

УДК 528.1: 504.064.37
AGRIS P01

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/113/09>

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В МОНИТОРИНГЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОПОЛЗНЕОПАСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

©*Кадыркулова Н. К.*, SPIN-код: 7273-7751, Ошский технологический университет
им. М. М. Адышева, г. Ош, Кыргызстан, kadyrkulova74@mail.ru

©*Мансуров К. Т.*, SPIN-код: 3023-0525, Ошский технологический университет
им. М. М. Адышева, г. Ош, Кыргызстан, mansurov2002@inbox.ru

©*Аблазизов М. Т.*, Ошский технологический университет
им. М. М. Адышева, г. Ош, Кыргызстан, marat_ablazizov@mail.ru

APPLICATION OF GIS TECHNOLOGIES AND MONITORING AND FORECASTING OF PLANT HAZARDOUS TERRITORIES OF THE KYRGYZ REPUBLIC

©*Kadyrkulova N.*, SPIN-code: 7273-7751, Osh Technological University
named by M. M. Adysheva, Osh, Kyrgyzstan, kadyrkulova74@mail.ru

©*Mansurov K.*, SPIN- code: 3023-0525, Osh Technological University
named by M. M. Adysheva, Osh, Kyrgyzstan, mansurov2002@inbox.ru

©*Ablazizov M.*, Osh Technological University named by M. M. Adysheva,
Osh, Kyrgyzstan, marat_ablazizov@mail.ru

Аннотация. Рассматривается прогнозирование зон, подверженных оползням, на территории Кыргызской Республики. Основная цель исследования заключается в мониторинге и предсказании оползневых процессов с применением данных геоинформационных систем (ГИС). В исследованиях применялись спутниковые изображения, аэрофотосъемка и полевые исследования для сбора данных, а также была разработана цифровая модель исследуемой области с использованием программного обеспечения ArcMap, Agisoft Metashape и Flow-R. На основе пространственного анализа созданы детализированные карты зон риска, на которых отображены ключевые факторы, способствующие оползням, поскольку технологии ГИС значительно повышают качество прогнозирования и мониторинга мер по предотвращению оползней. Полученные результаты обладают значительной практической значимостью для местных органов власти и могут способствовать предотвращению серьезных последствий оползней. Продолжение работы над системой мониторинга и регулярное обновление информации для повышения точности прогнозов способствует эффективному использованию природных ресурсов и уменьшению уязвимости территорий к природным катастрофам. Применение ГИС-технологий для отслеживания и предсказания участков, подверженных оползням в Кыргызстане, является не только актуальным, но и крайне важным для повышения устойчивости страны к природным рискам и обеспечения безопасности населения. Прогнозирование и мониторинг зон, подверженных оползням, позволяют более точно оценить риски и разрабатывать эффективные стратегии управления.

Abstract. This article discusses the prediction of landslide-prone areas in the Kyrgyz Republic. The main goal of the study is to monitor and predict landslide processes using geographic information systems (GIS) data. The research used satellite imagery, aerial photography and field surveys to collect data, and developed a digital view model using ArcMap, Agisoft Metashape and Flow-R software. Based on the spatial analysis, zonal risk maps were created that included key

factors contributing to landslides, as GIS technologies greatly improve landslide prediction and prevention. The results obtained meet the requirements of a practical innovation for local governments and can ensure the prevention of serious landslide consequences. Continuous work on the system and regular updating of information to change the accuracy of the “Detchi” forecasts effectively use resource resources and reduce vulnerabilities, which leads to disasters. Therefore, the use of GIS technologies to identify and predict areas of constantly developing landslides in Kyrgyzstan is not only relevant, but also an important factor for increasing the country’s resilience to major risks and ensuring the safety of the population. Forecasting and monitoring of dynamic landslide zones makes it possible to more accurately assess risks and develop an effective management strategy.

Ключевые слова: ГИС-технологий, цифровой модели рельефа, прогнозирования, оползнеопасных.

Keywords: GIS technologies, digital terrain models, forecasting, landslide hazards.

Кыргызстан находится в горной местности, что делает его подверженным различным геологическим и климатическим угрозам, включая оползни. С учетом недавних климатических изменений и возрастания частоты экстремальных погодных явлений, возникает необходимость в мониторинге и прогнозировании зон, подверженных оползням, с применением геоинформационных систем. Географическая информационная система (ГИС) — это компьютерная система, позволяющая отображать данные на электронных картах; карты, созданные с помощью ГИС, можно назвать картами нового времени. Географических данных, широкий спектр данных, включая статистические, демографические и технические данные, может быть помещен на карты ГИС и использован для решения различных аналитических задач ГИС характеризуется способностью выявлять взаимосвязи и тенденции, которые трудно увидеть на традиционных бумажных картах. Вместо механического набора отдельных деталей появляется новый, качественный смысл данных [3].

