

УДК 551.583

Мальнева И.В., Крестин Б.М. (ФГУП «ВСЕГИНГЕО»),
Кононова Н.К. (ИГ РАН)

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

*Рассмотрены современные проблемы прогнозирования опасных геологических процессов (ОГП) в XXI веке. Отмечено, что особенности прогнозирования экзогенных геологических процессов (ЭГП) обусловлены глобальными климатическими изменениями и техногенным фактором. Для оценки климатических изменений и крупнейших катастроф использована циркуляция атмосферы северного полушария, разработанная под руководством Б.Л. Дзердзеевского. Рассмотрены крупнейшие катастрофы, при которых произошла активизация оползней и селей, и взаимодействие при этих катастрофах природных и техногенных факторов. **Ключевые слова:** прогноз, солнечная активность, сели, оползни, элементарный циркуляционный механизм.*

Malneva I.V., Krestin B.M. (VSEGINGEO), Kononova N.K. (IG RAN)

THE ACTUAL PROBLEMS OF FORECASTING OF GEOLOGICAL PROCESSES

*Reviewed current problems of forecasting of dangerous geological processes (UCP) in the twenty-first century. It was noted that forecasting of exogenous geological processes (EGP) due to global climate change and anthropogenic factor. For the assessment of climate change and major disasters was used by the atmospheric circulation of the Northern hemisphere, developed by B. L. Dzerdzeevskii. The largest disaster in which there was intensification of landslides and mudflows, and the interaction of these disasters of natural and technogenic factors. **Key-words:** forecasting, solar activity, mudflows, landslides, the elementary circulation mechanism.*

В последнее десятилетие неуклонно растет количество катастрофических событий как в мире в целом, так и в отдельных странах. Многие катастрофические природные процессы связаны с проявлением опасных геологических процессов — оползней, селей и др. Изменилась активность экзогенных процессов, наиболее чувствительных к погодным условиям, прежде всего, оползней и селей. Следует отметить страшное наводнение и наиболее сильную активизацию оползней и селей при совместном влиянии природных и техногенных факторов на Северном Кавказе в июле 2012 г. (Крымск), наводнение на Дальнем Востоке осенью 2013 г. Одновременно с развитием наводнения на Дальнем Востоке осенью 2013 г. отмечались и стихийные бедствия на Черноморском побережье Кавказа (Сочи). Весной 2014 г. обильные и катастрофические осадки вызвали наводнения и сход селей на Кавказе, Алтае и Дальнем Востоке. В то же время произошла сильная активиза-

ция селей дождевого генезиса в Кабардино-Балкарии. В июне 2014 г. отмечен сход селя в Бурятии. В результате был подтоплен пос. Аршан Тункинского района.

*Общей причиной катастрофических природных процессов являются энергетические преобразования, происходящие в земной коре, ее поверхности и прилегающих к ней слоях атмосферы. В последние десятилетия большое влияние на развитие природных катастроф оказывают глобальные климатические изменения на Земле. Вторым глобальным процессом, обуславливающим рост природных катастроф, следует считать техногенез, связанный с ростом индустриализации общества, увеличением потребления природных ресурсов [7]. **Актуальные проблемы прогнозирования ЭГП связаны с особенностями этих глобальных процессов в настоящий период.***

Методы и материалы

Собраны и проанализированы материалы о прогнозировании опасных геологических процессов, имеющиеся в научно-технических отчетах ВСЕГИНГЕО и других организациях. Рассмотрены материалы об изменении солнечной активности и ее прогнозировании в современный период. Для изучения режима ряда природных процессов (селей, лавин, оползней и др.) в соответствии с разработанной ранее методикой использована типизация макроциркуляционных процессов, созданная Б.Л. Дзердзеевским, В.М. Курганской и З.М. Витвицкой [1]. В отличие от других эта типизация рассматривает циркуляционные процессы внетропических широт всего северного полушария. В ней в равной степени освещаются территории, расположенные на разных широтах и долготах без оказания предпочтения какому-либо региону, а также учитываются сезонные преобразования атмосферной циркуляции. Использован имеющийся к настоящему времени календарь последовательной смены элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) с 1899 по 2015 гг. как в публикациях [2, 3], так и на сайте www.atmospheric-circulation.ru. Это позволяет составить достаточно длинные и представительные временные ряды, имеющие большое значение при прогнозировании ЭГП.

Содержание исследований

Под прогнозом экзогенных геологических процессов понимается научное, основанное на знаниях об установленных закономерностях их возникновения, распространения и развития, предвидение места, времени, интенсивности и механизма ЭГП, а также степени и характера взаимодействия их с объектами народного хозяйства.

