

## ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ: СИНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

© Даукаев Арун Абалханович (а), Абубакарова Элиза Ахметовна (б)

(а) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук. Академия наук Чеченской Республики, Российская Федерация, г. Грозный; daykaev@mai.ru

(б) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук. Грозненский государственный нефтяной технический университет им. М.Д. Миллионщикова, Российская Федерация, г. Грозный; eliza\_ggni@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются синергетические аспекты проявления оползне-селевых процессов в горных районах Чеченской Республики (ЧР). Для успешного применения синергетического подхода к природным явлениям требуется всестороннее изучение степени влияния каждого из действующих на рассматриваемую систему факторов и процесс, протекающие в ней. В данной работе основное внимание уделено динамике развития оползне-селевых процессов на исследуемой территории, подверженной экзогенным процессам. Показано, что эти процессы имеют периодический характер и наносят огромный вред хозяйству и населению района. Данную работу можно рассматривать как подготовительный этап к изучению этих явлений на основе синергетического подхода. Результаты исследований могут быть основой для систематизации, теоретического обобщения полученных данных и разработки методов прогноза экзогенных процессов.

**Ключевые слова:** оползни, сели, экзогенные процессы, синергетика, сложные системы, горные районы Чеченской Республики.

## EXOGENOUS PROCESSES IN MOUNTAINOUS AREAS CHECHEN REPUBLIC: SYNERGETIC AND GEOLOGICAL ASPECTS

© Daykaev Arun Abalhanovich (a), Abubakarova Eliza Akhmetovna (b)

(a) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences. Academy of Sciences of the Chechen Republic, Russian Federation, Grozny; daykaev@mai.ru

(b) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences. Grozny State Oil Technical University by Acad. M.D. Millionshikov, Russian Federation, Grozny; eliza\_ggni@mail.ru

**Abstract.** The article discusses the synergistic aspects of the manifestation of landslide-mudflow processes in the mountainous regions of the Chechen Republic (CR). Successful application of a synergetic approach to natural phenomena requires a comprehensive study of the degree

of influence of each of the factors acting on the system under consideration and the process occurring in it. Therefore, in this paper, the main attention is paid to the dynamics of the development of landslide-mudflow processes in the study area, subject to exogenous processes. It is shown that these processes are periodic and cause great harm to the economy and the population of the region. This work can be considered as a preparatory stage for the study of these phenomena based on a synergistic approach. The research results can be the basis for systematization, theoretical generalization of the obtained data and development of methods for predicting exogenous processes.

**Key words:** landslides, mudflows, exogenous processes, synergy, complex systems, mountainous regions of the Chechen Republic.

### **Введение**

В настоящее время в различных областях науки широко используется синергетический метод исследования, отличительной особенностью которого является использование при изучении социальных и природных явлений и процессов принципов самоорганизации неравновесных систем. В методе учитывается совместное влияние нескольких факторов на неравновесную систему. Поэтому для успешного использования этого метода необходимы объективные данные о природе и степени влияния каждого из действующих факторов. Цель данной статьи – оценка характера взаимодействия различных факторов при экзогенных процессах на конкретной территории с адаптированием синергетического подхода.

Для применения синергетики к природным явлениям необходимо определиться с тем, что мы подразумеваем под термодинамической системой, т.е. выделить конкретную территорию, которая обменивается энергией и веществом с окружающей средой и которую можно рассматривать как неравновесную термодинамическую систему на которую действуют внешние силы, обусловленные различными факторами. Синергетический эффект в отношении экзогенных процессов может заключаться, во-первых, в одновременном действии на изучаемый процесс нескольких сил (факторов). К ним можно отнести: наличие склона, покрытой мягким грунтом, под которым имеется относительно гладкая, водонепроницаемая порода; выпадение обильных осадков, которые в состоянии проникать в границу раздела мягкого грунта и твердой поверхности и т.д. Во-вторых, у рассматриваемой системы должны быть различные варианты возможного развития, которые нельзя предсказать заранее. В рассматриваемой системе к таким возможным процессам относятся: оползни, сели, обвалы, паводки. В зависимости от конкретных условий процессы могут быть разной степени интенсивности. Ниже кратко рассмотрим некоторые понятия синергетики, которые используются нами при дальнейшем изложении материала. Работа базируется на методах системного анализа и обобщения имеющихся материалов с использованием синергетического подхода. Основой для выполнения работы явились фондовые, архивные материалы и опубликованные литературные источники по тематике исследования (отечественные и зарубежные).