Основной концепцией геоинформационных ГИС является взаимосвязь сведений базы и карт. ГИС является и аналитическим ресурсом, который может работать с каждой координатной связью. В принципе ГИС может анализироваться точно так же, как развитая концепция баз данных. В этом значении ГИС практически представляет собой другую ступень и способ интеграции данных и их структурирования. ГИС позволяет совершенно развивать и формировать картографию. Один из ключевых недостатков обыкновенной карты - неподвижность карт и ограниченность их вместимости как носителя данных. ГИС рассматривается как класс информационных режимов с собственными особенностями. Они построены в соответствии с закономерностями геоинформации и методами, используемыми в этой области. В качестве интегрированных и информационных систем ГИС предусматривается для решения различных проблем в науке и использовании на основе использования пространственно-локализованных данных о объектах и явлениях окружающего мира [4].

Вследствие интенсивного освоения значительных участков все больше важно изучать оползни — один из распространённых экзогенных процессов геологии, которые нередко наносят существенный ущерб для народного хозяйства. Практическое значение зонирования территорий в зависимости от оползневых опасностей возрастает. Чтобы предотвратить негативные последствия процессов оползневания, целесообразно провести прогноз ситуации на начальных стадиях освоения территорий.

Исследования по оползневым процессам в Кыргызстане проводились З. А. Калметьевым, Б. Д. Молдобековым, И. А. Торговым, И. И. Волхиным [2] и российским исследователем А. А. Кузиным [6]. В своих работах авторы проводили исследования на местах уже сошедших оползней, изучая причины оползненного процесса в их работах.

Методы исследований

Применяются 3 основных группы методов оценки устойчивого склона и прогнозирования развития обвалов и поползней: 1) расчетные, 2) инженерно-геологические моделирования; 3) геологические аналогии. Все эти традиционные методы имеют общий характер исследования и оценки оползневых опасностей на основе геолого-математических, инженерных и гидрогеологических факторов и геотехнического характера. По итогам инженерных съемок, оценок устойчивости склона, математических и физико-математических моделей составляется карта зонирования территории по опасности оползневых процессов [5].

В исследования применяются инженерные методы и ГИС технологии, поскольку в настоящий момент важно качество прогнозирования. Поскольку с качественного прогнозирования опасных природных процессов зависит жизнь каждого из нас. Небольшое структурное подразделение в рядах Министерство чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики (МСЧ КР), но значимая в своем роде. Все опасные участки, оползни, сели, камнепады, подтопления и т.д. опасные природные процессы фиксируются и анализируются, для дальнейшего принятия какого-либо решения, чтобы предотвратить ту или иную ситуацию своевременно. ГИС технология, понятия обширная, туда входят не только создание карт и его использование, но и входит процесс собирания данных для создания той карты.

Актуальность данной проблемы в первую очередь связана с тем, что последствия оползней могут угрожать как людям, так и инфраструктуре региона. В этой связи возникает необходимость в исследовании оползневых процессов с применением геоинформационных технологий, которые способны в реальном времени оценивать уровень опасности, предсказывать появление угрожающих тенденций, осуществлять геоинформационный мониторинг, создавать 3D модели оползней и заранее информировать о возможных негативных явлениях, а также предотвращать их [5].

Результаты и обсуждение исследований

Наряду с дронами, для получения сырых данных для создания цифровой модели рельефа (ЦМР) используют глобальную навигационную спутниковую систему (GNSS). GNSS применяют для определения миллиметровой точности смещения того или иного неподвижного объекта, показанного на Рисунке 1, которое в свою очередь под действием каких-либо техногенных и экзогенных процессов могут привести в динамику. Чтобы узнать происходит ли смещение на теле оползня, особо важные дамбы, которые могут прорвать, их нужно мониторить, следить не происходит ли разрушения целостности конструкции. Так же ГИС технологии используют в оползнеопасных участках. На оползнях используют для определения вероятного направления смещения оползневой массы, примерного объема схода, площади охвата, определяют зону поражения с буферными линиями, классифицируют по многочисленным данным, для наблюдения того или иного признака оползневого процесса (Рисунок 2).



