УДК 504.4+551.4.042
DOI 10.23671/VNC.2019.4.43336

ОБЗОР СЕЛЕПРОЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ЗА ПЕРИОД С 2011 ПО 2017 ГГ.

Д.Р. Джаппуев[*], М.М. Гедуева[**]

Аннотация. *В данной работе приводятся результаты обследований полевых выездов и экспедиционных работ, проведенных ЦГИ КБНЦ РАН после сходов селей и микроселей за период с 2011 по 2017 гг. на территории Кабардино-Балкарской Республики в рамках комплексных исследований подверженности геосистем КБР опасным экзогенным процессам, проводимых в Центре географических исследований КБНЦ РАН. Приведены и проанализированы факты селепроявлений и паводков в горной, предгорной и на равнинной части республики на реках Баксанского, Безенгийского и Черекского ущелий с точки зрения фактической их опасности, а также в Зольском районе.*

Ключевые слова: *объем селя, селевой поток, микросель, наносоводные паводки, селевые отложения, грязекаменная масса, сходы селевых потоков, селепропускной канал.*

Селевые потоки на Кавказе – явление довольное частое. Проявления селей наблюдаются почти во всех ее горных регионах. Сели наносят нередко непоправимый экономический урон и что особенно тревожно – приводят к человеческим жертвам. Сток в бассейнах горных рек формируется за счет таяния снега, ледников, дождей. Эта проблема была и остается актуальной, поскольку в условиях изменяющегося климата селепроявления в последние годы наблюдаются даже в тех речных бассейнах, где ранее они не сходили. В рамках данной статьи мы хотим провести анализ и показать, какие имелись климатические изменения за рассматриваемый период и как это отразилось на селевой активности и их масштабах.

Для территории Кабардино-Балкарской Республики в рассматриваемый период наблюдались сели, вызванные ливневыми осадками, аномальным таянием ледников при повышенном температурном фоне, а также прорывами озер. По крайней мере, за период проводившихся наблюдений с 2011 по 2017 гг. сходы селевых потоков на территории республики были зафиксированы после прохождения кратковременных или длительных (от 2 часов до 2 суток) ливневых осадков в районе схода селя.

Так, в 2011 г. наблюдались массовые сходы селевых потоков практически во всех ущельях КБР – Баксан, Чегем, Черек. Сели объемом выноса более 100 тыс. м^3 сошли в бассейнах рек Герхожан-Су (*рис. 1а*), Куллумкол-Су (бассейн р. Баксан) и Гюльчи-Су (бассейн р. Черек Балкарский); менее 100 тыс. м^3 сошли по долинам рек Адай-Су, Гитче-Наратлы, Циркли, Тарташла, Азау, Тютю-Су, когда наблюдались заносы автодорог, газо- и водопроводов, разрушения временных построек [1].

По реке Герхажан-Су в результате высокой температуры воздуха и прошедшего ливневого дождя произошел сход селевого потока. Селевой поток прошел по селепропускному лотку в г. Тырныауз в р. Баксан. В результате схода селевого потока погибших и пострадавших нет, разрушений нет, жизнедеятельность населения не нарушена. Селепропускной канал обеспечил безаварийное прохождение селя (*рис. 1а*).

В 2017 году, по информации МЧС КБР, в результате таяния ледников в горах, по руслу реки Герхожан-Су снова прошел селевой поток. Как видно на *рис. 1б*, грязекаменная масса уже прошла, практически переполняя селепропускной лоток, а местами даже имели место быть выплески через борт. Уровень селевого потока был настолько высок, что, как видно из сравнения (*рис. 1а* и *рис. 1б*), пешеходный мост через реку был снесен.

По данным [2] 14 и 15 августа 2017 г. на г. Тырныауз сошли селевые потоки р. Герхожан-Су, которые нанесли значительный ущерб. Селевые потоки р. Герхожан-Су в 2017 г., как и в 2000 и 2011 гг., стали следствием длительных высоких летних температур воздуха в год схода селя и в год, предшествующий ему. 14 августа 2017 г. произошел сброс воды из полостей ледника с формированием водного паводка и селевого потока. Сель 15 августа 2017 г. стал следствием обрушений склонов, подрезанных селем 14 августа, и формирования заторов в русле. Объем селевых отложений на конусе выноса р. Герхожан-Су в 2017 г. составил около 500–600 тыс. м^3, что почти в 4 раза меньше, чем в 2000 г. и почти в 3 раза больше, чем в 2011 г. Селевыми отложениями была подпружена р. Баксан, и в результате подтоплены несколько домов и затоплен мост [2].

По площади селевых отложений отличился конус выноса Куллумкол-Су, где общая площадь зоны отложений составила 160 тыс. м^2, он и явился в 2011 году самым крупным селевым потоком.

В 2014 году пик ливневых осадков, приведших к возникновению чрезвычайной ситуации на большей части территории КБР, пришелся на май месяц. Непогода, сложившаяся во второй (13 мая),

** Джаппуев Дахир Ратминович – н. с., Центр географических исследований КБНЦ РАН, «Национальный парк «Приэльбрусье» (dakhirdjappuev@mail.ru).*
*** Гедуева Марьяна Мартиновна – к. г. н., ст. н. с., Центр географических исследований КБНЦ РАН (m.gyaurgieva@mail.ru).*

Таблица 1

Сводный каталог селепроявлений 2011 г. в бассейнах рек Баксан, Чегем, Черек Балкарский [1]

