

*Турдубаева Ж.А., Сатыбаев А.Дж., Мамажакыпова Г.Т.*

**ОШ ОБЛАСТЫНЫН АЛАЙ РАЙОНУНДАГЫ ЖЕР КӨЧКҮЛӨРҮН ИЗИЛДӨӨ  
ҮЧҮН ГИС-ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН КОЛДОНУУ**

*Турдубаева Ж.А., Сатыбаев А.Дж., Мамажакыпова Г.Т.*

**ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПОЛЗНЕЙ  
АЛАЙСКОГО РАЙОНА ОШСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Zh. Turdubaeva, A. Satybaev, G. Mamazhakypova*

**APPLICATION OF GIS-TECHNOLOGIES FOR STUDYING LANDSLIDES  
IN THE ALAY DISTRICT OF OSH REGION**

УДК: 610.3

Акыркы мезгилде табигый кырсыктардын, анын ичинде экзогендик геологиялык процесстерден келип чыккан кырсыктардын саны кыйла көбөйдү, алардын ичинен эң негизгилеринин бири бул жер көчкүлөр, алар экологиялык, инженердик, социалдык жана экономикалык кесепеттерге алып келет. Ош облусунун Алай районундагы изилденүүчү жер көчкү процесси татаал геоморфологиялык, гидрологиялык жана геологиялык шарттар, ошондой эле активдүү геодинамикалык процесстин болушу менен мүнөздөлөт, бул жерде жер көчкү жана жер көчкү кубулуштарынын өнүгүшүн алдын ала аныктаган. Учурда ар кандай генезистеги жер көчкүлөрдү комплекстүү изилдөөнүн ар кандай ыкмалары колдонулууда. Салттуу ыкмалар менен катар геомалыматтык системалардын (ГИС) ар кандай куралдары кеңири колдонулат. Рельефтин санариттик моделдерин ГИС-иштетүүнү колдонуу жер көчкү процесстеринин өнүгүшүн толугураак сүрөттөөгө мүмкүндүк берет: моделдин каалаган чекитинде морфометриялык көрсөткүчтөр (бийиктик, эңкейиш бурчу, эңкейиш экспозициясы) жөнүндө тез маалымат алуу, эңкейиштердин тик жана экспозицияларынын талдоо, жер үстүндөгү агымдар, горизонталдардын генерациясын жүргүзүү жана башкалар, ошондой эле аларды картага түшүрүү. Сунушталган ГИС-технологияларын жана литодинамикалык агымдардын карталарын комплекстүү колдонуу методикасы чет өлкөлүк жана ата мекендик адистер тарабынан аткарылган иштерди эске алуу менен иштелип чыккан. Талаа изилдөөлөрүнүн негизинде методика Алай районунун Чакмак участкасындагы жер көчкү процесстерин изилдөө үчүн колдонулган. Натыйжада, санариттик рельеф моделдери түзүлдү.

**Негизги сөздөр:** рельефтин санариттик модели, технологиялардын геомалыматтык системалары, рельефтин картасы, рельеф.

В последнее время значительно увеличилось количество природных катастроф, в том числе вызванных экзогенными геологическими процессами, одними из главных среди которых являются оползни, вызывающие к экологическим, инженерным, социальным и экономическим последствиям. Исследуемый оползневый процесс Алайского района Ошской области характеризуется сложными геоморфологическими, гидрологическими и геологическими условиями, а также наличием активного геодинамического процесса, что предопределило здесь развитие оползней и оползневых явлений. В настоящее время применяются различные методы комплексного изучения оползней различного генезиса. Наряду с традиционными способами широко используются различные инструменты геоинформационных систем (ГИС). Применение ГИС-обработки цифровых моделей рельефа дает более полно описывать развитие оползневых процессов: быстро получить информацию о морфометрических показателях (высота, угол наклона, экспозиция склона) в любой точке модели, анализировать крутизны и экспозиций

склонов, поверхностный сток, проводить генерацию горизонталей и другие, а также нанести их на карту. Предлагаемая методика комплексного применения технологий ГИС и карт литодинамических потоков разработана с учетом работ, выполненных зарубежными и отечественными специалистами. На основе полевых исследований методика применена для изучения оползневых процессов Чакмакского участка Алайского района. В результате были составлены цифровые модели рельефа.

