

**ВЗАИМОСВЯЗЬ И ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ
ЭРОЗИОННЫХ И ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ
В СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ КУБАНЬ**

Пичужкова Инна Дмитриевна, аспирантка

Кубанский государственный университет
350040, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149
E-mail: pichuzhkova_inna@mail.ru

В данной работе рассматривается взаимосвязь эрозионных и оползневых процессов; дается прогноз их развития. Этот вопрос является весьма актуальным, так как в последние годы наблюдается активизация многих физико-геологических процессов. Причиной этого является интенсивное хозяйственное освоение территорий и природные факторы. Указанные процессы в значительной степени осложнили инженерно-геологические условия. Многие хозяйственные объекты находятся под угрозой разрушения. На территории Краснодарского края, в среднем течении реки Кубани, возросли повторяемость и масштабы возникновения чрезвычайных ситуаций, связанные с оползневыми процессами. Установлено, что пораженность оползнями и эрозионные процессы являются преобладающими на данной территории и наносят реальный ущерб жилому фонду населенных пунктов и хозяйству в целом. Таким образом, на примере станицы Кавказской произведен анализ взаимодействия склоновых и русловых процессов, а также выявлены причины, влияющие на их активизацию. На территории станицы находится обширный долгоживущий оползень, который составляет реальную угрозу возникновения чрезвычайной ситуации. В ходе работы был произведен мониторинг изучаемого участка за последние 5 лет. В результате полевых исследований выявлены периоды активизации оползневых процессов и раскрыты факторы, влияющие на их развитие. Выявлена взаимосвязь климатических факторов и активизации процессов боковой эрозии. Это явилось причиной возникновения катастрофических явлений, связанных с оползневыми процессами. В результате стало возможным дать прогноз активизации оползневых процессов при разных сценариях развития ситуации. С помощью прогноза можно своевременно предупредить возникновение катастрофы, связанной с оползневыми процессами, и принять соответствующие противооползневые мероприятия. Тем самым обеспечить безопасность жизнедеятельности населения станицы Кавказской.

Ключевые слова: оползни, боковая эрозия, мониторинг, прогноз, противооползневые мероприятия

**INTERCONNECTION AND TECHNOLOGICAL PROJEKTION
OF EROSION AND LANDSLIDE PROCESSES IN THE MIDDLE COURSE
OF KUBAN RIVER**

Pichuzhkova Inna V.

Post-graduate student

Kuban State University

149 Stavropolskaya st., Krasnodar, 350040, Russian Federation

E-mail: pichuzhkova_inna@mail.ru

The paper given deals with the interconnection of erosion and landslide processes and gives projections of their expansion. That issue is very urgent nowadays because a lot of physic-geological processes have activated in the last years. The causes of these can be both intensive economic development of the territory and natural factors. These processes have made geotechnical conditions more difficult; many economic objects are under destruction damage. On the territory of the Krasnodar region in the middle course of Kuban River the recurrence of appearance and scales of emergency situation, connected with landslide processes, have grown. It was found out that the occurrences of destructions because of landslips and erosion processes predominate over other destruction causes on that territory and damage housing of settlements and economics in generally. Thereby on the example of the Kavkazskaja village we have analyzed the interconnection of surface and course processes; we have also found out the causes that influence their activation. On the territory of the village is a long-lived landslide situated that can cause emergency situations. During the researching we have carried out the monitoring of the studied area for the several years. In the issue of field researches we found out the periods of landslide processes' activation and the factors that influence their growth. We also detected the interconnection between climatic factors and activation of side erosion. As a result of it disastrous occurrences connected with landslide processes appear. On basis of these researches it was possible to give a projection of landslide processes' activation taking into account different versions of the situation's development. Using the projection we can timely prevent a disaster that can occur because of landslide processes and take appropriate antilandslip measures. Thereby we can secure the safety of inhabitants of Kavkazskaja village.