№ по Кадастру [6]	Селевой бассейн	Селевой бассейн меньшего порядка	Объем выноса, тыс. $м^3$	Дополнительные сведения
р. Баксан				
2–28	Малая Азау	–	15–18	Прорыв озера
2–35	Адыл-Су	Джанкуат (по двум селевым руслам)	5–6	Врез в морене ледника Койавган
			1–3	Врез в морене ледника Виатау
2–37	Андырчи		–	Сошло 4 микроселя
2–39	Курмычи		–	–
	–	–	–	Сошло 6 микроселей с левого склона
	–	–	–	Сошел 1 микросель с правого склона
2–40	Адыр-Су	Куллумкол-Су	250–300	Селевой процесс продолжался более трех дней
		Джаловчат		Сошло три микроселя с правого склона
2–44	Тютю-Су	–	25–30	Сошел поток с ледника Большой Тютю (левая ветвь)
2–45	Герхожан-Су	–	200	сель
		Каярты-Су	–	
р. Чегем				
3–45	Адай-Су		15–20	
3–46	Кийикчи-Су		6–7	
3–47	Ырхыкол		6–7	
Черек Балкарский				
4–18	Гитче-Наратлы	–	более 10	Площадь обвального массива 0,15 $км^2$
4–41	Сулдур-Су	–	5	Точная дата схода неизвестна (21.07 или 22.07)
4–50	Циркли	–	10–15	–
4–50	Тарташла	–	3–40	–
4–51	Гюльчи-Су	–	до 200	Максимальный размер глыб до 13 м
4–53	Рцывашки	–	–	–
		–	–	С левого склона сошло 4 микроселя
		–	–	С правого склона сошло 2 микроселя, с водосбора 1-го порядка сошел 1 селевой поток

Таблица 2

Последствия схода ливневых осадков в мае 2014 года [7]

№ п|п	Причина схода ОПП. Дата схода	Административный район	ОПП (вид и характеристики)	Объекты НХО	
				линейные	площадные
1	Ливни 13 мая 2014	Черекский	Сели	51км а/д с. В. Балкария	
2		То же.	Наносоводные паводки, оползни	а/д и с. В. Жемтала	мост
3	Ливни 21 мая 2014	То же. Временные водотоки	Микросели обвалы и осыпи камнепады	а/д Голубые озера – с В.Балкария	
4		То же		а/д и газопровод ниже с В. Балкария	
5		То же.	сели	а/д внутри села	Левобережная часть с. В. Балкария
6			сели	а/д внутри села	мост и центр. правобережная часть с. В. Балкария
7		Чегемский	сели		с. Булунгу
8	Ливни 21 мая 2014	Баксанский	Микросели, наносоводные паводки	а/д между г. Нальчик и Пятигорск (участок в с. Куба-Таба)	сс. Куба-Таба, Н. Куркужин, Крем-Константиновка
9		Зольский	То же		сс. Малка, Камлюко и Приречное
10		Баксанский	То же		сс. Карагач и Алтуд
11		Ставропольский край	То же	а/д между г.г. Нальчик и Пятигорск (участок за с. Прогресс)	
12		То же	То же		сс. Этока, Тамбукан

Примечания: а/д - автодорога; в.- верхняя; с.- село.

***Рис. 1: а* – отложения твердого материала после схода селя по р. Герхожан-Су в 2011 г. (фото ГУ МЧС России по КБР, 03.08.2011 г.); *б* – отложения селевого потока после схода селя 14–15.08.2017 г. Фото авторов**

третьей (21 мая) и четвертой (29 мая) неделях мая 2014 года, стала причиной разрушения дорог и мостов, объектов инженерной и коммунальной инфраструктур, гибели значительной площади сельхозугодий, создала угрозу нарушения работы систем жизнеобеспечения и подтопления сел на территории КБР.

В Зольском районе в результате продолжительных ливней 29 мая 2014 г. были подтоплены несколько населенных пунктов: селения Малка, Этоко (размыв дорожного полотна), Камлюково и Приречная (*табл. 2*). По данным обследований, в с. Камлюково подтопленными оказались 30 частных домовладений, в Этоко – 25, в Приречном – 18, в Малке – 16. В селах Куба-Таба, Нижний Куркужин и Крем-Константиновка Баксанского района в результате большого количества осадков произошли размывы автодорог, разрушения коммунальной и инженерной инфраструктур, оказались подтопленными дома. Больше всего пострадало село Куба-Таба в результате прохождения мощного ливня с градом. Стихия нанесла значительный ущерб имуществу сельских жителей (*рис. 2*). Вода унесла мелкий домашний скот, автомобили. Был также поврежден газопровод высокого давления в районе моста. В селении Куба-Таба подтопило 25 домовладений и первые этажи. Из-за ливневых осадков произошел также сход наносоводных паводков на проезжую часть федеральной автодороги «Кавказ». Чрезвычайная ситуация затронула 413–417-й км трассы, проходящей по территории КБР, недалеко от границы со Ставропольском краем [7]. Наиболее сложная ситуация сложилась в Черекском районе при въезде и в самом селе Верхняя Балкария. Селевой поток по реке Курунгу-Су (*рис. 3*) размыл участок дороги на 51-ом км автотрассы «Урвань – Уштулу». Две трубы, служащие своеобразным мостом через дорогу, были забиты карчем и грязевой массой.

Валуны, несущиеся потоком, срезали около 40 м асфальтированной дороги, в результате образовалась глубокая рытвина (*рис. 3*). Населенный пункт был отрезан от остальной части республики более чем на сутки.

Селевыми потоками рр. Хашха-Су, Курноят-Су и Турмет-Су было подтоплено 83 приусадебных участка с. В. Балкария, частично размыты и повреждены три мостовых проезда (*рис. 4*), смыто дорожное полотно на трех улицах [3]. Также микросель сошел и по левому притоку реки Черек Балкарский – Саурдан-Су, перед въездом в село Верхняя Балкария.

В тот же день, 21.05.2014 г., сели наблюдались по двум левым притокам р. Черек Безенгийский – Кишлык-Су в районе села Безенги и по Шыки-Су в районе погранзаставы (*рис. 5*), где был разрушен мост, соединяющий дорогу с верховьями Безенгийского ущелья [3].

***Рис. 2.* Последствия паводка, прошедшего 29 мая 2014 г. в селении Куба-Таба. Фото авторов**

Рис. 3. **Размытый селевым потоком по р. Курунгу-Су участок автодороги «Урвань – Уштулу» при въезде в село Верхняя Балкария (фото ГУ МЧС России по КБР, 21.05.2014 г.)**

Около погранзаставы селевой массой объемом до 10 тыс. м^3 был заполнен подмостовой габарит моста через р. Шыки-Су, с одновременным прорывом водопровода (*рис. 5*) [4].

