

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ОПОЛЗНЯ ТУЮК-СУУ

Торгоев И.А., Алёшин Ю.Г., Айдаралиев Б.

Институт геомеханики и освоения недр НАН КР

В весенний период 2004 г. на участке правобережного древнеоползневого склона долины р. Туюк-Суу (пос. Мин-Куш), в 200 м ниже одноименного хвостохранилища, возникли трещины закола и начал формироваться оползень второго порядка объемом свыше 0,5 млн. м³ (рис. 1).

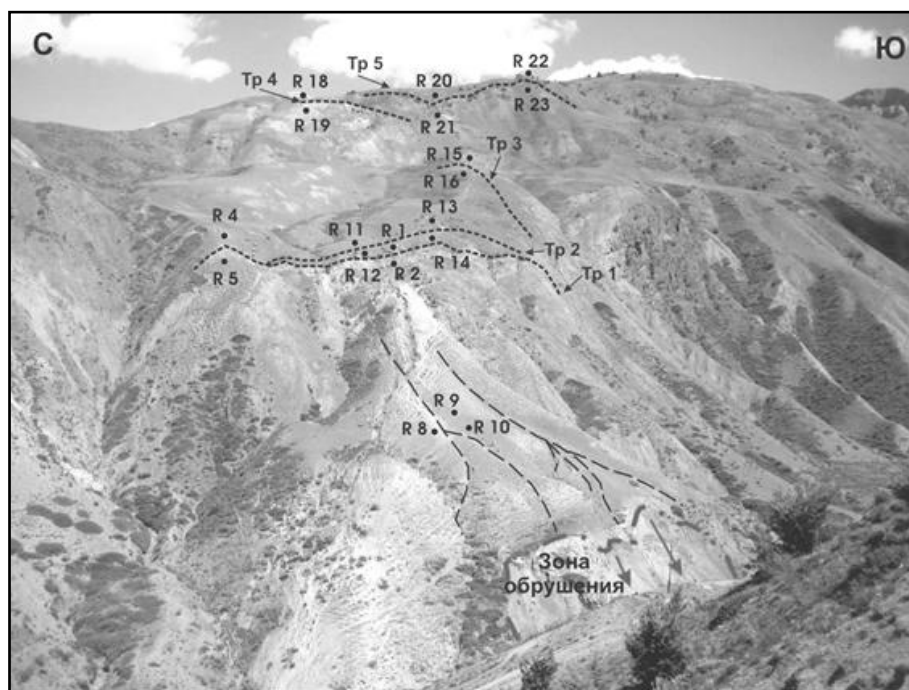


Рис. 1. Общий вид оползнеопасного склона с трещинами и реперами сети геомониторинга оползневых смещений

Основными техногенными причинами реактивизации древнего оползня стали подрезка основания склона при прокладке технологической автомобильной дороги и трубопроводов к хвостохранилищу «Туюк-Суу». Природными причинами снижения устойчивости древнеоползневого склона стали интенсивная донная и береговая эрозия подошвы склона за счёт реки Туюк-Суу, а также подток подземных вод из зоны тектонического нарушения, вызванный аномально большим количеством атмосферных осадков весны 2004 г.

В 2004 г., НИЦ «ГЕОПРИБОР» выполнил комплекс геофизических и геотехнических исследований на рассматриваемом склоне и заложил сеть геодезического мониторинга оползневых смещений. В результате выполнения этих работ были изучены геологическое строение, инженерно-геологические и гидрогеологические условия оползнеопасного участка, выполнена оценка состояния оползневого склона на момент проведения исследований, включая расчеты, устойчивости и поражающих факторов /1/.

За период после 2004 г. процесс оползания на рассматриваемом склоне распространился вверх, вплоть до водораздельной части склона. Это предопределило необходимость уточнения общего объёма оползня, от которого зависят поражающие эффекты оползания, в том числе последствия воздействия полной или частичной разгрузки оползня в узкой долине на расположенное рядом уязвимое урановое хвостохранилище «Туюк-Суу» /2/.