Keywords: landslides, lateral erosion, monitoring, forecast, antilandslide events

В последние десятилетия резко возросли повторяемость и масштабы природных и антропогенных катастроф, связанные с оползневыми процессами. Особенно актуален этот вопрос для населенных пунктов. Поэтому для предотвращения их активизации необходимы мониторинговые исследования и изучение причинно-следственных связей развития склоновых, эрозионных и русловых процессов.

В данной работе рассмотрен пример взаимосвязи оползневых процессов и боковой эрозии на территории станицы Кавказской Краснодарского края. Данное исследование позволило спрогнозировать дальнейшее развитие ситуации при различных сценариях взаимодействия русловых процессов со склоновыми, в пределах станицы Кавказской на правом берегу р. Кубани, в ее среднем течении.

Исследуемый оползневой участок находится в ст-це Кавказской на правобережье Средней Кубани, в северо-восточной части Краснодарского края. По классификации В.В. Кюнцеля (1980) оползневой массив относится к оползням выдавливания. Эти оползни получили широкое распространение на отрезке от ст-цы Темежбекской до г. Усть-Лабинска, куда и входит данный участок. Оползни выдавливания характеризуются фронтальной и циркуобразной формой в плане и блоковым строением. Основные смещения происходят в коренных глинах. В верхней части оползня образуются оползневые террасы с глубокими зияющими трещинами. У подошвы оползневого склона в результате выдавливания нижележащих глин формируются валы выпирания. Площадь Кавказского оползневого участка составляет 3 км². Высота стенки срыва колеблется от 10 до 20 м. Вблизи стенки срыва расположены одноэтажные застройки жилых домов. В результате развития современных оползневых процессов, они подвергаются деформации вплоть до полного разрушения.

Зона активного взаимодействия оползневого массива с руслом р. Кубань имеет протяженность 4,5 км, распространяющаяся вдоль уступа III надпой-

менной террасы (НПТ) на южной окраине ст-цы Кавказской. Боковая эрозия на данном участке вызывает образование вторичных оползней в подошве оползневого уступа. Образовавшиеся оползни относятся к блоково-консистентным, длиной до 50 м, шириной, в среднем, 50 м. На изучаемой территории оползни поражают 100 % протяженности эрозионного уступа и характеризуются сильной степенью активности. Во фронтальной части участка наблюдается смещение оползневых масс в русло реки. Это визуально подтверждается смещением полотна разрушенной автомобильной дороги. Высота этих эрозионно-оползневых уступов в восточной части участка 5 м ($\angle 75-90^\circ$), в западной – до 15–20 м ($\angle 75-90^\circ$).

Интенсивность боковой эрозии в зоне исследования от средней до сильной. Определить величину размыва берега весьма сложно. Так как оползневые массы постоянно сползают в русло реки и размываются потоком. Косвенным показателем скорости боковой эрозии является высота эрозионно-оползневого уступа (чем выше уступ, тем выше скорость размыва).

Подмыв берега провоцирует развитие оползневых процессов. Данная взаимосвязь была подтверждена в результате полевых исследований на данном участке. Боковая эрозия подошвы оползневого уступа нарушает динамическое равновесие склона, увеличивает скорость сползания оползневых масс вниз по склону и способствует продвижению основной стенки срыва оползня в сторону площади застройки станицы.

В результате исследований можно проследить зависимость климатических факторов и процессов боковой эрозии, влияющую на активизацию оползневых процессов. В период за 2011–2012 гг. значения температуры были выше среднееголетних в течение всего года. В результате повышенная температура в летние месяцы усилила снеготаяние в верховьях р. Кубани, которое привело к увеличению расходов воды, особенно с мая по июль. Следствием явились катастрофические паводки. Они привели к усилению боковой эрозии и к активизации оползневых процессов.

Огромное значение имеют также прогрессирующий процесс подтопления, интенсивная разгрузка грунтовых вод на склоне, сопровождающаяся образованием родников и мочажин в основании стенок срыва и валов выпирания, обильное увлажнение, дополнительная нагрузка на склоны в результате хозяйственной деятельности. Таким образом, в 2012 г. наблюдалось значительное переформирование оползневого тела, вследствие активизации процесса. На этом участке произошло смещение крупного оползневого блока на 3 м (рис. 1). В подошве стенки срыва наблюдались обширные трещины шириной от 20 см и более, длиной более 5 м.