Объем селя по Кишлык-Су составил около 10 тыс. м^3, при этом наблюдался занос грязевыми массами кошары и дороги на выезде из с. Безенги в сторону альплагеря на участке протяженностью 150–180 м. Произошел прорыв газопровода [4].

Серьезная обстановка сложилась и в Чегемском районе, где произошел смыв дороги «Чегем 2 – Булунгу» на двух участках, протяженностью 150 и 125 м, между реками Абардан-Су и Быкмылгы-Су и ниже устья реки Быкмылгы-Су, а также разрыв газопровода. Селевые потоки, сошедшие по вышеуказанным двум притокам, объемами выносов в 15 и 20 тыс. м^3, подпрудили реку Чегем, это вызвало повышение уровня воды до 4 м, что привело к смещению русла реки Чегем [3].

На многочисленных участках отложениями селей и оплывин были занесены дороги «Бабугент – Безенги», «Безенги – альплагерь» и разрушен мост около погранзаставы «Урвань – Уштулу», «Чегем 2 – Булунгу», повреждены мосты через реку Чегем и реку Абардан-Су [3].

В Тызыльском ущелье селевыми потоками повреждены опоры двух мостов в районе «Солнечный», подмыта опора водопровода и нарушено водоснабжение с.п. Кенделен.

Также на участках склонов бассейна реки Перюкол-Су (бассейн р. Баксан), где в 2014 г. сошли оплывины, послужившие уже в следующем году материалом для формирования селевого потока 25 июня 2015 г. Толчком для схода селя послужили дождевые осадки, выпадавшие в течение всего июня 2015 г. Селевыми отложениями был занесен участок федеральной автодороги «Прохладный – Эльбрус» на протяжении 140 м [3, 4].

В 2015 году из-за ливневых осадков сходы селей наблюдались и в других районах республики. В Баксанском ущелье это балки Большой Мукулан и Малый Мукулан. В ущелье Черек Безенгийский

Рис. 4. **Разрушенный селем участок асфальтированной дороги в с. Верхняя Балкария и занос моста через реку Курноят-Су селевыми отложениями. Фото Е.В. Кюль, 2014 г.**

в результате сходов селей в июле 2015 г. была перекрыта отложениями единственная дорога, ведущая к альплагерю «Безенги», более чем на 500 м. Селевые потоки сошли по двум притокам Черека Безенгийского – Урель-Су и Гитче-Наратлы. При этом, рыхлая селевая масса, сошедшая по Урель-Су из-за пологого участка русла в месте пересечения его с дорогой, вышла из берегов и отложилась на полотне дороги (*рис. 6а*).

Рис. 5. **Сход селя по р. Шыки-Су в районе погранзаставы 21.05.2014 г. Фото авторов**

Результаты оконтуривания селевых отложений по Урель-Су с помощью GPS-навигатора, дополненные необходимыми расчетами, дают основание говорить об объемах селей в 10–15 тыс. м^3 (*рис. 6б*)

Объемы селя по руслу Гитче-Наратлы в 2015 г. по нашим оценкам составили около 12–15 тыс. м^3. Сходы селей по данному руслу наблюдаются практически ежегодно.

После прохождения ливней 24 июня 2016 г. сели и микросели наблюдались в ущелье Черека Безенгийского. Из-за схода микроселей на 14-м километре автомобильной дороги «Бабугент – Безенги» полностью было перекрыто 200 метров дороги к селу Безенги.

Селевой массой, сошедшей по левому притоку реки Кара-Су, 24 июня 2016 г. были занесены приусадебные участки в селе Карасу, частично разрушены хозяйственные постройки (*рис. 7*). Обследования непосредственно на местности после схода селя показали, что поток сформировался в результате прохождения ливней накануне, за счет оползания участка склона по правому берегу вниз по течению. Этот оползневой участок расположен на расстоянии около 1 000 м выше села. По нашим инструментальным замерам, объемы отложенного материала можно оценить до 100 тыс. м^3.

После схода селевого потока было запланировано строительство селепропускного лотка по данному руслу.

В 2017 году обильные ливневые осадки привели к сходам селей и селеподобным паводкам на основных реках республики. Так, 5 июля 2017 г. из-за сильных осадков в Черекском ущелье была размыта на 60 м дорога, которая ведет к альпинистскому лагерю «Безенги». Также размыт участок дороги Урвань – Верхняя Балкария – Уштулу с появлением промоины на 400-метровом участке дороги.

Самым катастрофическим по своим последствиям за весь период с 2011 по 2017 годы явился селевой поток, сошедший с верховьев реки Адыл-Су.

Много споров на сегодняшний день о том, имели ли место быть селевые потоки подобного характера по своим проявлениям и масштабам по данному руслу, хотя имеются работы, где приводятся даже конкретные годы и объемы селевых потоков в 1958,1959 и 1960 гг. [10], тем не менее некоторые специалисты возможность подобного оспаривают. Наиболее подробно этот вопрос мы освещали в одной из своих предыдущих работ [8]. Много было споров и о том, возможно ли технически решить вопрос безопасного спуска озера Башкара, хотя предлагались даже конкретные рекомендации некоторых специалистов в этой области о методике проведения подобных работ, и, как они утверждали, вопрос прорыва озера был лишь вопросом вре-