*Общие сведения о синергетике.* Впервые термин «синергетика» ввел в научный оборот Ричард Фулер (1895-1983). Он понимал под синергетикой геодезическую синергию, то есть новую векторную геометрию следствием которой являются так называемые геодезические «купола». Определение термина «синергетика» (от греческого «синергос» – сов-

местно действующий), близкое к современному пониманию, сформулировал немецкий физик-теоретик Г. Хакен в книге «Тайны природы. Синергетика – учение о взаимодействии» [7]. Г. Хакена и считают основоположником синергетического направления. Существенную теоретическую поддержку синергизму оказала неравновесная термодинамика, которую развил бельгийский физик и химик, нобелевский лауреат по химии (1977 г.), автор многих фундаментальных работ И. Пригожин. Он ввел в науку термин «диссипативная система» – открытая система, возникающая в неравновесной системе [6]. Суть синергетического процесса в том, что в нем поведение сложной системы становится нелинейной и неустойчивой. В условиях сильного внешнего воздействия такая система попадает в состояние, которую называют «точкой бифуркации». Отличительная особенность данного состояния в том, что в дальнейшем возникает множество вариантов для развития системы. И система выбирает вариант, отличающийся от других большей устойчивостью, и, соответственно, переходит в новое устойчивое состояние с образованием новой структуры (аттрактор – путь развития). При переходе из одного состояния в другое в открытых системах происходит уменьшение энтропии, в отличие от закрытых систем, где наоборот происходит ее рост. Одним из главных условий протекания синергетических процессов – открытость системы и возможность обмена веществом и энергией с окружающей средой. Синергетический подход может быть применен только к тем, которые удовлетворяются условиям открытости, неравновесности и нелинейности. Именно, исходя из этих условий, можно определить применимость данного подхода для решения тех или иных проблем. В настоящее время синергетический подход широко используется в решении актуальных задач во многих областях, в частности, при разработке шельфовых месторождений УВ, технологий строительства подводных трубопроводов, транспортировке по ним продукции морских месторождений, поиске и разведке новых месторождений, а также при решении проблем, связанных с проявлением опасных геодинамических процессов при эксплуатации месторождений. В данной статье рассматривается проблема возникновения и развития геодинамических процессов природного характера с применением синергетического подхода. В открытых сложных системах в неравновесных условиях, как отмечает И. Пригожин, возникают эффекты, приводящие не к возрастанию энтропии, а к синергетическому поведению элементов системы, способствующей к многократному усилению интенсивности процессов и явлений [6]. К таким процессам можно отнести оползни, сели, паводки, оседание земной поверхности и техногенная сейсмичность при эксплуатации скважин.

***Синергизм природных геодинамических процессов (оползней и селей).*** Природные процессы обычно подразделяются на процессы, проявляющиеся в замкнутых и открытых системах. В конечном счете, первые приводят к установлению равновесного состояния, развиваясь в направлении возрастания энтропии, а вторые, наоборот, развиваются в направлении убывания энтропии, что в моменты неустойчивости приводит к формированию новых самоорганизаций. Именно ко вторым можно отнести оползне-селевые процессы, протекающие в сложных открытых системах и обменивающиеся с внешней средой. За счет притока энергии извне здесь происходит усиление неустойчивости, разрушение прежней структуры и возникновение новой [7].

Проявления селевых и оползневых процессов на территории ЧР достаточно активны. Такой опасности подвержены коммуникации населенных пунктов, автодороги. Большой

ущерб наносится ландшафтам и инфраструктуре горных районов. На территории ЧР широко развиты все современные экзогенные геологические процессы: сейсмодетонации, просадки, оползни, обвалы, сели, карсты, эрозия, суффозия и др. Интенсивность оползней во многом определяется свойствами горных пород, слагающих земную кору конкретной территории. Оползневые процессы на территории ЧР посвящен ряд научных статей [1-2]. В данной работе акцентируется внимание на синергизме проявления этих процессов.

Синергетический характер природных явлений выражается в провоцировании одним явлением ряда других опасных процессов. К примеру, землетрясение или длительные ливневые осадки могут провоцировать одновременное проявление паводков, селей, оползней и обвалов. Масса горных пород с оползневой зоны может служить материалом для селей. Синергетический эффект значительно увеличится при одновременном проявлении селевых и оползневых процессов в случае совпадения или близости зон их реализации [3].