Рисунок 1. Опорные точки установленные с помощью GNSS приемника



Рисунок 2. Применение GNSS на оползнеопасных участках

После получения сырых фотографий, их обрабатывают в программном обеспечении AgisoftMetashape и получают готовый продукт ЦМР, ортофоплан и трехмерную модель рельефа. Затем готовую ЦМР открывают в программном обеспечении Flow-R, SAGA, ArcGIS для дальнейшего анализа ситуации и принятия решения. Например: в селе Мырза-Аки Узгенского района Ошской области сошел сел, затопило около 200 домов, из них некоторое количество в аварийном состоянии. Территория затопления огромная и вычислить объем и площадь наносов вручную уйдет не мало времени, тем более в паводковый период, когда подобные сели могут произойти еще где-то в других селах. В таких случаях, специалисты Департамента мониторинга проводят аэрофотосъемку с помощью беспилотные летательные аппараты (БПЛА) (с дрона), с автоматическим режимом съемок, на определенной высоте, в хорошем качестве. На основе полученных аэрофотосъемок, в программе AgisoftMetashape создается ЦМР, а цифровая модель местности (ЦММ) получаем в среде ArcMap (Рисунок 3).

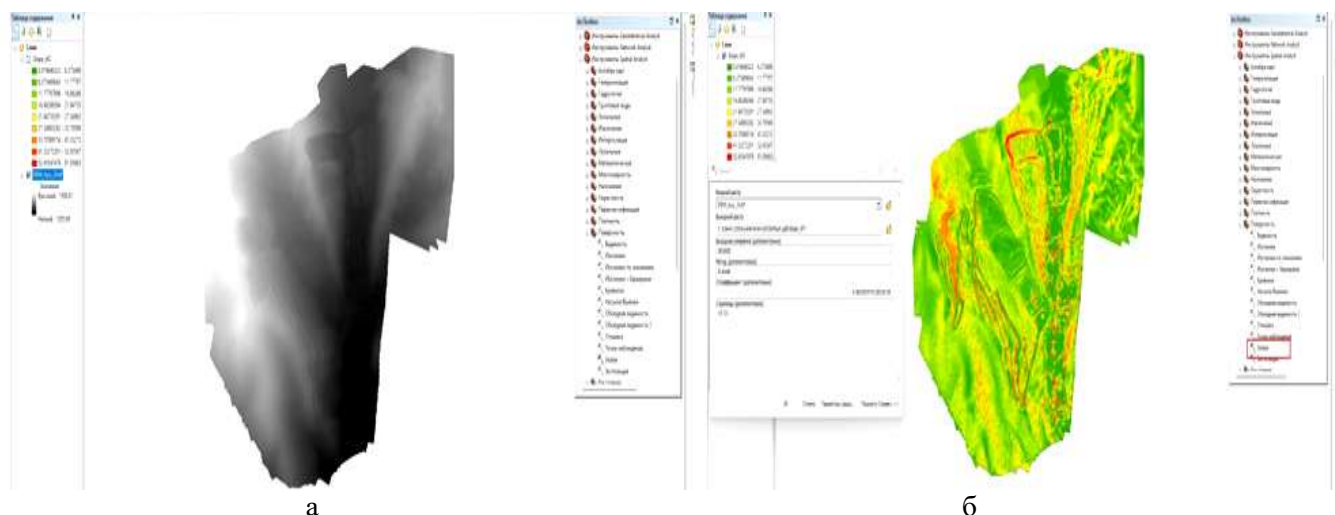


Рисунок 3. а) Создание ЦММ, б) Из ЦММ получение данных уклона

С помощью полученных ЦММ осуществили прогноз схода грунтовой массы с помощью программы Flow-R и вывели 3D анализ стока водного потока на поверхности рассматриваемого участка (Рисунок 4 а, б).

Для предотвращения и снижения риска бедствий, особенно в отношении критически важных объектов, таких как дамбы, необходимо внедрять инженерные методы мониторинга. Регулярное отслеживание состояния дамб и контроль за возможными смещениями не теле оползня помогут своевременно выявлять угрозы и принимать меры для обеспечения плотности конструкций. Таким образом, использование современных технологий анализа и мониторинга является ключевым элементом в управлении рисками и обеспечении безопасности. Меры предотвращения или же снижение риска бедствий принимая инженерные методы и получили ниже показанные графические показатели на Рисунке 5.

