оценку возможной причины оползня: «... в конце 2019 года деятельность угледобывающих предприятий на месторождении Кара-Кече изучали как независимая, так и отраслевая комиссии. Были выявлены грубые нарушения в работе, например, не соблюдались разрешённые уклоны разработки угольного пласта, из-за чего в забоях скапливались дождевые и талые воды. Проведение интенсивных взрывных работ, несоблюдение правил промышленной безопасности и другие негативные факторы привели к тому, что в скалах Токсон-Теке появились трещины, вследствие чего произошло их разрушение и сход оползня».



Рисунок 2. Фото горы до и после оползня 14 сентября 2020 г. (АКИpress).



Рисунок 3. Схема расположения оползня и месторождения Кара-Кече (Кыргызстан) (АКИpress).

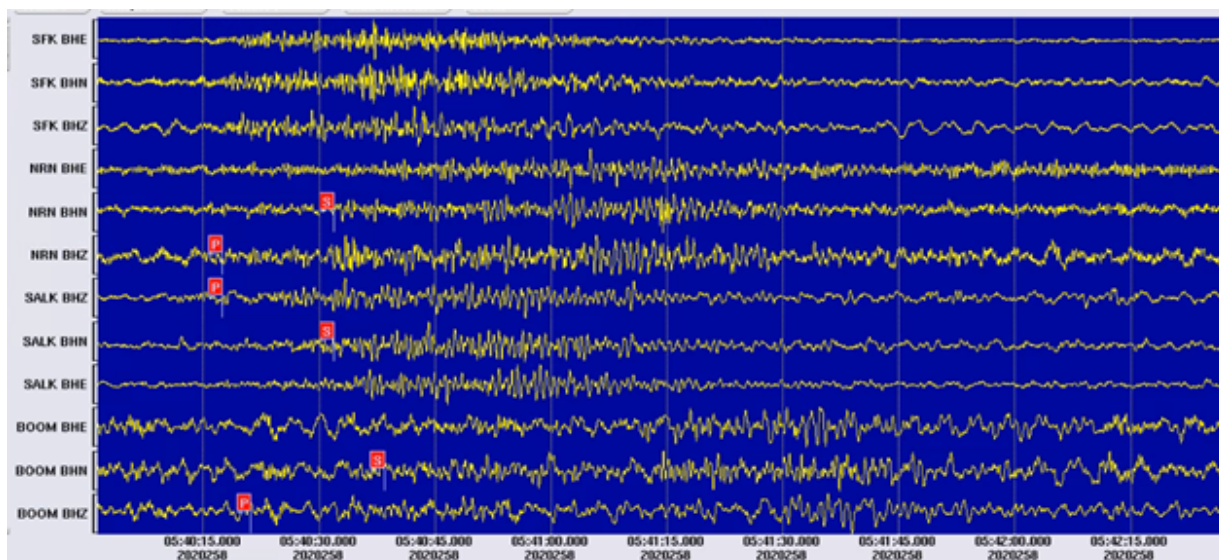


Рисунок 4. Сейсмические записи оползня Кара-Кече по станциям сети KRNET (ИС НАН КР). Фильтр СКМ.