Для уточнения объёма оползня и оценки состояния оползнеопасного склона в июле-августе 2012 г. были проведены дополнительные детальные исследования. В частности, были выполнены топогеодезическая съёмка новых трещин и оползневых блоков, геофизические (электро- и сейсморазведочные) исследования для оценки объёма и мощности оползневого массива, уточнения его

структуры, а также расширение сети реперов геомониторинга оползневых смещений и деформаций.

В результате проведения этих исследований были получены новые морфометрические данные о строении оползающего массива горных пород, в частности его мощности на различных участках, ширины и углах наклона наиболее вероятной плоскости скольжения (рис.2).

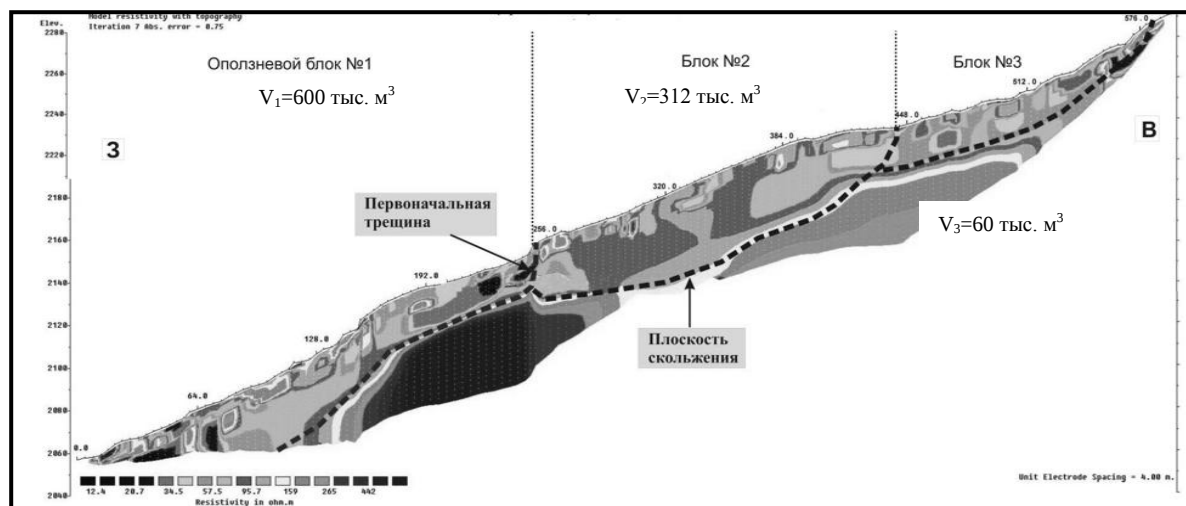


Рис.2. Геоэлектрический разрез по оси оползневого склона

Полученные данные, во-первых, позволили уточнить данные об объемах оползающей массы, как в разных ярусах оползня (рис.2), так и полный объем оползня, который в настоящее время достигает почти - 1,0 млн. м³.

Во-вторых, с помощью аппаратуры DGPS была выполнена съёмка сети всех оползневых трещин на склоне, которые представляет собой следующие кластеры (рис.1):

- первоначальная трещина (Тр.1), возникшая весной 2004 г., и в настоящее время, представляющая уступ высотой более 3 м. Для мониторинга смещений по этой трещине (уступу) установлены реперы R4-R5, R11-R12 (рис.1);

- вторичная трещина (Тр. 2), которая сформировалась параллельно к Тр.1, также представляющая уступ высотой до 0.5 м. Смещения по этой трещине контролируются с помощью реперов R13-R14;