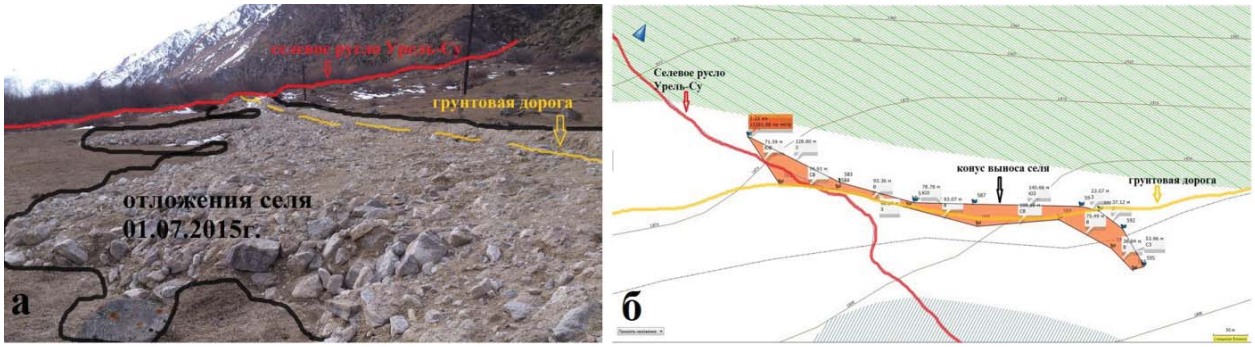

Рис. 6: а **– отложения твердого материала после схода селя по р. Урель-Су в июле 2015 г. Фото автора (март, 2016 г.);**
б – карта-схема с отметками GPS по контуру конуса выноса р. Урель-Су 01.07.2015 г.

Рис. 7. **Селевые отложения в русле левого притока р. Кара-Су без названия (Хумалан-Су (не офиц.) в районе села Карасу. После схода селя 24.06.2016 г. Фото авторов.**

Рис. 8. **Последствия схода селевого потока по р. Адыл-Су. Фото авторов**

Рис. 9: а **– озеро Башкара за неделю до прорыва. Фото Карины Лагодиенко, 2017 г.;** ***б*** **– состояние озера Башкара в июле 2014 г. Фото авторов**

мени [5]. В итоге ничего предпринято не было, не только в вопросе полного устранения данной проблемы, но даже в элементарном предупреждении населения об угрозе в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

В ночь с 31 августа на 1 сентября 2017 года все-таки произошел прорыв озера Башкара с образованием катастрофического селя по реке Адыл-Су и далее по реке Баксан, в результате которого погибло три человека и был нанесен значительный урон инфраструктуре как самого ущелья Адыл-су, так в целом и Баксанского (*рис. 8*). Пять населенных пунктов в течение нескольких дней оставались отрезанными от внешнего мира, без электричества и газоснабжения. В СМИ проходила информация о том, что среди более чем 7,5 тысячи отрезанных от внешнего мира человек 260 – иностранные туристы.

Рис. 10. **Падение уровня воды после его прорыва. Фото взято с сайта https://www.risk.ru/blog/212487**

Как видно на *рис. 9а,* отметка уровня воды в озере была, очевидно, критической, но ничего казалось бы, не предвещало неотвратимой опасности, так как обычно в летний период уровень воды заметно поднимался и с наступлением холодов шел на спад. Для сравнения мы привели снимок (*рис. 9*), который был сделан в период летнего снеготаяния в разные годы. На нем видно, что в 2017 году уровень озера гораздо выше, чем в сравниваемый 2014 год. Но состояние озера, очевидно, требовало повышенного внимания. Спусковым крючком стал ливневый дождь. По данным автоматической метеостанции, установленной на базе МГУ «Джанкуат», в ночь на 31 августа, после 20 часов выпало более 100 мм осадков, при том что месячная норма в августе здесь составляет около 80 мм.

Непосредственно после событий 1-го сентября нами были проведены полевые, натурные обследования местности и проведен предварительный анализ масштабов случившегося [9]. По нашим оценкам, основанным на результатах обработки измерительных работ, из озера было сброшено до 1 млн м^3 воды. При этом падение уровня воды в озере после его прорыва было значительным как это видно из *рис.10*, по нашим оценкам оно составило около 20 метров [9].

Учитывая сегодняшние изменения климатических условий, современный этап деградации ледников, необходимо все более ответственно подходить к мониторингу ОЭП, проводить стационарные наблюдения, как за состоянием самих ледников, так и примыкающих к ним озер. Важно принимать во внимание возможные синергетические условия возникновения чрезвычайных ситуаций и принимать необходимые меры по их предупреждению, а возможно и предотвращению, чтобы избегать в дальнейшем подобных катастроф.

ЛИТЕРАТУРА

1. Докукин Д.М., Савернюк Е.А., Колычев А.Г. и др. *О селях 2011 года на Северном склоне Центрального Кавказа // Геориск. № 2. 2013. С. 30–40.*

2. Докукин М.Д., Беккиев М.Ю., Богаченко Е.М., Калов Р.Х., Савернюк Е.А., Хаджиев М.М. *Селевые потоки 14–15 августа 2017 г. в бассейне р. Герхожан-Су (Центральный Кавказ): условия и причины формирования, динамика, последствия // Журнал «Геориск», том XII, № 3, 2018 г.*

3. Докукин М.Д., Савернюк Е.А., Калов Р.Х., Богаченко Е.М., Балахонская А.А. *Массовый сход селей 21 мая 2014 г. в Кабардино-Балкарии и его последствия. в сборнике «Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита: Материалы IV Международной конференции» (Россия, г. Иркутск – пос. Аршан (Республика Бурятия), 6–10 сентября 2016 г.): Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН Иркутск, с. 63–67.*

4. Доклад *о состоянии и охране окружающей среды в Кабардино-Балкарской Республике в 2014 году. Министерство природных ресурсов и экологии КБР. – Нальчик, 2015. 311 с.*

5. Залиханов М.Ч. Анахаев К.Н., Недугов А.Н. *О селеопасном озере Башкара // Метеорология и гидрология, 2009. № 2. С. 89–92.*

6. Кадастр *селевой опасности Юга европейской части России. Кондратьева Н.В., Аджиев А.Х., Беккиев М.Ю., Гедуева (Гяургиева) М.М., и др. Москва: Феория. – Нальчик: Печатный двор, 2015. 148 с*