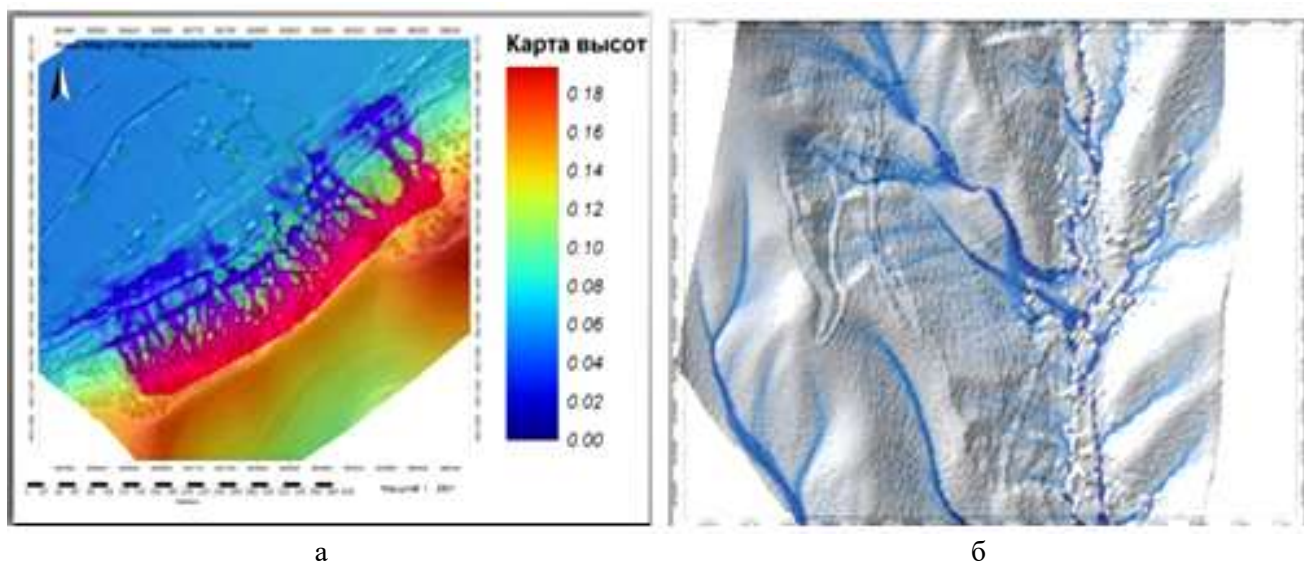


Рисунок 4. Пространственный анализ с помощью программы Flow-R (а), сток водного потока на поверхности рассматриваемого участка (б)

Применение ГИС-технологий в Департаменте КР мониторинга прогнозирования чрезвычайных ситуаций позволяет эффективно решать задачи, связанные с анализом и

прогнозированием чрезвычайных ситуаций. Это способствует более точному прогнозированию рисков и разработке анализа данных.