По имеющимся данным можно дать прогноз развития оползневых процессов в случае подмыва берега. Развитие оползня будет зависеть от скорости размыва оползневых валов в подошве уступа. Скорость размыва зависит от частоты и интенсивности паводков на р. Кубань. Скорость течения в паводки возрастает с 0,9 до 1,7 м/с. Это значительно превышает нижний предел размывающей скорости потока для глин и суглинков. По мере размыва оползневых валов ускорится смещение оползневых масс вниз по склону, что повлечет за собой вовлечение в оползень целинных участков и отседание новых оползневых блоков. Следует ожидать, что образование стенок срыва этих оползней будет приурочено к понижениям рельефа, формирующимся в настоящее время на поверхности III НПТ р. Кубани вдоль современной стенки срыва. При современном уровне размыва берега характер процессов сохранится.

Дальнейшему развитию оползневых процессов, кроме природных, могут способствовать антропогенные факторы. Как на самом оползневом массиве, так и выше по склону наблюдается активная хозяйственная деятельность, а именно выпас скота. Ведется водозабор, располагаются дороги, которые увеличивают нагрузку на склон. Совокупность всех факторов приведет к активизации старых оползневых масс и возникновению новых.

В результате прекращения подмыва берега в процессе руслоуправительных работ можно ожидать снижения активности процесса. Так как прекратится удаление обвално-осыпного материала у подножья оползневого массива и начнет формироваться склон с углом естественного откоса. Таким образом, для предотвращения катастрофических явлений, связанных с оползнями, необходим контроль над процессом. Важной его составляющей является прогноз, необходимый для своевременного предупреждения образования новых оползней, безопасного расположения строений, а также для предотвращения аварий.



Рис. 1. Активизация оползневого участка

Практическое значение прогноза особенно велико. Потому что при современном состоянии техники строительства стоимость противооползневых сооружений очень высокая, и применение их экономически оправдано не везде и не всегда. Поэтому прогнозирование оползней – это очень сложная, ответственная и крайне необходимая задача.

Основной целью составления прогноза является обеспечение органов государственного управления, территориальных ведомств и организаций данными о возможных проявлениях и степени активности оползневых процессов.

Мониторинг Кавказского оползневого участка ведется уже многие годы. При дальнейшей активизации оползневых процессов возникает реальная угроза уничтожения приусадебных участков ряда домов, фруктовых садов, лугов, растительности и почвенного покрова, транспортных магистралей на многих участках. Также возможно изменение гидрологического режима Ку-

бани, обводнение склонов и откосов, изменение режима подземных вод. Интенсивная хозяйственная деятельность на оползневом участке усугубляет процесс оползнеобразования.

Из вышесказанного следует, что в случае прекращения подмыва берега, наряду с применением противооползневых мероприятий, оползневые процессы будут затухать и прекратят свое активное развитие.

Несмотря на то, что в исследуемом районе наблюдается довольно сложное взаимодействие русловых и склоновых процессов с антропогенным освоением, имеются все предпосылки для построения прогноза при разных сценариях дальнейшего развития ситуации. Это позволит дать конкретные противооползневые рекомендации, соблюдение которых может минимизировать ущерб, связанный с катастрофическими явлениями.