**Ключевые слова:** цифровая модель рельефа, геоинформационные системы технологий, карта рельефа, рельеф.

Recently, the number of natural disasters has significantly increased, including those caused by exogenous geological processes, one of the main among which are landslides, causing environmental, engineering, social and economic consequences. The studied Alay district of the Osh region is characterized by complex geomorphological, hydrological and geological conditions, as well as the presence of an active geodynamic process, which predetermined the development of landslides and landslides here. Currently, various methods are used for the integrated study of landslides of various genesis. Along with traditional methods, various tools of geographic information systems (GIS) are widely used. The use of GIS processing of digital elevation models makes it possible to more fully describe the development of landslide processes: quickly obtain information about morphometric indicators (height, angle of inclination, slope exposure) at any point in the model, analyze the steepness and exposure of slopes, surface runoff, generate contours, etc. and put them on the map. The proposed methodology for the integrated application of GIS technologies and maps of lithodynamic flows has been developed taking into account the work performed by foreign and domestic specialists. Based on field studies, the technique was applied to study landslide processes in the Chakmak section of the Alay region. As a result, digital elevation models were compiled.

**Key words:** digital elevation model, geoinformation technology systems, elevation map, relief.

**Введение.** Процесс развитие оползней – это сложный универсальный полигенетический процесс, который связан с глобальными, локальными и местными неотектоническими, сейсмическими, климатическими и ландшафтными (распашка, вырубка, пожары, выпас и др.) изменениями, и наблюдается развитием речных долин. Особо активно оползневые массы проявляются в ходе одновременного воздействия атмосферных осадков, длительных низкочастотных глубокоэшелонированных землетрясений и часто в итоге хозяйственной деятельности человека.

В работе Смоленов А.С., Зайцев А.Н., [1] раскрыт материал о предназначении и содержании ГИС

«Экстремум», используемой в МЧС России для моделирования ЧС и прогнозирования.

«Экстремум» – это комплексное средство программного включающего картографии, модели для прогнозирования.

В работе [2] Н.И. Сабитовой были составлены цифровые модели рельефа Чирчикского бассейна Узбекистана по материалам дистанционного зондирования SRTM и QuickBird, а также на основании цифровой модели рельефа, используя метод пластики рельефа создана карта методинамических потоков.

В статье Н.А. Самусева [3] приводятся данные многолетних исследований оползней со строительством многоэтажек на берегу Волги и даны предупреждения застройщиком о негативных последствиях строительства.

Разработка методики мониторинга рельефа трассы магистрального трубопровода в центре русской равнины с применением дистанционных и геоинформационных методов, выявлены морфологии техногенной поверхности, наблюдаются состояния эрозийных рытвин с применением БПЛА изучены в работе И.С. Воскресенской и др. [4,5]. БПЛА применена для геоморфологического картографирования оползневых склонов хребта Аибга.

Изучению оползневых процессов Кыргызстана посвящена первая и третья глава подробной ИС технологии отчеты научно-исследовательской программы 2017-2019гг. ЦАИИЗ НИП г. Бишкек [6].

По анализам сейсмических сетей Кыргызской Республики KNET, KPNET, исследованы особенности волновой картины сильного оползня 14.09.2020 году, в районе Кара-Кече объемом 800-900 тыс. куб. м. в работе А.В. Березина и др. [7].

В статье [8] Авторами предложены методики комплексного мониторинга оползневых тел, основанную на использования технологий ГИС и наземного лазерного сканирования оценены достоинства и недостатки метода НЛС по различным критериям и это методики применены и апробированы на оползневом борту Октябрьского ущелья г. Саратов.

