

УДК 550:34

Абдрахматов К.Е

*Институт сейсмологии НАН КР,
г. Бишкек, Кыргызстан*

СЕДИМЕНТОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ОЗЕРЕ ИССЫК-КУЛЬ КАК ОСНОВА ДЛЯ ОЦЕНКИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ

Аннотация. Сейсмическое зондирование методом отражённых волн, проведённое на озере Иссык-Куль, показало, что длительность периодов повышенной турбидитовой активности составляла около 50 тыс. лет, а частота повторения таких периодов - около 117-150 тыс. лет. В течение последних 670 тыс. лет в акватории озера, произошло 5 крупномасштабных нарушений склона.

Ключевые слова: Иссык-Куль, рельеф дна, зондирование, активная тектоника.

ЫСЫК-КӨЛ КӨЛҮНДӨГҮ СЕДИМЕНТОЛОГИЯЛЫК ПРОЦЕССТЕР СЕЙСМИКАЛЫК КОРКУНУЧКА БАА БЕРҮҮ НЕГИЗИ КАТАРЫ

Кыскача мазмуну. Ысык-Көл көлүндө өткөрүлгөн чагылдырылган толкундар методу менен сейсмикалык зонддоштуруу, жогорку турбидиттик активдүүлүк мезгилинин узундугу 50 миң жылга жакынды түзө тургандыгын, ал эми мындай мезгилдердин кайталануу жыштыгы – болжол менен 117-150 миң жылды түзөөрүн көрсөткөн. Акыркы 670 миң жыл ичинде көлдүн акваториясында 5 ири тоо этегинин кулоолору жүргөн.

Негизги сөздөр: Ысык-Көл, көл түбүнүн рельефи, активдүү тектоника.

SEDIMENTOLOGICAL PROCESSES IN THE ISSYK-KUL LAKE AS A BASIS FOR SEISMIC HAZARD ASSESSMENT

Abstract. Reflection seismic survey that was carried out in the Issyk-Kul lake showed that the periods of enhanced turbiditic activity had a duration of about 50 kyr and a recurrence rate of about 117-150 kyr. Assuming an average sedimentation rate of 0.3 mm/yr, as deduced from sediment cores from the basin floor, this means occurrence of five large-scale slope failures in about 670 kyr.

Keywords: Issyk-kul, relief of floor, sounding, active tectonics.

В 1982 году первое сейсмическое зондирование методом отражённых волн было проведено на озере Иссык-Куль специалистами из Московского Университета. В общей сложности через акваторию озера был проведён 31 сейсмический профиль, пройденные с использованием одного спаркер-источника и одноканального приёмника. Только несколько проинтерпретированных рисунков этих профилей были опубликованы (Ставинский и др., 1984).

Детальные исследования - сейсморазведка методом отражённых волн - были проведены в 1997 году Центром Морской геологии имени Ренарда в сотрудничестве с Королевским музеем Центральной Африки (Бельгия) и Института сейсмологии НАН КР. Около 990 км (62 профилей) сейсмических профилей были получены с использованием 500 J многоэлектродного спаркера, одноканального стримера, GPS и цифровых записей на системе Delph2. Полученные данные имели вертикальное

разрешение < 1 м; проникновение сильно варьировало, но местами превышало 350 м/с TWT.

В 1998 году Королевским музеем Центральной Африки, Институтом геологии Сибирского отделения Российской Академии наук и Университетом де Савойя было отобрано 28 коротких колонок (до 1.76 м толщиной) грунтов из различных частей дна озера вдоль продольных и поперечных профилей (рис. 1, 2). Расположение мест отбора колонок было скорректировано с учётом результатов проведённой в 1997 году сейсморазведки. Эти колонки были собраны и проанализированы с использованием измерений магнитной чувствительности, гранулометрического анализа, измерений рентгеновской дифракции, изучением тонких прослоев и анализом пыльцы. Результаты работ 1997-1998 гг. были опубликованы в 2001 году (Batist et.al., 2002).

Автор настоящей статьи участвовал в проведении исследований и являлся соавтором опубликованной в 2002 году статьи. Несмотря на большое количество времени, прошедшего со дня опубликований статьи, она почти неизвестна исследователям истории озера Иссык-Куль. Это связано, вероятно, с тем, что статья написана английском языке и опубликована в малоизвестном сборнике. Поэтому я счёл нужным повторить наиболее интересные выводы и результаты прошлых исследований с надеждой, что это послужит дополнительным материалом для будущих исследователей.

Известно, что рыхлые осадки шельфов и подводных склонов морей и озёр весьма чувствительны к небольшим сотрясениям. Это даёт возможность использовать результаты изучения таких осадков для оценки сейсмической опасности территорий (Абдрахматов, 2017). С этих позиций для нас в первую очередь важны отложения подводных оползней и осовов, а также турбидиты и семипелагиты дна озера и отложения склонов.

