

УДК 552.21: 504.5.06
AGRIS U40

https://doi.org/10.33619/2414-2948/92/14

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПОЛЗНЕВОГО ПРОЦЕССА
НА ТЕРРИТОРИИ ЖАЛПАК-ТАШ (УЧАСТОК КЫЗЫЛ-КУНГОЙ)
ДЛЯ АНАЛИЗА СРЕДСТВАМИ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ**

©**Адиева Г. М.**, ORCID: 0000-0002-3722-4564, SPIN-код: 5030-9170, Ошский технологический университет им. акад. М.М. Адышева, г. Ош, Кыргызстан, gulzinaadieva@gmail.com

©**Сатыбаев А. Д.**, д-р физ.-мат. наук, ORCID: 0000-0001-9811-7538, SPIN-код: 2638-5640, Ошский технологический университет им. акад. М.М. Адышева, г. Ош, Кыргызстан, abdusatybaev@mail.ru

©**Турдубаева Ж. А.**, канд. техн. наук, ORCID: 0000-0002-2096-876X, SPIN-код: 8938-4165, Ошский технологический университет им. акад. М.М. Адышева, г. Ош, Кыргызстан, jyldyzt8787@mail.ru

©**Аблазизов М. Т.**, МЧС КР, г. Ош, Кыргызстан

**SIMULATION OF THE LANDSLIDE PROCESS
ON THE TERRITORY OF ZHALPAK-TASH (KYZYL-KUNGOI SITE)
FOR ANALYSIS BY GIS TECHNOLOGIES**

©**Adieva G.**, ORCID: 0000-0002-3722-4564, SPIN-code: 5030-9170, Osh Technological University named by M.M. Adyshev, Osh, Kyrgyzstan, gulzinaadieva@gmail.com

©**Satybaev A.**, Dr. habil., ORCID: 0000-0001-9811-7538, SPIN-code: 2638-5640, Osh Technological University named by M.M. Adyshev, Osh, Kyrgyzstan, abdusatybaev@mail.ru

©**Turdubaeva Zh.**, Ph.D., ORCID: 0000-0002-2096-876X, SPIN-code: 8938-4165, Osh Technological University named by M.M. Adyshev, Osh, Kyrgyzstan, jyldyzt8787@mail.ru

©**Ablazizov M.**, Forecasting Emergency Situations of the Ministry of Emergency Situations of the Kyrgyz Republic, Osh, Kyrgyzstan

Аннотация. Проведены исследования оползневого процесса участка Кызыл-Кунгой. Разработана цифровая модель исследуемой территории с применением геоинформационных систем. На основе построенной цифровой модели сделан анализ оползневого схода, построена трехмерная модель данной местности в программе Agisoft Metashape. Исследована крутизна склонов с помощью инструментов 3D Analyst Tools программы ArcGIS.

Abstract. In this work, the landslide process of the area was studied, a digital model of the study area was developed using geographic information systems. Based on the constructed digital model, an analysis of the landslide was made, a three-dimensional model of the area was built in the Agisoft Metashape program. The steepness of the slopes was studied using the 3D Analyst Tools of the ArcGIS program.

Ключевые слова: оползни, моделирование оползневых процессов, уклон.

Keywords: landslides, landslide processes modeling, slope.

Горные и предгорные ландшафты — это сложные измененные геосистемы состоящие из подсистем [1]. Склоновая подсистема, с которой начинаются эрозионные и оползневые процессы является одной из такой подсистем геосистемы.

Исследованиями оползней на территории Кыргызстана занимались А. Е. Воробьев, В. И. Нифадьев, С. Ф. Усманов [2], З. А. Кальметьева, Б. Д. Молдобеков, И. А. Торгоев, И. И. Вольхин [3], А. Е. Воробьев, Б. Т. Торобеков [4]. В работах этих авторов исследование проводилась более обобщенно, по всему региону Кыргызстана. Более подробно исследован оползневый процесс на участке Кызыл-Кунгой Узгенского района, также применен беспилотный летательный аппарат марки DJI Matrice 300bRTK для получения достаточно точных фотоснимков и возможности создавать 3D-модели (ЦММ и ЦМР) высокой точности, в то время как космическая съемка не позволяет обеспечить достаточную точность и высокое разрешения.