В Кыргызстане числится около 5000 актуальных оползней. Их число ежегодно возрастает в связи с активизацией современных геологических и климатических процессов. Немаловажную роль в формировании оползней играют антропогенные факторы. На территории Кыргызской Республики оползни приводят к разрушениям жилых домов и инфраструктуры населенных пунктов. Возникающие в горных ущельях оползни могут закрыть русла рек и образовать опасные озера, которые при катастрофическом прорыве порождают селевые потоки и поражают обширные территории. Из-за сложного горного рельефа, на территории Кыргызской Республики при возникновении оползней формируются синергетические природные

катастрофы. Характер таких катастроф в горных районах выражается в том, что оползень и обвал создают целый комплекс других серьезных явлений. Большие оползни, которые образуются под влиянием подземных вод, возникают и в маловодные годы, независимо от времени года. Наибольшая активизация оползней происходит весной в период таяния снега и выпадения атмосферных осадков. Количество оползней и площадь территорий подверженных оползневым процессам, ежегодно возрастают. Основной причиной является активизация экзогенно-геологических процессов и антропогенных факторов. За 2000-2017 годы под оползнями погибло 136 человек. В 2017 году погибло 34 человека. Общая площадь земель, пораженных оползневыми процессами, составляет около 7,5% территории республики. Всего в оползневых зонах расположено около 600 населенных пунктов (1109 опасных участков). В потенциально опасных зонах расположено до 10 тысяч жилых домов и объектов, опасность для которых будет увеличиваться. Основной целью настоящей работы является показать перспективность методов ГИС-технологий и потоковой карты пластики в визуализации оползневых процессов. Весь участок находится на территории Алайского района Ошской области Республики Кыргызстан.

**Материалы и методы исследования.** Для изучения оползневых процессов Чакмакского участка Алайского района использовали методы – картографического, геоинформационного моделирования и пластики рельефа. Требуемые материалы были собраны из различных источников: осуществлен сбор и анализ подходящей литературы, получены топографические и геологические карты района изучения геоморфологические свойства (экспозиция, форма склонов и высота), гидрологические условия (наличие поверхностных водотоков, как естественных, так и искусственных), проанализированы факторы, вызывающие оползни и другие. Морфометрические результаты рельефа наряду с другими факторами (хозяйственная деятельность человека, растительный покров, неустойчивость поверхностного стока, уменьшение местного базиса эрозии, боковая эрозия и др.) оказывают большое влияние на возникновение оползней. Нами были использованы материалы, полученные с помощью DJI Matrice 300 RTK (рис. 1).

Matrice 300 RTK – коммерческая полетная платформа, на создание которой DJI вдохновили современные авиационные системы. Время в полете летательного аппарата M300 RTK составляет 55 минут. Он предлагает расширенные возможности искусственного интеллекта (ИИ), а также систему обнаружения и позиционирования в 6 направлениях. Сочетая интеллектуальные функции с высокой производительностью и непревзойденной надежностью, этот дрон задает новый стандарт качества.



Рис. 1. Оползневый процесс Алайского района.

Результаты полевых работ позволили сформировать общее представления оползнего склона Алайского района.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Существует два главнейший фактора, определяющих региональные особенности распространения оползневых процессов, среди них геологическое строение и климатические особенности района исследования. К тому же, в формировании оползней большую роль играет рельеф местности (форма склона, высота), созданный на данной территории.

Известно, что высотные отметки выступают одним из оползней формирующих факторов. Поэтому установление диапазона абсолютных высотных отметок рельефа Чакмакского участка имеет значение в прогнозировании оползневых процессов. Для обработки полученных аэрофотоснимков используется различное программное обеспечение, наиболее известным является Agisoft Metashape.

С помощью программы Agisoft Metashape с использованием материалов Matrice 300 RTK мы получили цифровую модель местности (рис. 2).