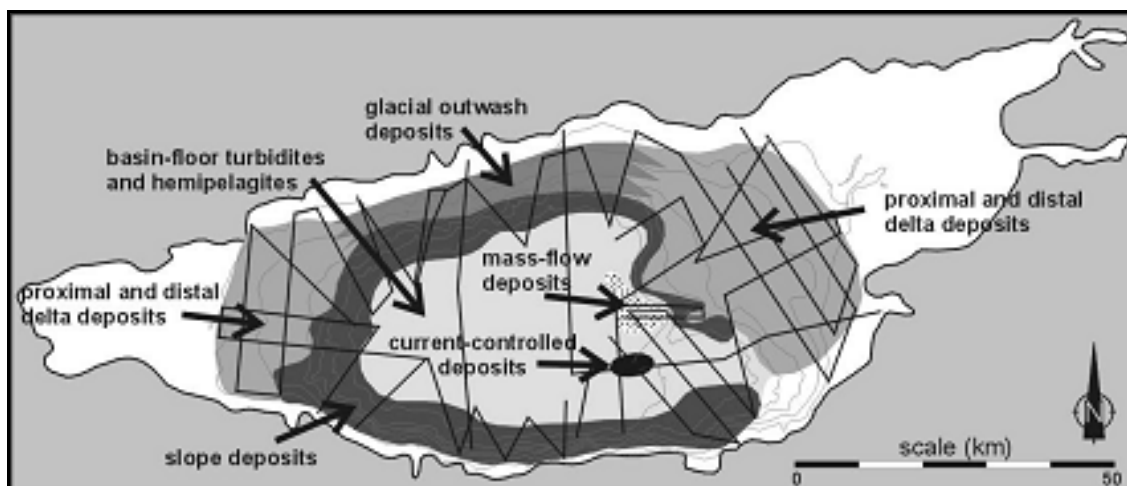


Рис.1. Основные области седиментации в пределах впадины, проинтерпретированные на основе сейсмических профилей, батиметрических данных и данных колонок (Batist et.al.2002). Proximal and distal delta deposits – отложения дельт рек, впадающих в озеро восточной и западной части; glacial outwash deposits – флювиогляциальные отложения; basin-floor turbidites and hemipelagites – турбидиты и семипелагиты дна озера; slope deposits – отложения склонов; mass-flow deposits – отложения подводных оползней и осовов; current-controlled deposits – отложения, контролируемые течениями. Линиями показано расположение сейсморазведочных профилей.

Крутые, контролируемые разломами стены глубокого бассейна, очевидно, склонны к обрушению откосов. Это особенно верно для склонов, которые получают большие количества осадков, например, из западных и особенно восточных террасовых комплексов. Контролируемые разломами склоны северной и южной окраины очень крутые и не могут накапливать большие количества осадков, но и здесь имеются возможности для обрушения откосов. Отложения склонов или оползней определяются из сейсмически хаотических пакетов типа «насыпей» у подножья северных и южных склонов и по «сейсмической прозрачности» селевых отложений вдоль края дельт восточной окраины. Селевые отложения, по-видимому, не распространялись на длинные расстояния, так как они расположены рядом с подножиями склонов. Тем не менее, не исключено, что они могут частично превращаться в турбидиты, которые, возможно, продолжались далеко во впадину. Осадки в осадочных ядрах, отобранных в верхней части дельты и её подножия, содержат обратно-сортированных отложений гравия и песков вместе с деформированными отложениями, перекрывающих эрозионное основание. Они подтверждают, что эти потоки, лежащие у подножия склона, могут содержать довольно грубые отложения, которые, скорее всего, являются продуктами разрушения проксимальных частей, продвигающихся к центру дна озера осадков дельт или направленные к впадине русловых отложений.

Обрушение склона, может происходить просто вследствие быстрого осаднения на склонах в связи с накоплением продвигающейся к центру дельты, или это может быть вызвано внешними факторами. Сильные землетрясения являются наиболее вероятной причиной для создания неустойчивости склона в регионе активного горообразования. Сейсмические записи указывают на наличие 5 основных грубообломочных потоков, входящих в состав верхних 200 м слоев, слагающих дно озера вдоль восточного края.