В 1970-е годы во ВСЕГИНГЕО на основании многолетних исследований были разработаны теоретические основы и методы долгосрочных региональных прогнозов ЭГП. Достаточно высокая оправдываемость этих прогнозов дала основание для составления на длительный срок пространственно-временных прогнозов для наиболее проблемных регионов России на период до 2015 г. — в пределах Северного Кавказа, Поволжья, Прибайкалья и о. Сахалин. Оправдываемость прогно-

зов оказалась достаточно хорошей. Ошибка в предсказании периодов различной степени активности процессов составляла в основном $\pm$ один год, реже $\pm$ два года и только в редких случаях прогноз не оправдывался.

В 1999 г. был опубликован основополагающий методический документ по изучению и прогнозированию ЭГП в системе мониторинга [6]. В нем указано, что разработка эффективных мероприятий по предотвращению и ослаблению последствий от экзогенных геологических процессов может быть осуществлена только на основе прогноза их проявления в пространстве и во времени, оценки опасности и риска воздействия на людей, хозяйственные объекты и экологические условия.

Результаты исследований и методические документы послужили фундаментом для современных исследований ВСЕГИНГЕО, которые были продолжены в указанных направлениях и разработаны новые методические материалы, необходимые в связи с изменившимися условиями в XXI в. как в части состояния окружающей природной среды, так и в особенностях изучения ЭГП. В последние десятилетия в связи с возросшим влиянием техногенеза на формирование и изменение инженерно-геологических условий в значительной мере изменились направленность и задачи инженерно-геологических исследований. В связи с глобальными проблемами возникла необходимость уточнения методики долгосрочного прогноза, разработки новых методов прогнозирования, особенно в части краткосрочного прогноза ЭГП, который в настоящее время более актуален, однако научно-методически обоснован заметно хуже.

Большое значение на современном этапе имеют прогнозы на локальном уровне (для участков третьей категории). Это конкретные оползни или селевые бассейны. Прогнозирование оползней и других ЭГП на этом уровне особенно сложно и в настоящий момент менее всего разработано. Для получения необходимых данных требуется очень большой комплекс наблюдений, причем преимущественно инструментальных, а технология и методика этих наблюдений мало разработаны. На этом уровне необходимо существенное расширение полевых исследований.

Существенная проблема возникает на федеральном уровне при составлении долгосрочных прогнозов ЭГП. В соответствии с методикой [6, 8] для выявления основной тенденции развития процессов и быстроизменяющихся факторов ранее учитывался циклический характер и наличие существенных связей с солнечной активностью. Считалось, что многолетние данные по солнечной активности (выраженной в числах Вольфа), наблюдаемой с 1749 г., позволяют экстраполировать ее изменения, а, следовательно, и тенденцию связанных с ней природных явлений, в том числе и ЭГП на много лет вперед. Важным фактором при составлении прогнозов было наличие в изменении солнечной активности четко выраженных 11-летних циклов, к той или иной части которых были приурочены, как правило, проявления ЭГП в различных регионах СССР.

Однако в настоящее время проявление этих циклов нарушилось. Количество пятен на Солнце в настоящем 24-х солнечном цикле крайне мало. Ряд исследователей обращают внимание на то, что последний 24-й одиннадцатилетний цикл совпадает с началом нового столетнего цикла солнечной активности. По ряду косвенных показателей ученые пришли к выводу, что новый столетний цикл будет периодом минимальной за многие столетия или даже тысячелетия солнечной активности (рис. 1).

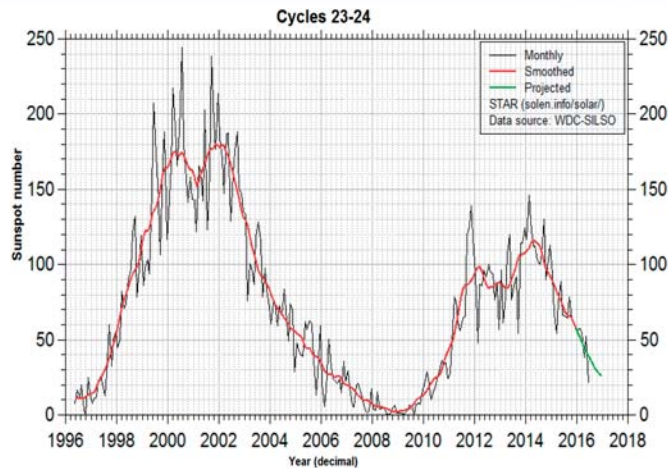


Рис. 1. Прогноз изменения активности Солнца (числа Вольфа)