Рис. 2. Участок схода оползня село Чакмак.

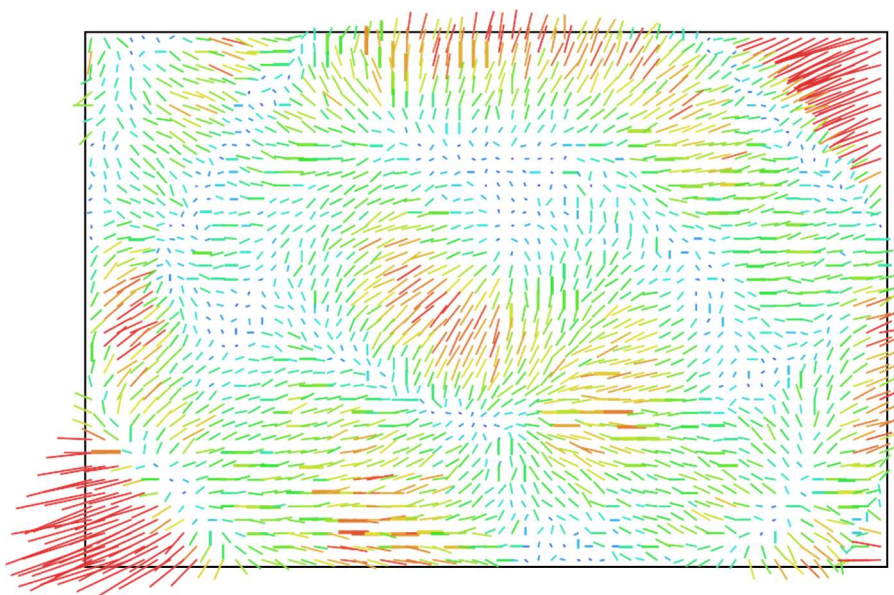
Полученные снимки показаны в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Камеры. Калибровка камеры

Всего снимков:	106	Позиций съёмки:	106
		Связующих точек:	92,088
		Проекций:	393,122
		Ошибка репр-я:	0.342 пикс

Модель камеры	Разрешение	Фокусное р-е	Размер пикселя	Калибровка
ZenmuseP1 (35mm)	8192 x 5460	35 мм	4.39 x 4.39 мкм	Нет



1 пикс

Рис. 4. Невязка по связующим точкам для ZenmuseP1 (35mm).

Таблица 2

Коэффициенты калибровки и матрица корреляции

ZenmuseP1 (35mm) 106 снимков			
Тип	Разрешение	Фокусное р-е	Размер пикселя
Кадровая	8192 x 5460	35 мм	4.39 x 4.39 мкм

	Значение	Ошибка	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
F	8210.31	1.2	1.00	0.29	0.74	-0.27	0.07	-0.25	-0.11	0.09
Cx	-8.55301	0.04		1.00	0.23	-0.07	0.02	-0.07	0.64	0.04
Cy	9.1573	0.052			1.00	-0.17	0.05	-0.18	-0.08	0.61
K1	-0.0480922	3.9e-05				1.00	-0.79	0.75	0.04	0.12
K2	0.0255203	0.0002					1.00	-0.97	-0.02	0.01
K3	-0.10848	0.00038						1.00	0.03	-0.03
P1	-0.000825707	1.3e-06							1.00	-0.00
P2	0.00144868	1.3e-06								1.00



На основе 106 фотографий, сделанных с дрона была построена цифровая модель оползня и его окрестностей (рис. 5). Модель создана при помощи программы Agisoft Metashape и ArcScene.