7. Кюль Е.В., Гяургиева М.М., Борисова Н.А., Джаппуев Д.Р. *Причины схода наносоводных паводков в некоторых низкогорных и предгорных районах КБР в мае 2014 года (на примере сёл Куба-Таба и Верхняя Жемтала) на основе анализа метеорологической ситуации // Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа IV Международная научно-практическая конференция. Посвящена 65-летию д. ф.-м. н., профессора, почетного деятеля науки и техники Российской Федерации, заслуженного деятеля науки Республики Северная Осетия-Алания В.Б. Заалишвили. Ответственные редакторы: А.В. Николаев, В.Б. Заалишвили, 2014. С. 219–222.*

8. Марченко П.Е., Гедуева М.М., Джаппуев Д.Р. *Фактическая и потенциальная подверженность селевым процессам верховьев реки Баксан // Известия КБНЦ РАН. 2017. №3 (77). С. 33–43.*

9. Марченко П.Е., Гяургиева М.М., Джаппуев Д.Р., Керимов А.А. *Некоторые предварительные результаты анализа схода селя по реке Адылсу в Кабардино-Балкарской Республике 1 сентября 2017 года // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Коллективная монография по материалам VII Всероссийской научно-технической конференции, 2017. С. 393–403.*

10. Сейнова И.Б., Золотарев Е.А. *Ледники и сели Приэльбрусья: Эволюция оледенения и селевой активности // МГУ им. М.В. Ломоносова. Геогр. фак.; Науч. ред. С.М. Мягков. – М.: Науч. мир, 2001 г.*

AN OVERVIEW OF MUDFLOW ACTIVITY IN THE TERRITORY OF THE KABARDINO-BALKARIAN REPUBLIC FROM 2011 TO 2017.

D.R. Dzhappuev*, M.M. Gedueva**

** Center for Geographical, Kabardino-Balkarian Science Center of the Russian Academy of Sciences; National Park «Prielbrusye» (dakhirdjappuev@mail.ru).*

*** PhD, Center for Geographical, Kabardino-Balkarian Science Center of the Russian Academy of Sciences (m.gyaurgieva@mail.ru).*

Abstract. *This paper presents the results of field surveillance and fieldworks carried out by the Geographical Research Center of the Kabardino-Balkarian scientific center after the descent of mudflows and floods in the territory of the Kabardino-Balkarian Republic from 2011 to 2017. This research is a part of a comprehensive study on exposure of the geosystems to dangerous exogenous processes that is carried out in the Kabardino-Balkarian scientific center of the Russian Academy of Sciences. This study presents and analyzes mudflow and flood activity in terms of its actual danger in the mountainous, submontane and plain parts of the Kabardino-Balkarian Republic on the rivers of the Baksan gorge, the Bezengi gorge and the Cherek gorge as well as in the Zolsky district.*

Keywords: *mudflow volume, mudflow, micro mudflows, floods, mudflow deposits, mudstone, mudflow channel.*

REFERENCES

1. Dokukin D.M., Savernyuk E.A., Kolychev A.G. i dr. O selyakh 2011 goda na Severnom sklone Tsentral'nogo Kavkaza // Georisk. № 2. 2013. S. 30–40.

2. Dokukin M.D., Bekkiev M.Yu., Bogachenko E.M., Kalov R.Kh., Savernyuk E.A., Khadzhiev M.M. Selevye potoki 14–15 avgusta 2017 g. v basseyne r. Gerkhozhan-Su (Tsentral'nyy Kavkaz): usloviya i prichiny formirovaniya, dinamika, posledstviya // Zhurnal «Georisk», tom XII, № 3, 2018 g.

3. Dokukin M.D. Savernyuk E.A. Kalov R.Kh. Bogachenko E.M. Balakhonskaya A.A. Massovyy skhod seley 21 maya 2014 g. v Kabardino-Balkarii i ego posledstviya. v sbornike «Selevye potoki: katastrofy, risk, prognoz, zashchita: Materialy IV Mezhdunarodnoy konferentsii» (Rossiya, g. Irkutsk – pos. Arshan (Respublika Buryatiya), 6–10 sentyabrya 2016 g.):Izd-vo Instituta geografii im. V.B. Sochavy SO RAN Irkutsk, s. 63–67

4. Doklad o sostoyanii i okhrane okruzhayushchey sredy v Kabardino-Balkarskoy Respublike v 2014 godu. Ministerstvo prirodnykh resursov i ekologii KBR. – Nal'chik, 2015. 311 s.

5. Zalikhanov M.Ch. Anakhaev K.N., Nedugov A.N. O seleopasnom ozere Bashkara // Meteorologiya i gidrologiya, 2009. № 2. S. 89–92.

6. Kadastr selevoy opasnosti Yuga evropeyskoy chasti Rossii. Kondrat'yeva N.V., Adzhiev A.Kh., Bekkiev M.Yu., Gedueva (Gyaurgieva) M.M., i dr. Moskva: Feoriya. – Nal'chik: Pechatnyy dvor, 2015. 148 s

7. Kyul' E.V., Gyaurgieva M.M., Borisova N.A., Dzhappuev D.R. Prichiny skhoda nanosovodnykh pavodkov v nekotorykh nizkogornykh i predgornykh rayonakh KBR v mae 2014 goda (na primere sel Kuba-Taba i Verkhnyaya Zhemtala) na osnove analiza meteorologicheskoy situatsii // Opasnye prirodnye i tekhnogennye geologicheskie protsessy na gornykh i predgornykh territoriyakh Severnogo Kavkaza IV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. Posvyashchena 65-letiyu doktora fiziko-matematicheskikh nauk, professora, Pochetnogo deyatelya nauki i tekhniki Rossiyskoy Federatsii, Zasluzhennogo deyatelya nauki Respubliki Severnaya Osetiya-Alaniya V.B. Zaalishvili. Otvetstvennye redaktory: A.V. Nikolaev, V.B. Zaalishvili, 2014. S. 219–222.

8. Marchenko P.E., Gedueva M.M., Dzhappuev D.R. Fakticheskaya i potentsial'naya podverzhennost' selevym protsessam verkhov'yev reki Baksan // Izvestiya KBNTs RAN. 2017. №3 (77). S. 33–43.