Минимума солнечная активность может достигнуть к середине XXI в. Это может иметь весьма серьезные последствия для климата на Земле. Предполагается, что надвигается «эра пассивного Солнца», когда количество тепловой энергии, поступающей от звезды, значительно уменьшится. Многими учеными отмечено, что текущий солнечный цикл нерегулярен и никогда не наблюдалось подобного снижения всех показателей. Возможно даже наступление нового Минимума Маундера — периода с 1645 по 1715 гг., когда долговременное уменьшение количества солнечных пятен привело к «малому ледниковому периоду», наиболее острой фазе похолодания климата в XIV–XIX вв. Однако это только предположения. Достоверных прогнозов изменения солнечной активности в настоящее время не имеется, зато имеется проблема адекватного учета происходящих изменений при долгосрочном прогнозировании ЭГП.

Учитывая современные изменения климата, для выявления основной тенденции развития ЭГП представляется целесообразным использовать особенности глобальной атмосферной циркуляции, которые являются одной из причин изменения климата и значительной активизации оползней, селей и других процессов, с которыми связаны гидрометеорологические экстремумы, обуславливающие их активизацию [5, 6].

При недостаточном количестве информации о проявлении ЭГП во многих районах большое значение придается гидрометеорологическим факторам, обуславливающим эти процессы, и причинно-следственным связям между процессами и факторами. Выявление этих факторов развития ЭГП производится на основании анализа всей информации о проявлении процесса, сопоставлении всех известных случаев его проявления с различными метеорологическими и гидрологическими показателями (количеством осадков, температурой воздуха и т.д.). Особенно важно совместное действие этих факторов, т.е. характер погоды, наблюдающийся на конкретной территории. Условия, способствующие возникновению тех

или иных аномалий в режиме подземных вод и активизации экзогенных геологических процессов, создаются при определенном типе погоды, обусловленном соответствующим характером атмосферной циркуляции.

Механизм влияния циркуляции атмосферы на развитие опасных процессов заключается в том, что типу погоды при определенном ЭЦМ соответствуют определенный режим и степень увлажнения территории, ее температурный режим. При этом для каждого из экзогенных геологических процессов характерен определенный тип погоды, способствующий росту его активности [5].

В начале XXI в. существенно изменился характер циркуляции атмосферы в основном за счет дальнейшего увеличения продолжительности меридиональной северной циркуляции (по типизации Б.Л. Дзердзеевского) [1]. В настоящее время сохраняется также повышенная интенсивность меридиональной южной циркуляции, а в результате — рост суммарной годовой продолжительности южных циклонов, приносящих южное тепло и осадки в высокие широты при увеличении суммарной годовой продолжительности блокирующих процессов и длительного существования устойчивых антициклонов на континентах зимой и летом. В XXI в. в результате отмеченного увеличения одновременных выходов южных циклонов в разных секторах полушария увеличилась и повторяемость одновременных экстремальных осадков и наводнений в разных далеко расположенных друг от друга регионах. Соответственно изменилась и активность экзогенных процессов, наиболее чувствительных к изменению погодных условий, прежде всего, оползней и селей. На рис. 2 показана роль наиболее важных типов циркуляции в конце XX и в начале XXI вв. [3].

В современный период, начиная с 1998 г. (рис. 2б), среди наиболее продолжительных ЭЦМ снова преобладают ЭЦМ с блокирующими процессами (12а, 9а, 12бз). Погодные условия при этих ЭЦМ обеспечивают оптимальный режим для активизации оползневых процессов, особенно при условии преобладания неустойчивых глинистых пород. В частности, осадкообразующими, с которыми связано наиболее возмущенное состояние атмосферы, часто являются ЭЦМ 13л, 13з, 12а, 9а, отличающиеся за последние годы повышенной продолжительностью (рис. 2). Продолжительность наиболее «ответственных» за активизацию оползней ЭЦМ 13-го типа также значительно выше нормы в последнее десятилетие и предположительно останется такой и далее. При ЭЦМ 13л южные циклоны выходят на Дальний восток, на Забайкалье и Восточную Сибирь, а средиземноморские циклоны, обходя антициклон над Европейской Россией, — на Западную Сибирь и Алтай и могут оставлять там осадки.

В начале XXI в. стал очень опасен ЭЦМ 12а — самый турбулентный макропроцесс в Северном полушарии. С ним связаны обильные осадки, наводнения, сели и оползни на Кавказе, в Сибири и на Дальнем Востоке.