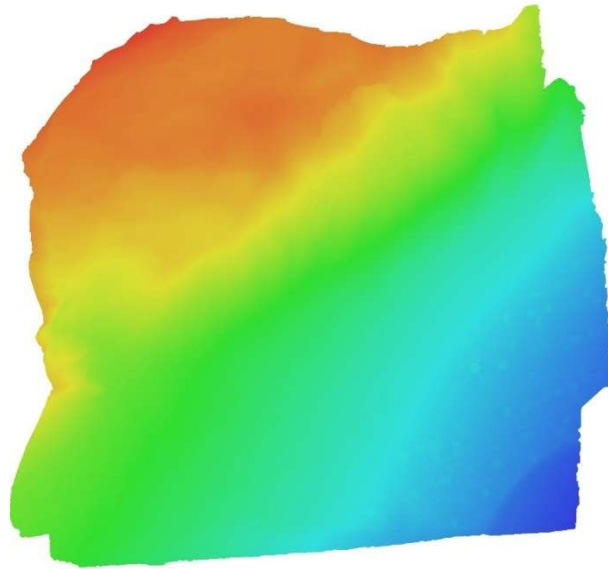


Рис. 5. Рассчитанная цифровая модель местности.

**Выводы.** Полученные результаты ГИС-моделирования на основе составленных Matrice 300 RTK и карты пластикирельефа позволили оценить устойчивость Чакмакского участка к оползням. На рисунке с изображением литодинамических потоков выделяются территории возможных проявлений оползневых процессов.

В результате можно сделать вывод, что на основе применения метода геопространственного анализа оползневого схода с помощью программы Arc GIS позволяет во всем сформировать степень влияния каждого фактора на процесс оползнеобразования и получить информацию о местах потенциально выявленных оползневых процессом. Таким путем была построена цифровая модель рельефа местности, сделан анализ крутизны склонов, создана цифровая модель территории.

Полученные результаты оползневого процесса на данной территории позволит решить многие практические, хозяйственные задачи, предотвратить нежелательные последствия, вызванные катастрофическим преобразованием первичного рельефа, и использовать полученные анализы для более рационального применения территории и снижения возможного опасности и вреда от оползней.

#### Литература:

1. Смоленов А.С., Зайцев А.Н. Прогнозирование и моделирования ЧС мирного и военного времени с использованием ГИС «Экстремум» // cyberneleninka.ru/article/n/ prognazirovaniya-ches-voennogo-vremeni-s-iskpolzovaniem-gis-ekstreum/
2. Сабитова Н.И., Стельмах А.Г., Таджибаева Н.Р., Минченко В.Д. применение ГИС-технологий и карт пластики рельефа для исследования оползней Чирчикского бассейна // Новые методы и подходы в геоинформационном моделировании и анализе intercarto.msu.ru/jour/articles/article 1069.pdf
3. Самуева Н.А. Оползневые процессы на территории Волгоградской агломерации. // Известия ВГПУ, География, 2007. - С. 86-101. cyberneleninka.ru/article/n/opoznevyje-protssessy-na-territorii-volgograd skoy-aglomeratsii.
4. Воскресенский И.С. и др. Применение БПЛА для мониторинга оползневых и эрозийных процессов. // Применение БПЛА в географических исследованиях. / Материалы Всероссийской научно-практической конференции. - Иркутск, 22-23 мая 2018 г. - Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы СОРАН 2018. - С. 42-47.
5. Молдобеков Б., Лаутерюнг Й. Научно-исследовательская программа 2017-2019 гг. / Центрально-Азиатской институт прикладных исследований земли. – Бишкек. 51. saiaq.kg/ru/.
6. Сократов С.А. Применение БПЛА для геоморфологического картографирования оползневых хребта Анбга. // Дистанционные методы исследования Земли. - М.: МГУ. - С. 480-495. istina.msu.ru/ publications/article/503742386/intercarto.msu.ru/jour/articles/article/1055.pdf
7. Березина А.В. Регистрация крупного оползня вблизи угольного месторождения Кара-Кере сейсмическими станциями Кыргызстана // Вестник института сейсмологии НАН КР №2(16). – Бишкек, 2020. - С. 23-30.