Синергетический эффект проявления экзогенных процессов по территории ЧР наиболее характерен для района Черных гор в пределах выхода на поверхность терригенных пород (в основном, глинистых), где в условиях глубокой эрозионной расчлененности рельефа и значительного количества осадков, активные оползневые процессы развиты на северных склонах гор, к которым обычно приурочены и селевые потоки. Здесь получило развитие различные типы оползней – консеквентные оползни скольжения, оползни течения и блокового типа [1].

В большей степени *оползневые процессы* распространены в восточной и юго-восточной частях района Черных гор, где периодически активизируются оползни в весенне-осенний период из-за увеличения атмосферных осадков и таяния снегов горах. Активное проявление оползней предопределяется особенностями геологического строения, интенсивностью неотектонических и современных движений земной коры. На основе результатов повторного нивелирования установлен интенсивный современный подъем отдельных локальных структур (Северо-Беноевская и др.), в пределах которых отмечена наибольшая активность оползневых процессов. В районе находит широкое распространение глинистые породы, преимущественно сарматского возраста, на фоне моноклиальной структуры, осложненной целым рядом антиклинальных складок. Глинистые пласты полого падают на север преимущественно под углом 15-25 градусов. Здесь явно прослеживается зависимость оползневых процессов от слагающих район литологических разностей горных пород. Активные их проявления приурочены преимущественно к центральной зоне района, в геологическом строении которой принимают участие сарматские отложения, представленные глинами (зона расположения населенных пунктов Зандак, Гиляны, Саясан, Энгеной, Чечел-хи и др.). [2]. С 60-х годов XX века в исследуемом районе неоднократно активизировались оползневые процессы, нанеся значительный ущерб инфраструктуре целого ряда населенных пунктов (Энгеной, Саясан, Беноев, Чечел-хе, Хочи-Ара, Гиляны и др.).

Несмотря на многолетний опыт исследования и прогнозирования оползневых процессов, их периодически наблюдающаяся активизация наносит значительный материальный ущерб, вызывает проблемы в дальнейшем развитии инфраструктуры населенных пунктов и в целом всего исследуемого района. В связи, с чем весьма актуальными остаются проблемы, связанные с разработкой научно-обоснованных методов прогноза этих процессов, а также совершенствованием существующих и разработкой новых методов борьбы с оползнями. Решение этой задачи в общем виде не представляется возможным, так как в каждом

отдельном случае проявляются специфические особенности исследуемой территории, обусловленные множеством факторов, которые необходимо учитывать [8].

В целом методы борьбы с оползнями имеют общую теоретическую основу и при учете особенностей данной местности могут быть использованы в практических целях.

Что касается *селевых процессов*, то они по своему механизму зарождения подразделяются на три типа: эрозионные, прорывные и обвально-оползневые.

Изучаемая территория по активности проявления *селевых потоков* делится на селеопасные районы 4-х категорий [2, 4].

К Пастбищному и Лесистому хребтам приурочены селеопасные районы IV категории. Очаги имеют небольшую протяженность, сели формируются редко и малой мощности (рисунок 1).



**Рис. 1.** Оползне-селевые процессы в юго-восточной части ЧР (с. Харачой, фото Гакаева Р.А.).

К этому району относятся и основные участки проявления оползней на территории ЧР [1, 2]. Формированию селей здесь препятствует сильная дренированность территории, обусловленная закарстованностью известняков, и залесенность склонов. В местах, где имеются значительные уклоны русел, наличие рыхлого материала или глинистых, легко разрушающихся пород, формируются небольшие наносоводные селевые потоки, вызванные ливнями высокой интенсивности. Возможно также образование селей в районах лесоразработок и строительства [5].

В связи со слабой изученностью данных селевых бассейнов сведения о селеопасном периоде и повторяемости селевых потоков практически отсутствуют.