В работе Д. А. Гура, Г. Г. Шевченко, К. А. Акопьян, Е. А. Федотовой говорится об актуальности применении ГИС технологий в изучении территорий для точного инженерного анализа, на которых могут возникнуть оползни [5].

В Кыргызстане для получения представительной информации об изменениях состояния геологической среды, с целью прогнозирования оползневых процессов, мониторинг одновременно осуществляется на трех масштабных уровнях: региональном, локальном и детальном [6].

Одной из основных причин возникновения оползни является землетресения малой и мощной амплитуды. Выявление возможных оползневых участков, обусловленных землетресениями с помощью ГИС технологий рассмотрена в работе Ж. Ш. Жантаева, Н. Г. Бреусова, А. В. Виляева, А. П. Стихарный [7]. В статье «Моделирование сейсмогенных оползней с применением GIS» рассчитаны критические параметры оползней по методу Ньюмарка и применением GIS технологий с моделированы сейсмогенные оползни северного склона хребта Иле-Алатау [8]. В указанных работах упор сделан на сейсмическую активность территории [7, 8].

В работе З. А. Асиловой «Компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния оползнеопасного склона бассейна реки Кугарт» анализирована напряженно-деформационного состояние оползневое склона бассейна реки Кугарт [9].

В статье М. М. Мехбалиева «Морфометрические особенности районов распространения оползней на Большом Кавказе (в пределах Азербайджана)» рассмотрены причины возникновения оползневых процессов с применением ГИС технологий территории Кавказа [10].

На территории Кыргызстана насчитывается 4556 современных оползней. Из них 1186 представляют угрозу населению и инфраструктуре. С каждым годом, в связи с активизацией современных геологических и климатических процессов, число оползневых процессов возрастает. В формировании оползней немаловажную роль играют антропогенные факторы. Оползни развиты в большей степени в низко и среднегорных зонах Ферганского хребта совпадая с площадью распространения мезо-кайнозойских отложений, которые представляют переслаивающимися пестро цветными глинами, песчаниками, известняками, мергелями, гипсами с многочисленными водоносными горизонтами и лессовидными суглинками.

В основном на территории Кыргызстана особенно опасными периодами считаются весенний и осенний период. А летний период считается умеренно опасным. Начиная с периода снеготаяния, происходит наибольшие оползневые деформации склонов и откосов. Предположительно, наибольшее число оползней, будет сосредоточено в нижней части

склонов. Территории с неглубоким залеганием грунтовых вод при прочих благоприятных условиях будут характеризоваться развитием оползней на протяжении весны и осени.

Актуальность проблемы обуславливается в первую очередь тем, что последствия оползневых процессов могут представлять опасность, как для человека, так и для объектов инфраструктуры местности. В этой связи становится необходимой исследования оползневых процессов с использованием геоинформационных технологий, способной оценить в реальном масштабе времени степень опасности, спрогнозировать возникновение опасных тенденций, сделать геоинформационный мониторинг, построить 3D модель оползня и заблаговременно оповестить, и по возможности предупредить негативные явления.

Объект и методы исследования

Объектом исследования является участок Кызыл-Кунгой. Исследуемый участок Кызыл-Кунгой расположен селе Карл Маркс в айылном округе Жалпак-Таш Узгенского района.

Айылный округ Жалпак-Таш является наиболее оползнеопасной территорией Кыргызстана. На этой территории сформировано несколько оползней, которые отличаются своим происхождением и объемом. Основными причинами образования оползней, являются атмосферные осадки, подземные воды. Несколько оползней в селе Жалпак-Таш уже разгрузились, а остальная часть находятся на разных стадиях развития. Оползень на участке Кызыл-Кунгой начал активизироваться еще весной 2017 года. Сход оползня произошел 22 марта 2023 года. На этом участке образовался оползень длиной около 1000 м, шириной до 50 м. Для исследования данного оползня применялся геоинформационный метод и проведен анализ. Исследования данного участка проводилась поэтапно. На первом этапе проводилась полевое исследование. На основе полевых работ выявились границы еще активного оползневого схода с помощью дрона модели DJI Matrice 300bRTK, gps устройств (Рисунок 1, 2).