Список литературы

1. Алексеев Н. А. Стихийные явления в природе: проявление, эффективность защиты / Н. А. Алексеев. – Москва : Мысль, 1988. – 254 с.
2. Антошкина Е. В. Динамика оползнеобразования правобережья Средней Кубани / Е. В. Антошкина // Новые и традиционные идеи в геоморфологии : материалы Международной конференции. – Москва : Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, 2005. – С. 204–208.
3. Бондарик Г. К. Инженерная геодинамика / Г. К. Бондарик. – Москва : КДУ, 2009. – 440 с.
4. Винокуров А. А. Оползневые и эрозионные процессы в бассейне Верхней Кубани / А. А. Винокуров // Сборник докладов института водных проблем Российской Академии наук. – 2011. – № 2. – С. 29–31.
5. Выркин В. Б. Современные экзогенные процессы рельефообразования: картографирование, анализ структур, районирование / В. Б. Выркин // География и природные ресурсы. – 2008. – № 4. – С. 123–129.
6. Дубравин И. Н. Основные факторы образования и развития оползней / И. Н. Дубравин, В. И. Клименко. – Сочи, 1973. – 230 с.
7. Емельянов Е. П. Основные закономерности оползневых процессов / Е. П. Емельянов. – Москва : Недра, 1972. – 246 с.
8. Кюнцель В. В. Закономерности оползневого процесса на европейской территории СССР и его региональный прогноз. – Москва : Недра, 1980. – 56 с.
9. Максимов С. С. Роль экологической геоморфологии в исследованиях малых рек / С. С. Максимов. – Ульяновск : Ульяновский государственный политехнический университет. – 2012. – С. 123–126.
10. Родионов В. Е. Основные принципы развития и образования оползней на территории Северного Кавказа и их географическое распределение / В. Е. Родионов // Труды Всесоюзного оползневого совещания ОПИ. – Краснодар, 1976. – 150 с.
11. Свалова В. Б. Мониторинг и моделирование оползневых процессов / В. Б. Свалова // Мониторинг. Наука и технология. – 2011. – № 2. – С. 19–27
12. Шеко А. Н. Организация и ведение мониторинга экзогенных геологических процессов : методическое письмо / А. Н. Шеко, В. С. Круподеров. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии, 1983. – 235 с
13. Шеко А. Н. Современные геологические процессы на территории Краснодарского края / А. Н. Шеко, В. И. Дьяконова. – Москва : Недра, 1976. – 164 с.
14. Cheong H. P. Probability of failure and safety factors in stability of natural slopes/ H. P. Cheong, R. V. Subramaniam // Landslides. Proceedings of International Symposium, New Delhi, 1980. – Pp. 263–266.
15. Chowdhur R. Role of slope reliability analysis in landslide risk management / R. Chowdhur, P. Flentje // Bulletin of Engineering Geology and the Environment. – 2003. – Vol. 62, no. 1. – Pp. 41–46.
16. Einstein H. H. Risk assessment and uncertainties / H. H. Einstein, K. S. Karam // Landslides Causes, Impacts and Countermeasures : International conference. – Davos, Switzerland, 2001. – Pp 457–488.
17. Mann R. E. Global Environmental Monitoring System / R. E. Mann. – Toronto, 1973. – 102 p.
18. Shadunts K. Sh. Investigations of North Caucasus landslides and antilandslide desings development / K. Sh. Shadunts, S. I. Matsiy // International simposium Engineering Geology and the Environment Greece. – 1997. – Pp. 1037–1039.
19. Shadunts K. Sh. North Caucasus landslides and struggle against them / K. Sh. Shadunts, S. I. Matsiy // 30th International Geological Congres. – Beijing, China, 8–14 August 1996. – Vol. 3. – Pp. 365.