9. Marchenko P.E., Gyaurgieva M.M., Dzhappuev D.R., Kerimov A.A. Nekotorye predvaritel'nye rezul'taty analiza skhoda selya po reke Adylsu v Kabardino-Balkarskoy Respublike 1 sentyabrya 2017 goda // Sovremennye problemy geologii, geofiziki i geoekologii Severnogo Kavkaza. Kollektivnaya monografiya po materialam VII Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, 2017. S. 393–403.

10. Seynova I.B.,Zolotarev E.A. Ledniki i seli Priel'brus'ya: Evolyutsiya oledeneniya i selevoy aktivnosti // MGU im. M.V. Lomonosova. Geogr. fak.; Nauch. red. S.M. Myagkov; – M.: Nauch. mir, 2001 g.

УДК 030/39
DOI 10.23671/VNC.2019.4.43337

ИЗВЛЕЧЕНИЕ Fe, Mn, Cu, Ni И Co ИЗ КЕКА, ПОЛУЧЕННОГО ПОСЛЕ СОДОВОГО СПЕКАНИЯ И ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ВОЛЬФРАМОВОГО КОНЦЕНТРАТА

Л.А. Воропанова[1], Ф.А. Гагиева[2], Н.Б. Кокоева[3], Д.Г. Коробейников[4], А.А. Шанаев[5], А.А. Попов[6]

Аннотация. *Дезактивация захороненных отходов представляет собой сложную научно-техническую проблему. Известны способы выщелачивания для извлечения металлов при переработке концентратов, промпродуктов и твердых отходов. Однако дальнейшие исследования по извлечению цветных металлов из отходов металлургического производства остаются актуальными.*

Кек, полученный после содового спекания и выщелачивания вольфрамового концентрата ПАО «Победит», отличается повышенным содержанием железа, кальция, кремния и марганца.

Целью исследования является создание эффективного способа более полного извлечения из кека в раствор Fe, Mn, Cu, Ni, Co и сохранения в кеке после выщелачивания Mo, W, Nb, Ta.

Окислением кека олеумом с последующим выщелачиванием раствором серной кислоты можно перевести в раствор Mn, Fe, Ni, Co и Cu. Извлечение составило:

Mn	Fe	Ni	Co	Cu	Al
75,29	91,64	93,33	95,56	92,59	99,03

Раствор после выщелачивания можно использовать для селективного извлечения Fe, Mn, Ni, Co и Cu.
Осадок после извлечения Mo, W, Ta, Nb может использоваться как сырье для производства стройматериалов.

Ключевые слова: *кек, спекание, выщелачивание, концентрат, вольфрам, железо, марганец*

ВВЕДЕНИЕ

Дезактивация захороненных отходов представляет собой сложную научно-техническую проблему, которая предполагает решение двух основных задач. Первая включает значительное снижение концентрации основного комплекса элементов с получением экологически безопасного твердого продукта, который может использоваться как сырье для производства стройматериалов. Вторая предусматривает концентрирование этого комплекса элементов с последующим выделением среди них группы экономически ценных металлов (W, Mo, Ta, Nb, Cu, Co, Ni, Mn и др.), имеющих рыночную стоимость [1].

Известны способы выщелачивания для извлечения металлов [2–5] при переработке концентратов, промпродуктов и твердых отходов. Однако дальнейшие исследования по извлечению цветных металлов из отходов металлургического производства остаются актуальными.

Кек, полученный после содового спекания и выщелачивания вольфрамового концентрата ПАО «Победит», отличается повышенным содержанием железа, кальция, кремния и марганца.

Целью данного исследования является создание эффективного способа более полного извлечения из кека в раствор Fe, Mn, Cu, Ni, Co и сохранения в кеке после выщелачивания Mo, W, Nb, Ta (*рис. 1*).

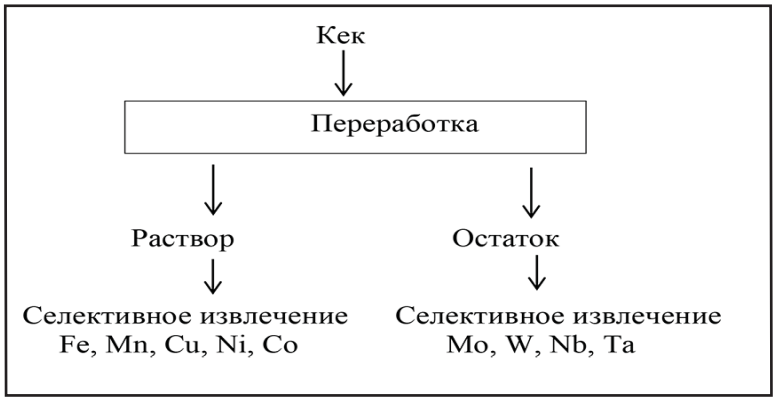

Рис. 1. **Схема переработки кека, полученного после содового спекания и выщелачивания вольфрамового концентрата, с целью разделения ценных компонентов**

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРЕРАБАТЫВАЕМОГО КЕКА

После разложения вольфрамовых концентратов путем спекания или сплавления с содой при температуре 800–850^0 С и последующего выщелачивания спека водой в кеке после выщелачивания остаются нерастворившиеся соединения.

[1] *Воропанова Лидия Алексеевна – д. т. н., профессор Северо-Кавказского горно-металлургического института (Государственного технологического университета) – СКГМИ (ГТУ) (lidia_metall@mail.ru).*
[2] *Гагиева Фатима Акимовна – к. т. н., ст. преподаватель СКГМИ (ГТУ).*
[3] *Кокоева Н.Б. – к. т. н., доцент СКГМИ (ГТУ).*
[4] *Коробейников Давид Георгиевич – студент Мэб – 17 СКГМИ (ГТУ).*
[5] *Шанаев Аслан Артурович – студент Мэб – 17 СКГМИ (ГТУ).*
[6] *Попов Александр Александрович – студент Мэб – 17 СКГМИ (ГТУ).*

Таблица 1

Элементарный состав пробы кека, % масс

Mn	Fe	Ca	Al	Ni	Co	Cu	SiO_2	W	Mo	Nb_2O_5	Ta_2O_5
5,2	7,0	14,6	3,1	0,075	0,022	0,17	18,3	0,3	0,002	0,4	0,3

Таблица 2

Mn	Fe	Ni	Co	Cu	Al	Ca	SiO_2
11,73	44,07	54,67	57,05	82,35	39,46	12,58	5,79

После квартования химический анализ изучаемой пробы кека проведен атомно-абсорбционным спектроскопическим методом, результаты которого приведены в *табл. 1*.