Рисунок 1. Участок схода оползня Кызыл-Кунгой



Рисунок 2. Оползневый процесс участка Кызыл-Кунгой

Устанавливалась вид оползня, тип и положение схода. Для лабораторных исследований были взяты образцы грунта. Затем проводились лабораторные исследования состава, строения и физико-механических свойства грунтов, необходимых для расчета параметров устойчивости склонов. Результаты полевых работ позволили сформировать общие представления оползневого склона Кызыл-Кунгой. Доступность набора визуальных данных с использованием снимков местности и картирование оползней способствовали разработки простых статистических соотношений или индикаторов подвижности оползня (Рисунок 2).

На следующем этапе работы, по результатам полевых и лабораторных исследований в среде Agisoft Metashape создана цифровая модель геологической среды масштаба 1:10 000. На основе созданной цифровой модели с помощью программы ArcGIS с применением инструментов модуля 3D Analyst была осуществлена анализ данной местности. Одна из первостепенных задач разработанной цифровой модели — отражать основные составляющие геологической среды, такие как рельеф, строение верхней части геологического разреза, состав и свойства грунтов, в той или иной степени необходимые для оценки и прогноза оползневой опасности.

Результаты исследования и их обсуждение

Два основополагающих фактора определяют региональные особенности распространения оползневых процессов, среди них климатические особенности района исследования и геологическое строение. Кроме того, в образовании оползней важную роль играет форма склона, высота (рельеф), сложившийся на данной территории. Влияние таких характеристик на формирования оползня может быть прямым и косвенным. Прямое влияние на образования оползня оказывают форма, высота и крутизна склонов и откосов. Чем выше и крутизна склонов, тем более благоприятные условия создаются для образования оползней. В остальных равновесных условиях самые устойчивые являются поворотные склоны, а более устойчивые — поворотные и наклонные. Косвенное влияние на рельеф проявляется при распределении осадков, подземных и поверхностных вод, воздухе, растительному покрову.

Известно, что высотные отметки выступают одним из оползнеформирующих факторов. Поэтому установление диапазона абсолютных высотных отметок рельефа участка Кызыл-Кунгой имеет значение в прогнозировании оползневой процесса. Здесь абсолютные отметки достаточно хорошо видны на карте крутизны склонов, сгенерированной в программе Arc GIS с применением инструмента 3D Analyst (Рисунок 3).

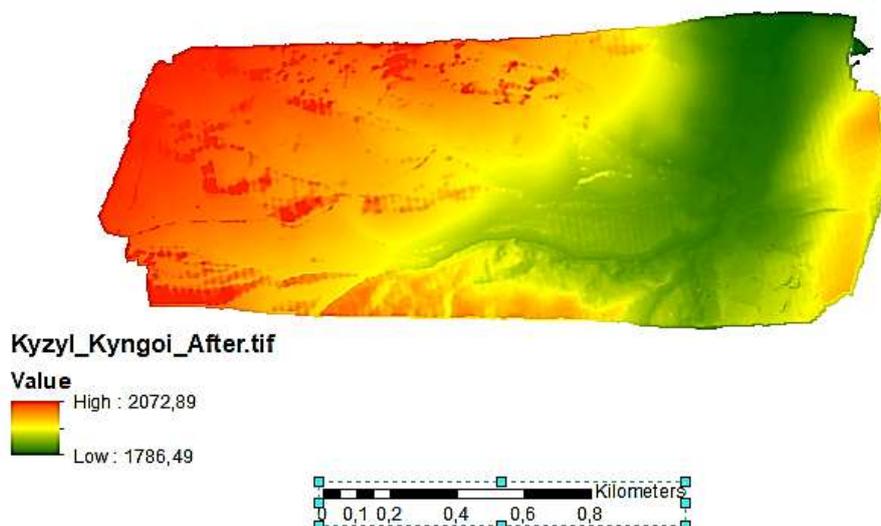


Рисунок 3. Цифровая модель рельефа

Данные, взятые с помощью устройства GPS (Garmin Montana 610) позволили также внести некоторые корректировки в топографические данные, отражающие реальные показатели высотных отметок. При этом диапазон высот колеблется в пределах от 1700 м. до 2100 м. и более (Рисунок 3).