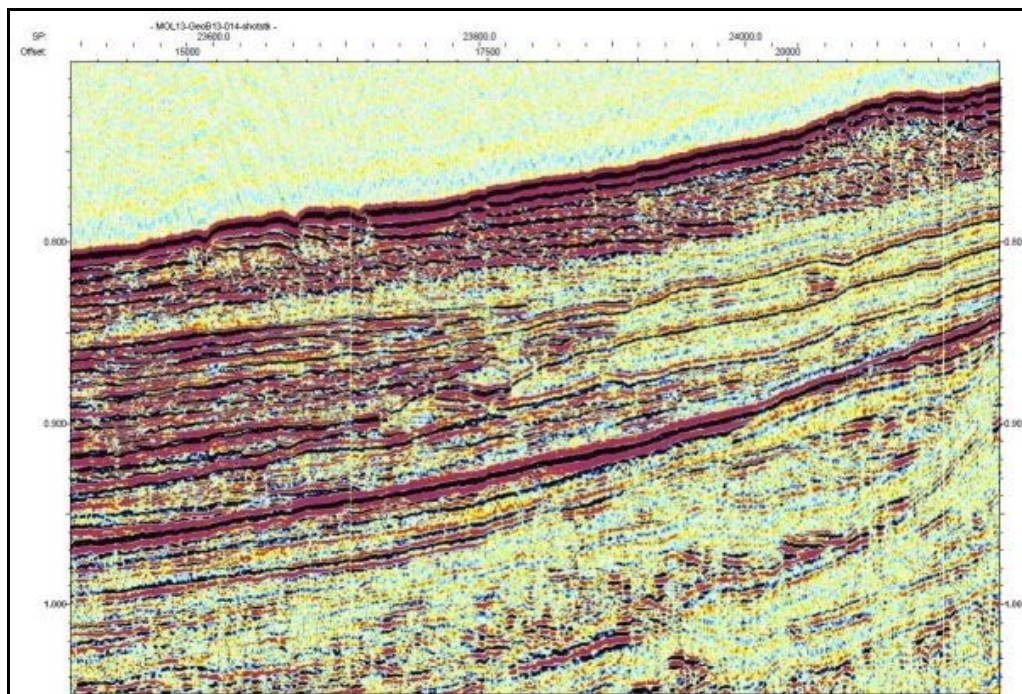


Рис. 2. Данные сейсморазведки, показывающие многочисленные слои, деформированные в результате сильных землетрясений.

Характер отложений, зафиксированный в сейсмическом сигнале (сейсмофации) в отложениях дна озера, с ясным чередованием различных интервалов с высшими и

низшими амплитудами отражения, является типичным для сред глубоководных отложений, например, смеси биогенных или тонко терригенных хемипелагических отложений и терригенных осадков, транспортируемых на дно бассейна мутьевыми потоками. Это подтверждается осадочными кернами, поднятыми со дна, которые состоят из гравия и песков гранулометрически утоняющихся вверх (рядом с крутыми склонами), представляющими собой проксимальные турбидитовые фации. Имеются также однородные тёмные илистые отложения с субмиллиметрового масштаба песчаными линзами (в центре озера), представляющие собой дистальные замусоренные турбидитовые или гомогенитовые фации (Giralt S., et. al., 2000). Эти отложения дна озера, таким образом, могут представлять собой турбидиты, образованные в результате гравитационного разрушения крутых склонов (сейсмически обусловленного?), или же они могут представлять осадки, выпавшие из вторжения обильных талых вод, переполненных взвесями (в основном из северной окраины), которые термически не расслаиваются на дне озера в течение весны. В любом случае, колонки показывают, что все эти отложения в значительной степени переработаны.

Данные сейсморазведки, таким образом, показывают существование чередования периодов с повышенным турбидитовым привнесом и периодов с преимущественно хемипелагическим осаждением. Это чередование может отражать климатически обусловленные изменения интенсивности осадконакопления (осадки спокойных периодов и периодов повышенного таяния ледников) и/или тектонически обусловленные импульсы увеличения скорости разрушения склонов (более высокая сейсмичность?). При средней скорости осаждения 0.3 мм/год для отложений дна бассейнов (Giralt S., et.al., 2000) и для простоты учёта очевидных различий в скорости седиментации между турбидитами и хемипелагитами, наблюдаемое чередование фаций позволяет предположить, что периоды повышенной турбидитовой активности были длительностью около 50 тыс. лет и частота повторения таких периодов составляет около 117-150 тыс. лет. Это означает также, что примерно в течение последних 670 тыс. лет произошло 5 крупномасштабных нарушений склона.

Литература

1. Ставинский С. А., Романовский В., Тарасов С., Иманкулов Б., Зекпер И., Месхетели А., Кузнецов Д. 1984. Результаты сейсмического профилирования дна озера Иссык-Куль. Отчёт. Фонды Управления Геологии Кирг. ССР, Фрунзе, 130 с.
2. De Batist M., Imbo Y., Vermeesch P. M., Klerkx J., Giralt S., Delvaux D., Lignier V., Beck C., Kalugin I., Abdrakhmatov K.Y., 2002. Bathymetry and sedimentary environments of Lake Issyk-Kul, Kyrgyz Republic (Central Asia): a large, high-altitude, tectonic lake, in: Klerkx J., Imanackunov B. (Eds.), Lake Issyk-Kul: Its Natural Environment. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 101-123.
3. Абдрахматов К.Е. Активные деформации дна озера Иссык-Куль. Вестник Института сейсмологии НАН КР, № 2 (10), 2017.
4. Giralt S., Lignier V., Klerkx J., Julià R., De Batist M., Beck C. & Kalugin, I. 2000. Sedimentological processes in Lake Issyk-Kul (Republic of Kyrgyzstan, Central Asia): the importance of tectonically influenced sedimentation. Abstract at the 8-th International Symposium on Paleolimnology, 19-24 August 2000, Kingston, Canada.

Рецензент: канд. г.-мин. наук Омуралиев М.О.