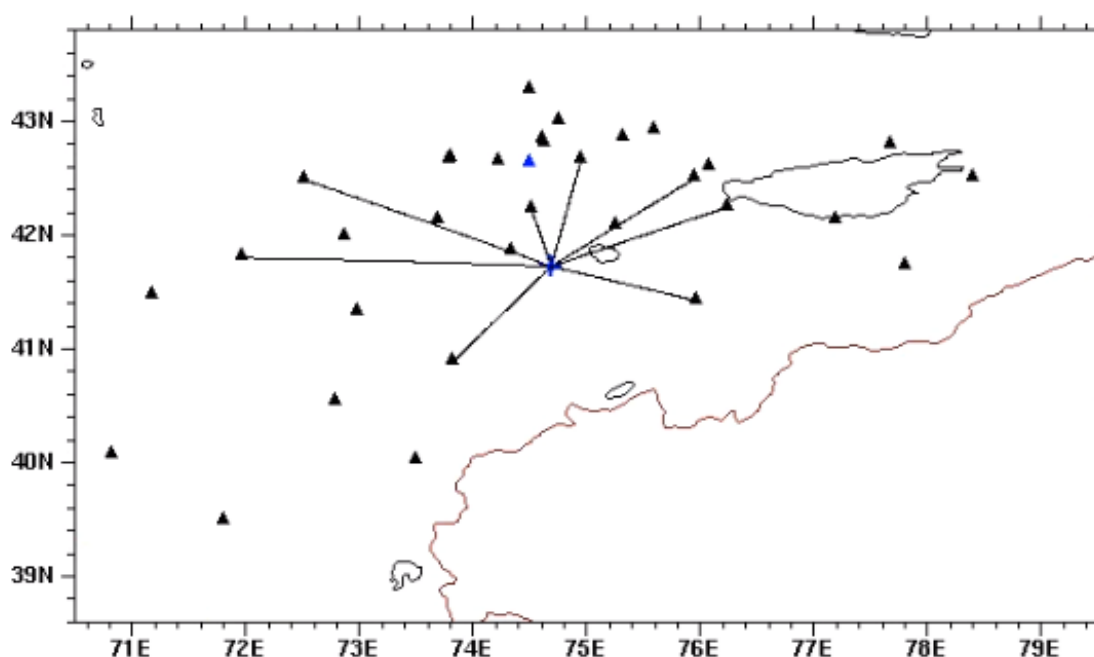


Рисунок 5. Карта расположения эпицентра сейсмического события 14.09.2020 г., $t_0=05-39-58.4$, $\varphi=41.7244^\circ$, $\lambda=74.6891^\circ$, $h=0$, $mpv=2.1$, $K=5.4$.

Сравнение записей оползня Кара-Кече с записями других оползней на территории Северного Тянь-Шаня.

1 декабря 2019 г. ~5:43 местного времени (30 ноября ~23:43 GMT) в районе месторождения Кумтор сошёл крупный оползень. Объём сошедшего оползня составил 12 млн 825 тыс. кубометров — 450 метров в длину, 570 метров в ширину и 50 метров в высоту.

Оползень зарегистрирован большим количеством сейсмических станций Кыргызстана на эпицентральных расстояниях от ~36 км (TARG), до ~530 км (ARK)

(рисунок 6). Обработка проведена по записям 8 станций. Параметры сейсмического события следующие: 30.11.2019 г., $t_0=23-42-39.5$, $\varphi=41.8320^\circ$, $\lambda=78.3003^\circ$, $h=0$, $mpv=3.1$, $K=9.5$, $sma_{\max}=15.03$ км, $smin_{\max}=4.3$ (рисунок 7). Площадь эллипса ошибок невелика, расчётные координаты события – недалеко от месторождения Кумтор. На сейсмограммах оползня – слабые времена вступления Р-волны, доминируют длительные поверхностные волны. Ближайшая сейсмическая станция к местоположению оползня – станция TARG (ЦАИИЗ) (рисунок 6а), интересно, что оползень состоял из нескольких разделённых по времени событий, разной энергии. Следует отметить, что сейсмический эффект оползня вблизи Кумтора – значительно выше, чем оползня Кара-Кече.