Еще одним основополагающим условием формирования оползней является также наличие склонов определенной крутизны и нарушение равновесия склона. Если крутизна склона превышает угол естественного откоса, возникающий в ходе выветривания слагающих его коренных пород, обломочный материал не задерживается на его поверхности. С применением инструмента Slope модуля 3D Analyst вычислена крутизна склонов данного участка. Крутизна склонов по полученным данным составляет от 9,2° до 89,9° (Рисунок 4).

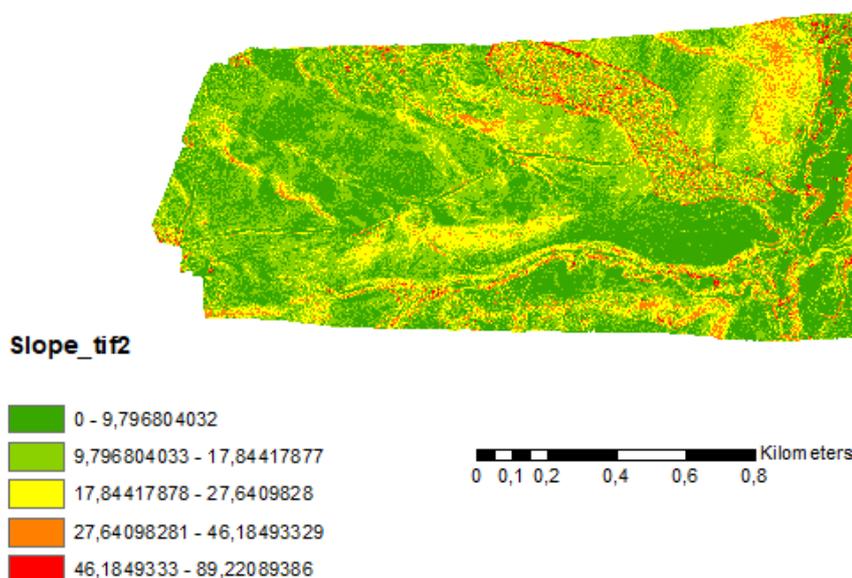


Рисунок 4. Карта крутизны склонов в среде ГИС

Полученные результаты показывают, что в исследуемом участке экспозиция склонов колеблется в достаточно широких пределах. С помощью инструментов программы ArcMap была оцифрована территория оползня и вычислена примерная площадь оползня (Рисунок 5).

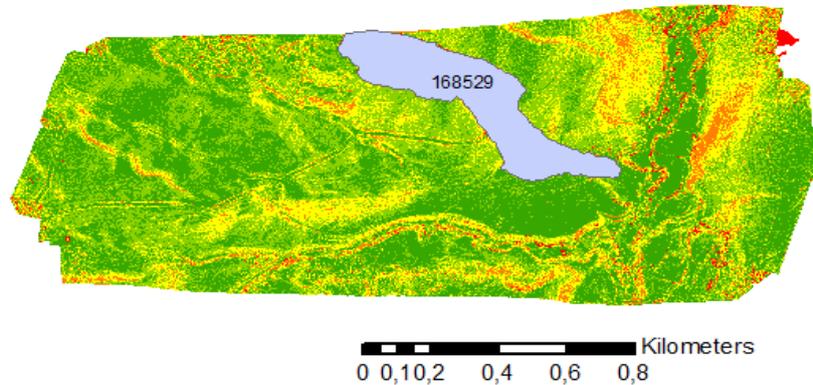


Рисунок 5. Оцифрованная карта оползня с вычислением площади

Общая площадь оползня составляет около 168529 м². На основе 120 фотографий, сделанных с дрона была построена 3D модель оползня и его окрестностей (Рисунок 6, 7). Модель создана при помощи программы Agisoft Metashape и ArcScene.