Из *табл. 1* видно, что проба кека отличается повышенным содержанием железа, кальция, кремния и марганца.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На *рис. 2* дана схема выщелачивания кека раствором серной кислоты с концентрацией 150 г/л, извлечение составило см. *табл. 2.*

Раствор серной кислоты, используемый для выщелачивания, разлагает карбонаты по реакции

$MeCO_3 + H_2SO_4 = MeSO_4 + H_2O + CO_2$

с образованием растворимых сульфатов железа, марганца, меди, кобальта и никеля, а также нерастворимого сульфата кальция.

Извлечение металлов можно повысить путем увеличения концентрации серной кислоты в растворе выщелачивания.

Окисление кека олеумом при 300^0 С и последующее нейтральное и сернокислотное выщелачивание позволяют более полно перевести в раствор Mn, Fe, Ni, Co, Cu и Al. Извлечение составило см. *табл. 3.*

Таблица 3

Mn	Fe	Ni	Co	Cu	Al
75,29	91,64	93,33	95,56	92,59	99,03

Для селективного извлечения Mn, Fe, Ni, Co и Cu из полученного раствора после выщелачивания можно использовать способы [4–9].

Металлы Mo, W, Ta и Nb остаются в осадке в виде не растворимых в кислом растворе соединений. Осадок после извлечения Mo, W, Ta, Nb может использоваться как сырье для производства стройматериалов [2, 4, 10, 11].

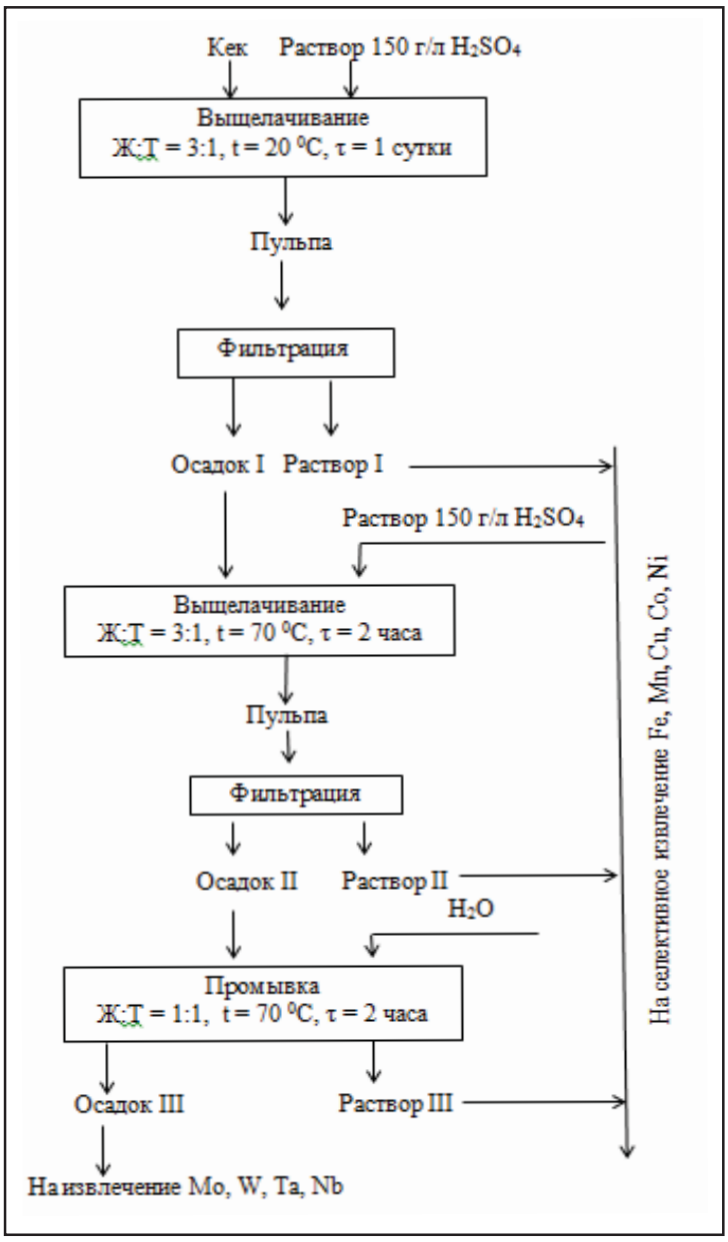

***Рис. 2.* Технологическая схема процесса извлечения Fe, Mn, Ni, Co и Cu**

ВЫВОДЫ

1. Окисление кека, полученного после содового спекания и выщелачивания вольфрамового концентрата, олеумом с последующим выщелачиванием раствором серной кислоты позволяет перевести в раствор Mn, Fe, Ni,Co и Cu. Их извлечение составило 75–99 % масс.

2. Раствор после выщелачивания можно использовать для селективного извлечения Fe, Mn, Ni, Co и Cu.