Referenses

1. Alekseev N. A. *Stikhiynye yavleniya v prirode: proyavlenie, effektivnost zashchity* [Natural occurrences: demonstration, protection efficiency], Moscow, Mysl Publ., 1988. 254 p.
2. Antoshkina Ye. V. Dinamika opolzneobrazovaniya pravoberezhya Sredney Kubani [Dynamics of landslide formation in the right bank of the Middle Kuban River]. *Novye i traditsionnye idei v geomorfologii : materialy Mezhdunarodnoy konfeentsii* [New and Traditional Ideas in Geomorphology. Proceedings of the International Conference], Moscow, Lomonosov Moscow State University Publ. House, 2005, pp. 204–208.
3. Bondarik G. K. *Inzhenernaya geodinamika* [Engineering geodynamics], Moscow, KDU Publ., 2009. 440 p.
4. Vinokurov A. A. Opolznevye i erozionnye protsessy v bassejne Verkhney Kubani [Landslip and erosion processes in the Upper Kuban River]. *Sbornik dokladov instituta vodnykh problem Rossiyskoy Akademii nauk* [Collection of reports of the institute of water problems of Russian Academy of Sciences], 2011, no. 2, pp. 29–31.
5. Vyrkin V. B. Sovremennye ekzogennye protsessy relefoobrazovaniya: kartografirovaniye, analiz struktur, rayonirovaniye [Contemporary exogenous processes of relief formation: mapping, structure analysis, division into districts]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geographical and natural resources], 2011, no. 4, pp. 123–129.
6. Dubravin I. N., Klimenko V.I. *Osnovnye faktory obrazovaniya i razvitiya opolzney* [The main factors of landslips' formation and growth], Sochi, 1973. 230 p.
7. Emelyanov Ye. P. *Osnovnye zakonomernosti opolznevykh protsessov* [The main patterns of landslips processes], Moscow, Nedra Publ., 1972. 246 p.
8. Kyuntse V. V. *Zakonomernosti opolzneвого protsessa na evropeyskoy territorii CCCP i ego regionalnyy prognos* [The main patterns of landslips' processes on the european territory of the USSR and the projection for the region], Moscow, Nedra Publ., 1980. 56 p.
9. Maksimov S. S. T *Rol ekologicheskoy geomorfologii v issledovaniyakh malykh rek* [The function of ecological geomorphology in researchings of small rivers], Ulyanovsk, Ulyanovsk State Polytechnic University Publ. House, 2012, pp. 123–126.
10. Rodionov V. Ye. Osnovnye printsipy razvitiya i obrazovaniya opolzney na territorii Severnogo Kavkaza i ikh geograficheskoe raspredelenie [The main principles of landslips formation and growth on the territory of the Northern Caucasus and their geographical distribution]. *Trudy Vsesoyuznogo opolzneвого soveshchaniya OPTI* [Proceedings of All-Union Landslips Meeting of OPTI], Krasnodar, 1976. 150 p.
11. Svalova V. B. Monitoring i modelirovaniye opolznevykh protsessov [Monitoring and modelling of landslips' processes]. *Monitoring. Nauka i tekhnologiya* [Monitoring. Science and Technology], 2011, no. 2, pp. 19–27.
12. Sheko A. N., Krupoderov V. S. *Organizatsiya i vedenie monitoringa ekzogennykh geologicheskikh protsessov : metodicheskoe pismo* [Organization and carrying out of the monitoring of exogenous geological processes. Methodological letter], Moscow, All-Russian Research Institute of Hydrogeology and Engineering Geology Publ. House, 1983. 235 p.
13. Sheko A. N., Dyakonova V. I. *Sovremennye geologicheskie protsessy na territorii Krasnodarskogo kraya* [Contemporary geological processes on the territory of the Krasnodar region], Moscow, Nedra Publ., 1976. 164 p.
14. Cheong H. P., Subranmaniam R. V. Probability of failure and safety factors in stability of natural slopes. *Landslides. Proceedings of International Symposium*, New Delhi, 1980, pp. 263–266.
15. Chowdhur R., Flentje P. Role of slope reliability analysis in landslide risk management. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 2003, vol. 62, pp. 41–46.
16. Einstein H. H., Karam K. S. Risk assessment and uncertainties. *Landslides Causes, Impacts and Countermeasures. International conference*, Davos, Switzerland, 2001, pp. 457–488.
17. Mann R. E. *Global Environmental Monitoring System*, Toronto, 1973. 102 p.
18. Shadunts K. Sh., Matsiy S. I. Investigations of North Caucasus landslides and antilandslide desings development. *International Simposium Engineering Geology and the Environment Greece*, 1997, pp. 1037–1039.
19. Shadunts K. Sh., Matsiy S. I. North Caucasus landslides and struggle against them. *30th International Geological Congress, China, Beijing*, 8–14 August 1996, vol. 3, pp. 365.