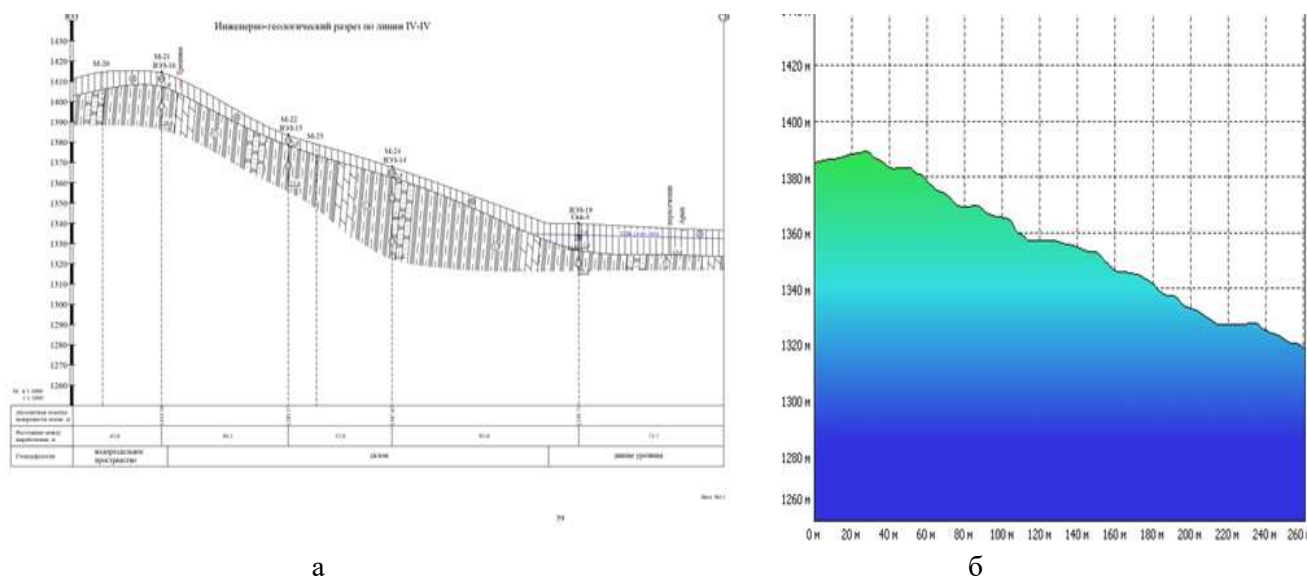


Рисунок 4. а) Склон до профилактики, б) Склон после профилактики

Вывод

В результате проведенного пространственного анализа с использованием ГИС-технологий получили модель сток водного потока на поверхности рассматриваемого участка, который наглядно показывает уязвимые участки исследуемой территории. Эти исследования являются важными для оценки рисков, связанных с потенциальными бедствиями, такими как оползни и прорывы дамб.

В рамках исследования были получены: цифровой модель рельефа; 3D модель исследуемого участка; графические показатели склона до и после профилактики.

Список литературы:

1. Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики. Бишкек: МЧС КР, 2021.
2. 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) // Геофизические исследования. 2014. Т. 15, №2. С. 47-57.
3. Кадыркулова Н. К., Гапырова Э. О., Мамат уулу Т. Использование ГИС-технологий в сельской местности // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №4. С. 73-77. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/89/09>
4. Кадыркулова Н. К. Алгоритм поиска и оптимизации маршрутов движения в улично-дорожной сети города с использованием ГИС-технологий // Известия Ошского технологического университета. 2015. №2. С. 82.
5. Адиева Г. М., Сатыбаев А. Д., Турдубаева Ж. А., Аблазизов М. Т. Моделирование оползневой процесса 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>
6. Кузин А. А. Выделение оползнеопасных территорий на основе методов нейронных сетей. СПб., 2013. Т. 204. С. 46-51.
7. ДеМерс М. Н. Географические информационные системы. М.: Дата+, 1999. 490 с.

8. MapInfo Professional: Рук. Пользователя MapInfo Corporation. New York, 2000. 760 с.
9. Agisoft Metashape инструмент для фотограмметрической обработки 2010.
10. ArcGIS 10.4.1 Dekstop 2016.
11. SAGA GIS 9.0.1 Система автоматизированного геонаучного анализа. 2017.

References:

1. Monitoring, prognozirovanie opasnykh protsessov i yavlenii na territorii Kyrgyzskoi Respubliki (2021). Bishkek. (in Russian).
2. Kal'met'eva, Z. A., Moldobekov, B. D., Torgoev, I. A., & Vol'khin, I. I. (2014). Opolznevye protsessy i pole napryazhenii zemnoi kory po dannym o mekhanizмах ochagov zemletryaseni (na primere Tyan'-Shanya). *Geofizicheskie issledovaniya*, 15(2), 47-57. (in Russian).
3. Kadyrkulova, N., Gapyrova, E., & Mamat uulu, T. (2023). Use of GIS-technologies in Rural Areas. *Bulletin of Science and Practice*, 9(4), 73-77. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/89/09>
4. Kadyrkulova, N. K. (2015). Algoritм poiska i optimizatsii marshrutov dvizheniya v ulichno-dorozhnoi seti goroda s ispol'zovaniem GIS-tekhnologii. *Izvestiya Oshskogo tekhnologicheskogo universiteta*, (2), 82. (in Russian).
5. 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>
6. Kuzin, A. A. (2013). Vydelenie opolzneopasnykh territorii na osnove metodov neironnykh setei. St. Petersburg, 204, 46-51. (in Russian).
7. DeMers, M. N. (1999). Geograficheskie informatsionnye sistemy. Moscow. (in Russian).
8. MapInfo Professional: Ruk. Pol'zovatelya MapInfo Corporation (2000). New York. (in Russian).
9. Agisoft Metashape instrument dlya fotogrammetricheskoi obrabotki (2010). (in Russian).
10. ArcGIS 10.4.1. (2016). Dekstop. (in Russian).
11. SAGA GIS 9.0.1 (2017). Sistema avtomatizirovannogo geonauchnogo analiza. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 11.02.2025 г.*

*Принята к публикации
19.02.2025 г.*

Ссылка для цитирования:

Кадыркулова Н. К., Мансуров К. Т., Аблазизов М. Т. Применение ГИС-технологий в мониторинге прогнозирования оползнеопасных территорий Кыргызской Республики // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. №4. С. 69-75. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/113/09>

Cite as (APA):

Kadyrkulova, N., Mansurov, K., & Ablazizov, M. (2025). Application of GIS Technologies and Monitoring and Forecasting of Plant Hazardous Territories of the Kyrgyz Republic. *Bulletin of Science and Practice*, 11(4), 69-75. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/113/09>