3. Осадок после извлечения Mo, W, Ta, Nb может использоваться как сырье для производства стройматериалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Винокуров С.Ф., Гурбанов А.Г., Богатиков О.А., Сычкова В.А., Шевченко А.В., Лексин А.Б., Дударов З.И. *Геохимические особенности утилизации захороненных отходов Тырныаузского вольфрамо-молибденового комбината методом кислого выщелачивания // Доклады Академии Наук, 2016, том 470, № 4, С. 344–347*

2. Вольдман Г.М., Зеликман А.Н. *Теория гидрометаллургических процессов. – М.: Металлургия, 1993. С. 139–157.*

3. Дриц М.Е., Будберг П.Б. и др. *Справочник. Свойства элементов. Том 1. С. 78.*

4. Воропанова Л.А. *Исследования и разработка технологий переработки отходов предприятий цветной металлургии // Монография, 2013. – Владикавказ: МАВР. 420 с.*

5. Бубнов В.К. и др. *Теория и практика добычи полезных ископаемых для комбинированных способов выщелачивания. – Целиноград, 1992. 544 с.*

6. Kyuchourov G., Mishonov I. *A new extractant mixture for recovery of copper from hydrochloric exching solution // Solv. Extr. andlon. Exch, 1993. V. 11. № 4, p. 555–567.*

7. Rokukawa N. *Sing ammoniac solutions from leaching cobalt cake //Mining and Mater Process Inst. Japan, 1993. V. 109. № 5. P. 373–377.*

8. Навтанович М.Л., Красников Г.П., Мутова Л.С. *Исследования в области металлургии никеля и кобальта и др. Научн. тр. – Ленинград, 1983. С. 106–113.*

9. Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г. *Металлургия редких металлов. – М.: Металлургия, 1991. 432 с.*

10. Воропанова Л.А. *Извлечение металлов из полиметаллического сырья с регенерацией основного (NH3) и кислого (HCl) реагентов // Экология и промышленность России, 2019. Т. 23. № 2. С. 52–54.*

11. Воропанова Л.А. *Теория и практика экстракционных процессов извлечения цветных металлов из водных растворов // Монография, 2018. – Владикавказ: из-во «СОИГСИ». 647 с.*

EXTRACTION OF Fe,Mn, Cu, Ni AND Co FROM THE CAKE OBTAINED AFTER SODA SINTERING AND LEACHING OF TUNGSTEN CONCENTRATE

L.A.Voropanova[1], F.A. Gagieva[2],N.B. Kokoeva[3],
D.G. Korobeynikov[4], A.A. Shanaev[5], A.A. Popov[6]

[1] Dr, Professor,North Caucasus Mining and Metallurgical Institute(State Technological University).
[2] PhD. North Caucasus Mining and Metallurgical Institute(State Technological University).
[3] PhD, Associate Professor. North Caucasus Mining and Metallurgical Institute(State Technological University).
[4, 5, 6] the students North Caucasus Mining and Metallurgical Institute (State Technological University).

Abstract. *Deactivation of buried waste is a complex scientific and technical problem. Leaching methods for metal extraction in the processing of concentrates, middlings and solid waste are known. However, further research on the extraction of non-ferrous metals from the wastes of metallurgical production remains relevant.*
The cake, obtained after soda sintering and tungsten concentrate leaching of PAO «Pobedit» is distinguished by a high content of iron, calcium, silicon and manganese.
The purpose of this study is to create an effective method of more comprehensive extraction from the cake into a solution of Fe, Mn, Cu, Ni, Co and conservation in the cake after leaching Mo, W, Nb, Ta.
The oxidation of the cake with oleum followed by leaching with a solution of sulfuric acid can convert into a solution of Mn, Fe, Ni, Co and Cu. The extraction totalled:

Mn	Fe	Ni	Co	Cu	Al
75.29	91.64	93.33	95.56	92.59	99.03

The leaching solution can be used for the selective extraction of Fe, Mn, Ni, Co and Cu.
The residue after extraction of Mo, W, Ta, Nb can be used as a raw material for production of building materials.
Keywords: *cake, sintering, leaching, concentrate, tungsten, iron, manganese.*

REFERENCES

1. Vinokurov S.F., Gurbanov A.G., Bogatikov O.A., Sychkova V.A., SHevchenko A.V., Leksiy A.B., Dudarov Z.I. Geohimicheskie osobennosti utilizacii zahoronennyh othodov Tyrnyauzskogo vol'framo-molibdenovogo kombinata metodom kislogo vyshchelachivaniya // Doklady Akademii Nauk, 2016, tom 470, № 4, S. 344–347
2. Vol'dman G.M., Zelikman A.N. Teoriya gidrometallurgicheskih processov. – M.: Metallurgiya, 1993. S. 139–157.
3. Dric M.E., Budberg P.B. i dr. Spravochnik. Svojstva elementov. Tom 1. S. 78.
4. Voropanova L.A. Issledovaniya i razrabotka tekhnologij pererabotki othodov predpriyatij cvetnoj metallurgii // Monografiya, 2013. – Vladikavkaz: MAVR. 420 s.
5. Bubnov V.K. i dr. Teoriya i praktika dobychi poleznyh iskopaemyh dlya kombinirovannyh sposobov vyshchelachivaniya. – Celinograd, 1992. 544 s.
6. Kyuchourov G., Mishonov I. A new extractant mixture for recovery of copper from hydrochloric exching solution // Solv. Extr. andlon. Exch, 1993. V. 11. № 4, r. 555–567.
7. Rokukawa N. Sing ammoniac solutions from leaching cobalt cake //Mining and Mater Process Inst. Japan, 1993. V. 109. № 5. P. 373–377.
8. Navtanovich M.L., Krasnikov G.P., Mutova L.S. Issledovaniya v oblasti metallurgii nikelya i kobal'ta i dr. Nauchn. tr. – Leningrad, 1983. S. 106–113.
9. Zelikman A.N., Korshunov. B.G. Metallurgiya redkih metallov. – M.: Metallurgiya, 1991. 432 s.
10. Voropanova L.A. Izvlechenie metallov iz polimetallicheskogo syr'ya s regeneraciej osnovnogo (NH3) i kislogo (HCl) reagentov // Ekologiya i promyshlennost' Rossii, 2019. T. 23. № 2. S. 52–54.
11. Voropanova L.A. Teoriya i praktika ekstrakcionnyh processov izvlecheniya cvetnyh metallov iz vodnyh rastvorov // Monografiya, 2018. – Vladikavkaz: iz-vo «SOIGSI». 647 s.