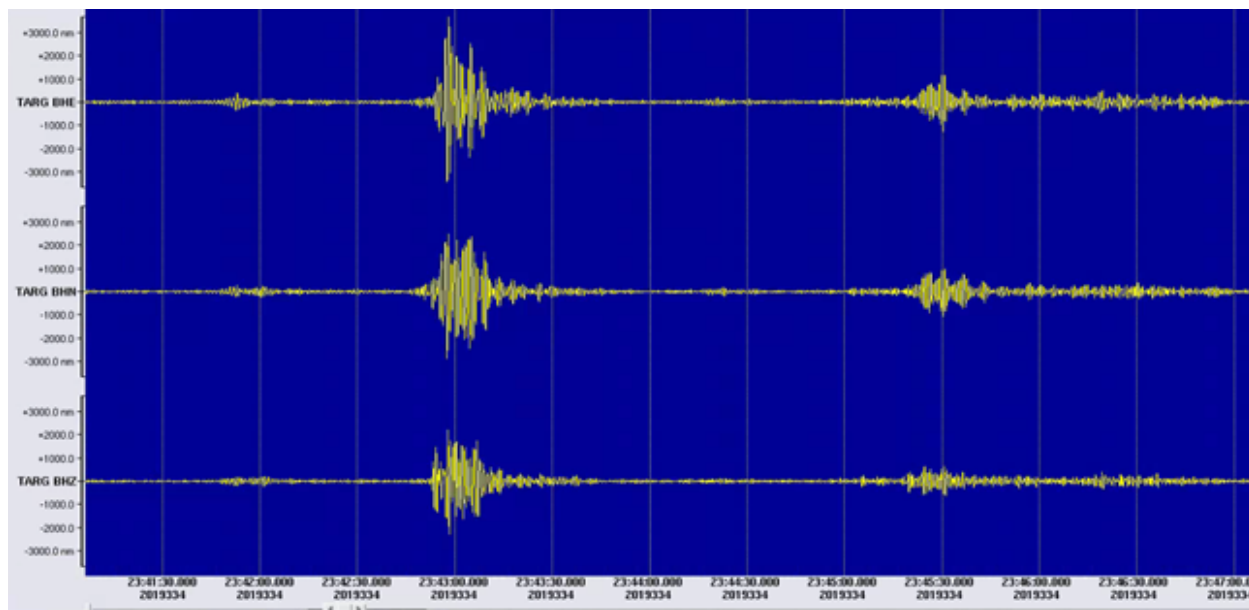


Рисунок 6а. Сейсмическая запись оползня 30 ноября 2019 г. ($t_0=23-42-39$) станции «Тарагай» (TARG, ЦАИИЗ). Фильтр 1.25 Гц.

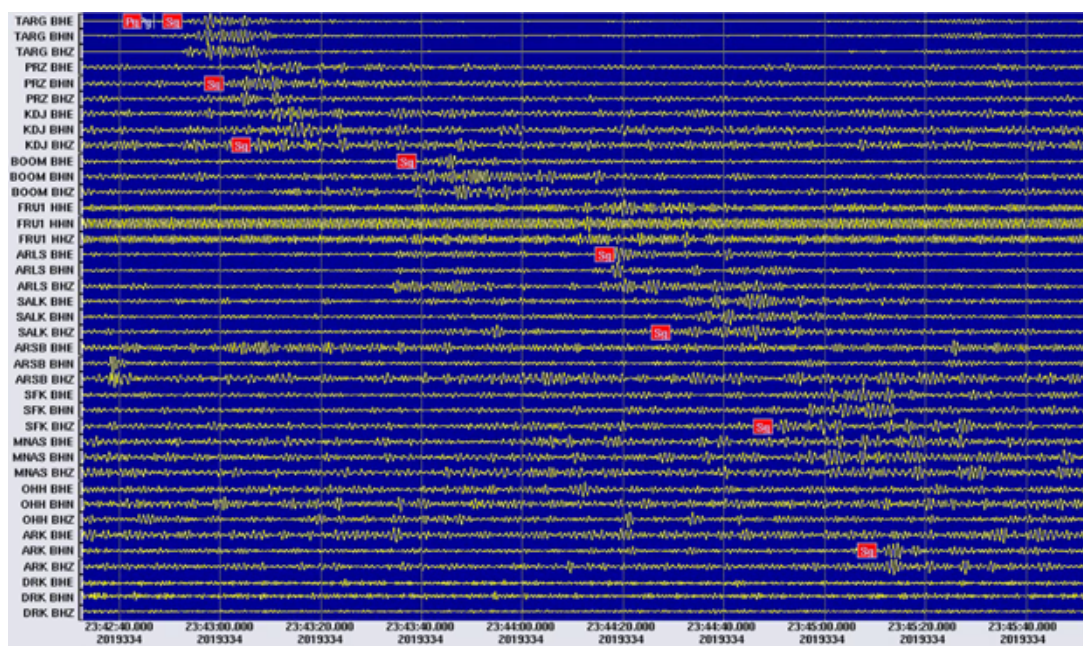


Рисунок 6б. Сейсмическая запись оползня 30 ноября 2019 г. ($t_0=23-42-39$) станций сети KRNET (ИС НАН КР). Фильтр 1.25 Гц.