#### **Заключение.**

Синергизм оползне-селевых процессов на рассматриваемой территории заключается в их одновременном и совместном проявлении, тем самым усиливая интенсивность их протекания. Синергетический эффект в большей степени характерен для блоковых оползней и обвально-оползневых селей, когда материалом для селей служит горная масса с близко расположенного оползневого участка. Проявления селевых и оползневых процессов на территории ЧР достаточно активны. При этом большой ущерб наносится ландшафтам и инфраструктуре горных районов. Такой опасности подвержены коммуникации населенных пунктов, межпоселковые и межрайонные автодороги. Степень активности реализации оползней главным образом предопределяется литологическими, геоморфологическими, климатическими факторами и интенсивностью современных движений земной коры.

Дальнейшие исследования данных и других экзогенных процессов в аспекте синергизма имеет большое практическое и теоретическое значение. На этой основе возможны различные теоретические обобщения, которые, в свою очередь, могут способствовать разработке методов прогноза этих процессов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гакаев Р.А., Даукаев А.А. Структурно-тектонические условия оползнеобразования Бенойской зоны ЧР//Сборник научных трудов КНИИ РАН. Вып. 2. Грозный, 2009. С. 217-221.
2. Дадашев Р.Х., Даукаев А.А. Оползневые процессы в юго-восточной части ЧР и меры борьбы с ними // Труды КНИИ РАН. Грозный: 2015. С. 207-213.
3. Джаппуев Д.Р., Гедуева М.М., Хутуев А.М. Возможные синергетические проявления при реализации опасных экзогенных процессов для некоторых геосистем Кабардино-Балкарской Республики // Геолого-геофизические исследования Кавказа: Геология и геофизика Кавказа: Современные вызовы и методы исследований / Коллективная монография. Владикавказ, 2017. С. 282-288.
4. Караваев В.А., Черноморец С.С. IV Международная конференция «Селевые потоки: катастрофы, риски» // Геоморфология. 2017. №2. С. 92-95.
5. Керимов И.А., Гакаев Р.А., Даукаев А.А., Гацаева Л.С. Сели и их проявление в Чеченской Республике // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Грозный: Академия наук Чеченской Республики 2011. С. 433-434.
6. Пригожин И.Р., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой: Пер. с англ./ Общ. ред. В. И. Аршинова, Ю.Л. Климонтовича и Ю. В. Сачкова. М.: Прогресс, 1986. 432 с.
7. Хакен Г. Синергетика. Иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. М.: Мир. 1985. 424 с.
8. Daukaev A.A., Dadashev R Kh, Gatsaeva L.S, Gakaev R.A Landslides and mudflows in the Chechen Republic: synergetic aspects // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. №378 (2019) 012084

#### REFERENCES

1. Gakaev R.A. Daukaev A.A. Structural and tectonic conditions of landslide formation of the Benoy zone of the CR//Collection of scientific papers of the Research Institute of the Russian Academy of Sciences. Issue 2. Grozny, 2009. Pp. 217-221.
2. Dadashev R.H., Daukaev A.A. Landslide processes in the south-eastern part of the CR and measures to combat them // Proceedings of the Research Institute of the Russian Academy of Sciences. Grozny: 2015. Pp. 207-213.
3. Dzhappuev D.R., Gedueva M.M., Hutuev A.M. Possible synergetic manifestations in the implementation of dangerous exogenous processes for some geosystems of the Kabardino-Balkarian Republic // Geological and geophysical studies of the Caucasus: Geology and Geophysics of the Caucasus: Modern challenges and research methods / Collective monograph. Vladikavkaz, 2017. Pp. 282-288.

4. Karavaev V.A., Chernomorets S.S. IV International Conference "Mudflows: catastrophes, risks" // *Geomorphology*. 2017. № 2. Pp. 92-95.
5. Kerimov I.A., Gakaev R.A., Daukaev A.A., Gatsaeva L.S. Villages and their manifestation in the Chechen Republic // *Modern problems of geology, geophysics and geoecology of the North Caucasus*. Grozny: Academy of Sciences of the Chechen Republic 2011. Pp. 433-434.
6. Prigozhin I.R., Stengers I. Order from chaos: A new dialogue of man with nature: Translated from English/ General ed. V. I. Arshinov, Y. L. Klimontovich and Y. V. Sachkov. M.: Progress, 1986. 432 p.
7. Haken G. Synergetics. Hierarchies of instabilities in self-organizing systems and devices. Moscow: Mir. 1985. 424 p.
8. Daukaev A.A., Dadashev R Kh, Gatsaeva L.S, Gakaev R.A Landslides and mudflows in the Chechen Republic: synergetic aspects // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. №378 (2019) 012084