- система вторичных трещин (Тр. 4-5 на рис.1), возникших в 2006 г. в верхней приводораздельной части склона. Причем вновь появившиеся протяженные трещины, параллельные к Тр.1, были приурочены к бровке срыва древнего оползня, т.е. пространственно совпадали с линией отрыва древнего оползня от коренного массива. Мониторинг смещений по этим трещинам ведётся по реперам R18-R19 (Тр.4), R20-R21 (Тр.5) и R22-R23 (рис.1);

- вторичные трещины (Тр.3 на рис.2), возникшие в 2007 г. чуть выше Тр.1. Мониторинг по этой трещине ведётся по реперам R15-R16 (рис.1);

- система в основном продольных трещин в нижней, сильно разрыхленной части склона, на которых установлены реперы системы геомониторинга R8-R10 (рис.1).

На рис. 3-5 приведены результаты мониторинга смещений на перечисленных выше оползневых трещинах за 2004-2013 гг., во взаимосвязи с землетрясениями, зафиксированными в радиусе 100 км от пос. Мин-Куш.

Общая величина смещения нижней части оползня на основной трещине №1 за указанный период составила в средней её части на реперах R1-R2 - 296 см (≈ 3 м). В 2013 г. максимальное смещение на трещине №1 было зафиксировано на реперах R11-R12, которое составило 35 см (рис.3). Средняя скорость смещения в 2013 г. на этих реперах составила 0.95 мм/сут, что в два раза меньше, чем отмечалось в 2012 г. Общая величина смещения на северо-восточном фланге трещины №1, по реперам R4-R5 за 2004-2013 гг. составила 210 см, в том числе за 2013 г. она составила 20 см. На рис. 3 видно, что характер изменения величины смещения на этих реперах практически идентичен, причём скачкообразные возрастания величины (скорости) смещения

вызваны сильными землетрясениями. В 2013 г. скачкообразные подвижки практически на всех реперах системы геомониторинга были зафиксированы 30 мая 2013 г., что связано с землетрясением ($M=2,3$), произошедшими в этот день в ближней зоне от Мин-Куша.

Как и в прошлые годы, значительные смещения фиксировались в нижнем ярусе оползня. Так, на реперах R8–R10 (рис.4) общая величина смещения за январь-ноябрь 2013 г. составила 44 см, на реперах R8-R9 – 39 см. Судя по графикам (рис. 4) явной связи смещения нижней сильно раздробленной части оползня с землетрясениями не наблюдается.

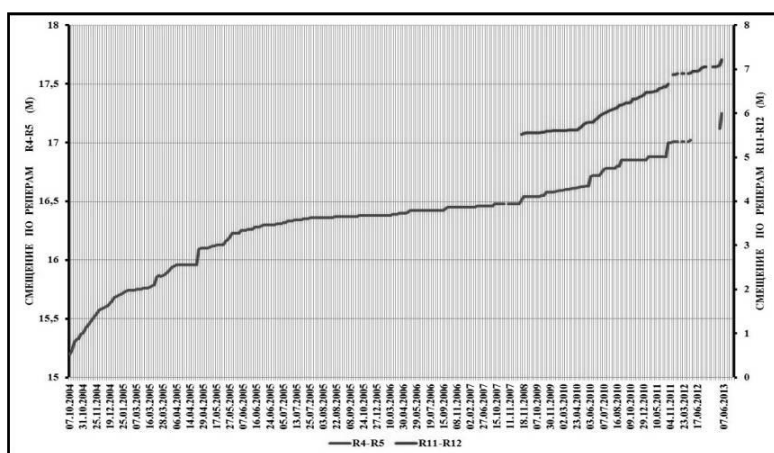


Рис. 3. Результаты мониторинга смещений на Тр. №1, по реперам R4-R5 за период 2004-2013 гг. и реперам R11-R12 за 2008-2013 гг.: положение реперов на оползне показано на рис.1.