Рисунок 6. 3D модель местности до активизации оползня

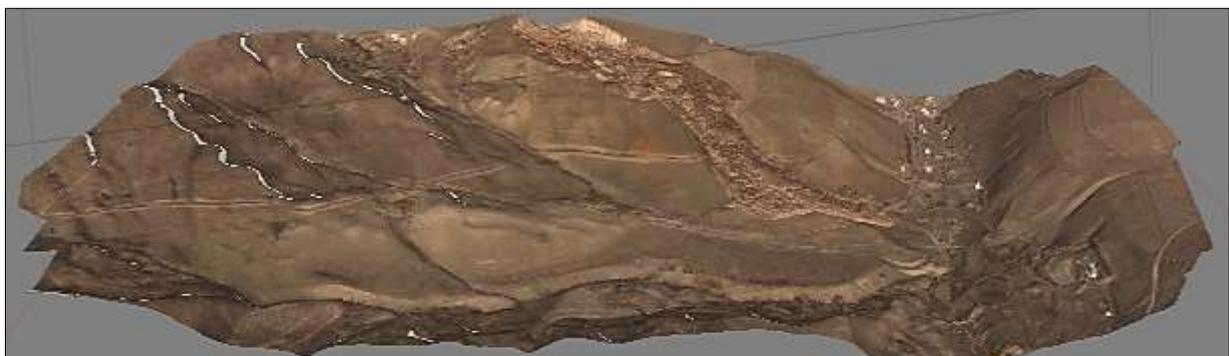


Рисунок 7. 3D модель местности после активизации оползня

Заключение

Основываясь на полученные результаты можно сделать вывод, что на основе применения метода геопространственного анализа оползневого схода с помощью программы

Arc GIS позволяет в полной мере определить степень влияния каждого фактора на процесс оползнеобразования и получить сведения о территориях потенциально подверженных оползневому процессом. Этим способом была построена цифровая модель рельефа местности, сделан анализ крутизны склонов, построена 3х мерная модель геологической среды.

А также по результатам лабораторных исследований строения и свойства грунтов состоит из коалинитовой глины, монтмориллонитовая глины, железистой монтмориллонитовой глины, супесчаной глины и почвенного слоя (торф).

Анализ оползневого процесса на данной территории позволит решить многие практические, хозяйственные задачи, предотвратить нежелательные последствия, вызванные катастрофическим преобразованием первичного рельефа, и применить полученные результаты для более рационального использования территории и уменьшения возможного риска и ущерба от оползней.

Список литературы:

1. Хаширова Т. Ю. Сооружение для противоэрозионной защиты склонов. RU 2325482 С1 // Бюллетень. 2008. №15. 5 с.
2. Воробьев А. Е., Нифадьев В. И., Усманов С. Ф. Исследование особенностей поведения оползней на основе программного комплекса LANDSLIDEMODELLER // Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы. 2017. С. 114-120.
3. Кальметьева З. А., Молдобеков Б. Д., Торгоев И. А., Вольхин И. И. Оползневые процессы и поле напряжений земной коры по данным о механизмах очагов землетрясений (на примере Тянь-Шаня) // Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле. 2012. С. 8-12.
4. Воробьев А. Е., Торобеков Б. Т. Выявление базовых особенностей передвижения оползней // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2022. №1(61). С. 159-169.
5. Гура, Д. А., Шевченко, Г. Г., Акопьян, К. А., & Федотова, Е. А. Применение ГИС-технологий для выявления и наблюдения территорий с повышенной степенью опасности проявления оползневых процессов // Знание. 2017. №1-1. С. 12-19.
6. Торгоев И.А. Геоэкологический мониторинг при освоении ресурсов гор Кыргызстана. Бишкек: Экспонента, 2000. 201 с.
7. Жантаев Ж. Ш., Бреусов Н., Виляев А. В., Стихарный А. П. Районирование территории по степени оползневой опасности с использованием ДЗЗ // Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России. 2013. С. 54-58.
8. Жантаев Ж. Ш., Бреусов Н. Г., Виляев А. В., Стихарный А. П., Нуракынов С. М. Моделирование сейсмогенных оползней с применением GIS // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия физико-математическая. 2013. №5. С. 159-165.
9. Асилова З. А. Компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния оползнеопасного склона бассейна реки Кугарт // Наука и новые технологии. 2010. №3. С. 28-30.
10. Мехбалиев М. М. Морфометрические особенности районов распространения оползней на Большом Кавказе (в пределах Азербайджана) // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2016. №3. С. 38-44.