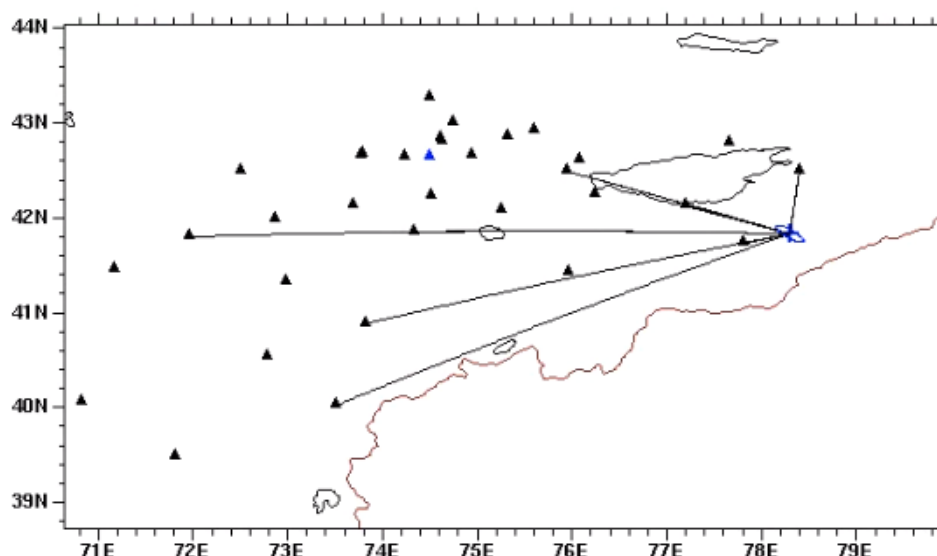


Рисунок 7. Карта расположения эпицентра сейсмического события 30.11.2019 г., $t_0=23-42-39.5$, $\varphi=41.8320^\circ$, $\lambda=78.3003^\circ$, $h=0$, $mpv=3.1$, $K=9.5$.

В предгорьях Заилийского Алатау оползневые явления регистрируются на большой территории, с различной периодичностью активизации, при этом самое большое количество оползней в периоды с 1997 г. до 2004 г. наблюдалось в бассейнах рек Малая Алматинка, Талгар, Каскелен и Иссык [3]. Максимальное количество оползней наблюдалось в мае 2004 года. На рисунке 8 приведена трёхкомпонентная сейсмическая запись оползня 25.05.2004 г. $t=3:35$, $\varphi=43.2633^\circ$, $\lambda=77.2033^\circ$, гора «Верблюд», полученная станцией «Талгар» на расстоянии 2.3 км. Запись оползня является низкочастотной, не имеет четкого первого вступления, с медленным нарастанием амплитуд в отличие от записей взрывов и землетрясений, где максимум амплитуд достигается на первых секундах [3]

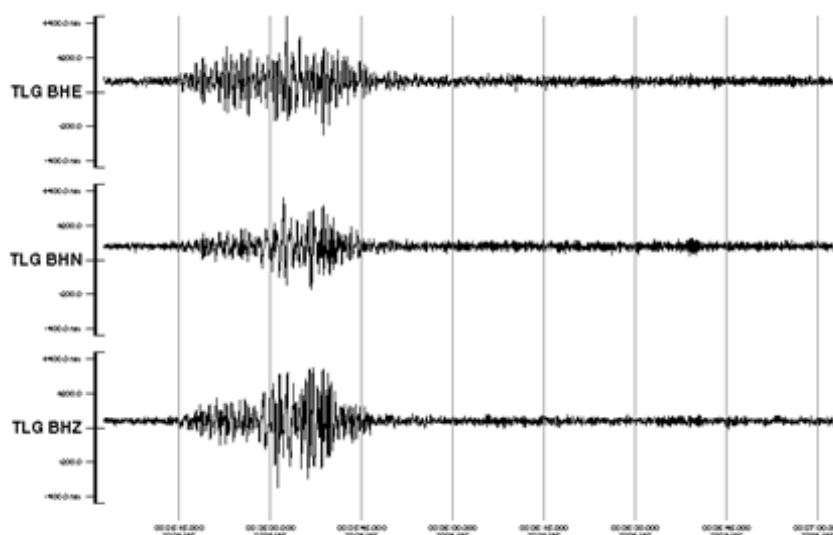


Рисунок 8. Сейсмическая запись оползня 25.05.2004 г., $t=3:35$, $\varphi=43.2633^\circ$, $\lambda=77.2033^\circ$, гора «Верблюд», полученные станцией TLG.

Заключение

По данным сейсмических станций Кыргызстана были изучены динамические параметры крупных оползней, произошедших на территории Северного Тянь-Шаня в 2019-2020 гг.

Волновая картина оползней имеет ряд схожих черт. Прослеживается зависимость магнитуды события от объёма сошедшей массы.

На территории месторождения Кара-Кече необходимо проводить непрерывный сейсмический мониторинг локальной сетью станций.

Литература

1. Vernon F. Kyrghizstan seismic telemetry network. IRIS Newslett. 1992, Vol. 11, № 1, p. 7-9.
2. Берёзина А.В., Соколова И.Н., Мозолева Е.Л., Никитенко Т.В., Рагульская А.К. Изучение динамических характеристик сейсмического шума по данным сети KRNET. // Вестник НЯЦ РК. - 2012. - Вып. 1. С. 16-27.
3. Соколова И.Н., Шепелев О.М. Идентификация оползней на сейсмограммах// Вестник НЯЦ РК. 2005. Вып.2 (22). С. 165-168.

Рецензент: д. г-м. н., проф. К.Е. Абдрахматов