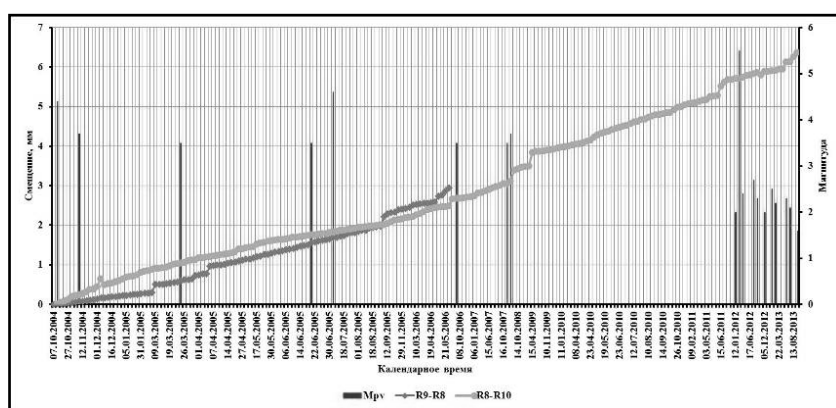


Рис. 4. Результаты мониторинга оползневых смещений в нижнем ярусе оползня, по реперам R8 – R10 и R8-R9 за период 2004-2013 гг. в корреляции с землетрясениями в ближней зоне

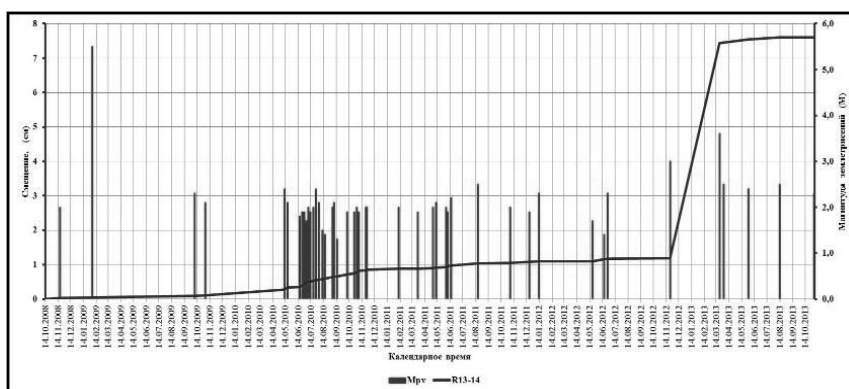


Рис.5. Результаты мониторинга оползневых смещений в среднем ярусе оползня, по реперам R13 – R14 за период 2008-2013 гг. в корреляции с землетрясениями в ближней зоне

В среднем ярусе оползня за 11 месяцев 2013 г. были зафиксированы смещения на трещине №2, на реперах R13-R14 (рис.5), которые составили -18 см, на трещине №3 на реперах R15-R16 -21см. Вектор смещения среднего оползневого блока имеет преимущественно северо-западное направление, то есть в сторону посёлка Мин-Куш.

В целом графики кумулятивного смещения нижнего оползневого яруса (створы R8 – R10, R8-R9) и смещений на основных трещинах №1 (R4-R5, R11-R12) и №2 (R13-R14) за весь период геомониторинга с 2004 по 2013 гг. напоминают классические кривые ползучести, на которых можно выделить все характерные стадии, включая стадию установившейся ползучести и стадию прогрессирующей ползучести (створы R8 – R10, R8-R9), которая должна завершиться обрушением склона, т.е. разгрузкой оползня Туюк-Суу. При детальном рассмотрении графиков смещения видно, что на общем ходе кривых в течение длительного времени имеются интервалы времени, на которых имело место краткосрочное, скорее всего, сезонное (весной) увеличение скорости, в том числе скачкообразного характера (рис.3-5) после сильных и ощутимых землетрясений.

По результатам геофизических исследований и мониторинга оползня за 2004-2013 гг. можно сделать следующие выводы:

1. Оползень Туюк-Суу в настоящее время представляет собой трехъярусный оползневой массив с весьма сложной из-за наличия тектонического разлома и подземного упора формой оползневого ложа, особенно в нижнем ярусе склона.