References:

1. Khashirova, T. Yu. (2008). Sooruzhenie dlya protivooerozionnoi zashchity sklonov. (in Russian).

2. Vorob'ev, A. E., Nifad'ev, V. I., & Usmanov, S. F. (2017). Issledovanie osobennostei povedeniya opolznei na osnove programmno kompleksa LANDSLIDEMODELLER. In *Ekologicheskaya geologiya: teoriya, praktika i regional'nye problemy* (pp. 114-120). (in Russian).
3. Kal'met'eva, Z. A., Moldobekov, B. D., Torgoev, I. A., & Vol'khin, I. I. (2012). Opolznevy protsessy i pole napryazhenii zemnoi kory po dannym o mekhanizmax ochagov zemletryaseni (na primere Tyan'-Shanya). In *Tektonofizika i aktual'nye voprosy nauk o Zemle* (pp. 8-12). (in Russian).
4. Vorob'ev, A. E., & Torobekov, B. T. (2022). Vyyavlenie bazovykh osobennostei peredvizheniya opolznei. *Izvestiya Kyrgyzskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. I. Razzakova*, (1(61)), 159-169. (in Russian).
5. Gura, D. A., Shevchenko, G. G., Akop'yan, K. A., & Fedotova, E. A. (2017). Primenenie GIS-tekhnologii dlya vyyavleniya i nablyudeniya territorii s povyshennoi stepen'yu opasnosti proyavleniya opolznevykh protsessov. *Znanie*, (1-1), 12-19. (in Russian).
6. Torgoev, I. A. (2000). Geoekologicheskii monitoring pri osvoenii resursov gor Kyrgyzstana. Bishkek. (in Russian).
7. Zhantaev, Zh. Sh., Breusov, N., Vilyaev, A. V., & Stikharnyi, A. P. (2013). Raionirovanie territorii po stepeni opolznevoi opasnosti s ispol'zovaniem DZZ. In *Problemy kompleksnogo geofizicheskogo monitoringa Dal'nego Vostoka Rossii* (pp. 54-58). (in Russian).
8. Zhantaev, Zh. Sh., Breusov, N. G., Vilyaev, A. V., Stikharnyi, A. P., & Nurakynov, S. M. (2013). Modelirovanie seismogennykh opolznei s primeneniem GIS. *Izvestiya Natsional'noi akademii nauk Respubliki Kazakhstan. Seriya fiziko-matematicheskaya*, (5), 159-165. (in Russian).
9. Asilova, Z. A. (2010). Komp'yuternoe modelirovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya opolzneopasnogo sklona basseina reki Kugart. *Nauka i novye tekhnologii*, (3), 28-30. (in Russian).
10. Mekhbaliev, M. M. (2016). Morfometricheskie osobennosti raionov rasprostraneniya opolznei na Bol'shom Kavkaze (v predelakh Azerbaidzhana). *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*, (3), 38-44. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 12.06.2023 г.

Принята к публикации
21.06.2023 г.

Ссылка для цитирования:

Адиева Г. М., Сатыбаев А. Д., Турдубаева Ж. А., Аблазизов М. Т. Моделирование оползневой процесс на территории Жалпак-Таш (участок Кызыл-Кунгой) для анализа средствами ГИС технологий // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №7. С. 91-98. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/92/14>

Cite as (APA):

Adieva, G., Satybaev, A., Turdubaeva, Zh., & Ablazizov, M. (2023). Simulation of the Landslide Process on the Territory of Zhalpak-Tash (Kyzyl-Kungoi Site) for Analysis by GIS Technologies. *Bulletin of Science and Practice*, 9(7), 91-98. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/92/14>