2. В нижнем ярусе оползневого склона, в котором до недавнего времени развивались сжимающие напряжения, отмечается переползание дробленных масс древнего оползня через подземный уступ более твердых коренных пород с постепенным повышением скорости смещения лежащих ниже подземного уступа оползающих масс. Есть все основания предполагать, что в настоящее время отмечается гравитационный крип этого уступа, переходящий из стадии вторичной ползучести в стадию прогрессирующей ползучести, который должен завершиться обрушением нижней части склона.

3. В связи с тем, что при переползании оползневых масс через подземный уступ (упор) произошли скачкообразные подвижки оползневых масс нижнего яруса, оползневой процесс стал распространяться вверх по склону, по мере того, как оползающие нижележащие массы лишали опоры вышележащие массы среднего и верхнего ярусов.

4. В результате распространения оползания вверх по склону, образовались трещины растяжения в среднем (Тр. № 3) и верхнем (Тр. №№ 4,5) ярусах склона. Это привело к нарастанию общего объема оползающих к настоящему моменту масс за счет вовлечения в смещение оползневых масс среднего яруса до 1 млн. м³.

5. Вектор смещения оползневых грунтов нижнего яруса, которые первыми будут разгружаться в долину р. Туюк-Суу, в силу строения ложа оползня направлен в юг-юго-западном направлении, т.е. в сторону хвостохранилища "Туюк-Суу".

6. Вектор смещения оползневых грунтов среднего яруса направлен с востока на запад, однако из-за наличия чуть ниже оползневой ступени (Тр.№1) подземного упора, будет отмечаться их дробление и изменение вектора смещения на юг-юго-западное направление.

7. Процесс оползания на склоне будет происходить скорее всего поэтапно: вначале возможен сход в долину р. Туюк-Суу оползневых масс нижнего яруса объемом до 600 тыс. м³, затем, по истечении некоторого времени, вслед за разгрузкой нижнего яруса произойдет обрушение пород среднего яруса объемом 300 тыс. м³.

8. Из-за особенностей сложного горного рельефа района при неизбежной разгрузке оползня в узкую долину речки Туюк-Суу возможно формирование многоступенчатой (каскадной) катастрофы, которая в конечном итоге может повлечь за собой разрушение хвостохранилища с выносом радиоактивных «хвостов» в р. Минкуш, а затем в р. Кёкёмерен, р. Нарын и далее в Токтогульское водохранилище /1,2/.

9. По этой причине хвостохранилище «Туюк-Суу» отнесено экспертами Кыргызстана и МАГАТЭ к объектам с высоким уровнем риска и, поэтому в качестве кардинальной меры предотвращения опасных экологических последствий его оползневого и/или селевого разрушения предлагается перенести его на безопасный участок хвостохранилищ «Как» и «Дальнее» /3/.

ЛИТЕРАТУРА

1. Торгоев И.А., Алёшин Ю.Г., Абиров К., Аширов Г.Э. Минимизация экологического риска на урановом хвостохранилище «Туюк-Суу» // Проблемы снижения природных опасностей и рисков / Материалы Международной научно-практической конференции «ГЕОРИСК-2009», Т.2. – Москва: РУДН, 2009. –с. 251-256.

2. Торгоев И.А., Алешин Ю.Г., Аширов Г.Э., Коваленко Д.Н. Оползневая опасность территории Кыргызстана и возможные экологические последствия оползневых катастроф. // Геодинамика и геоэкология высокогорных регионов в XXI веке. Вып.2. Бишкек. 2007. с. 83-96
3. Torgoev I.A., Aleshin Y.G., Ashirov G.E. Environmental Effects of Possible Landslide Catastrophes in The Areas of Radioactive Waste Warehousing in Kyrgyzstan (Central Asia). // Proceedings of The First World Landslide Forum 18-21 November 2008. United Nations University, Tokyo, Japan.-pp 599-602