Методика составления прогнозов заблаговременностью 1 год и процессоопасный сезон в принципе мало отличается от методики составления долгосрочных прогнозов, хотя по ряду положений имеет свои особенности. Сезонные параметры необходимы для выявления

процессоопасных сезонов, годовые — для выявления закономерностей многолетнего режима ЭГП и их экстраполяции на заданный срок (на 1 год при анализе многолетних месячных и годовых данных). Намного хуже обстоит дело с краткосрочными и особенно с оперативными прогнозами.

До настоящего времени в системе МПР оперативные прогнозы практически не составлялись. Следует отметить, что составление этих прогнозов возможно только при межведомственном информационном взаимодействии (МЧС, Росгидромет, МПР) особенно в период аномальных погодных явлений. Также на этом уровне очень большое значение имеет техническое оснащение, использование современных приборов при ведении мониторинга. В этом случае об опасности проявления экзогенных геологических процессов можно сделать выводы на основании характеристик космической погоды. При этом целесообразно уделять внимание анализу тех показателей, которые связаны с различными проявлениями активности Солнца. В вероятностном плане эти показатели могли оказать вспомогательное триггерное, а иногда и решающее влияние на развитие ЭГП за счет энергии плазмы инъекций солнечного ветра в приповерхностную область Земли.

В первую очередь целесообразно использовать временные ряды количественных значений плотности, скорости плазмы и энергии солнечного ветра. Например, на основании имеющихся данных нами установлено, что скорость солнечного ветра была аномально высокой во время катастрофического селепроявления в 2000 г. по р. Герхожансу в г. Тырныауз и Геналдонской катастрофы в 2002 г. В июле 2000 г. она достигала 800—

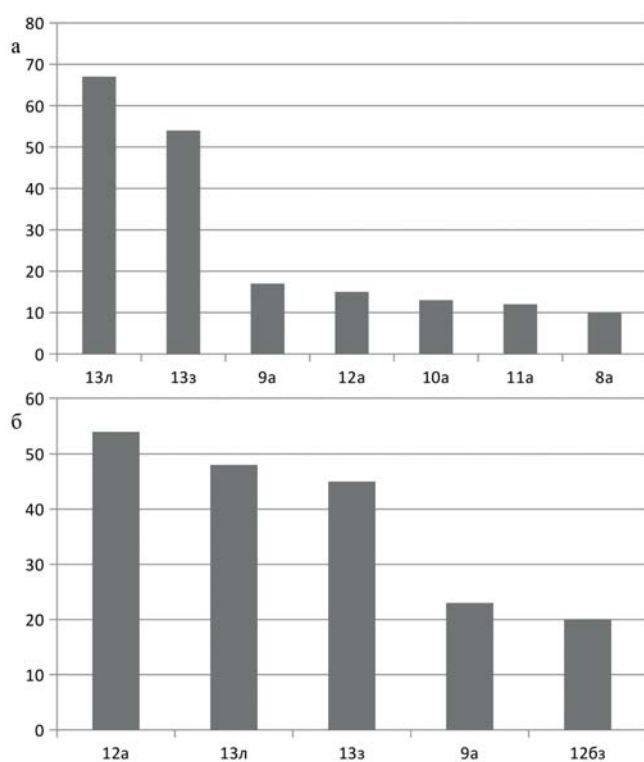


Рис. 2. Наиболее продолжительные (в днях) ЭЦМ, сумма средних значений которых за указанное время составляет более полугода: а — 1981–1997 гг., б — 1998–2014 гг.

1000 км/сек., в июле-августе 2011 г. накануне селя (3 августа) на р. Герхожансу она составляла 600–700 и более км/сек. при средней скорости около 300 км/сек.

Составленные прогнозы позволят вовремя принять меры по предупреждению негативных последствий активизации экзогенных геологических процессов в наиболее проблемных регионах.

В то же время активность селей, оползней и других опасных геологических процессов в XXI в. в отличие от XX в. в большей степени обусловлена техногенным фактором. *При этом наиболее сильная активизация оползней и селей происходит при совместном влиянии природных и техногенных факторов. Анализ крупнейших катастроф XXI в., связанных с опасными геологическими процессами, подтверждает это положение.*

Как отмечено выше, катастрофическое наводнение и связанная с ним активизация оползней и селей произошли в июле 2012 г. на Северном Кавказе (Крымск). Одной из причин гибели людей при наводнениях являлось пренебрежительное отношение к состоянию рек и неправильное строительство сооружений в зоне разлива рек. Важной причиной этой трагедии на Черноморском побережье летом 2012 г. явилось неконтролируемое заселение потенциально опасных территорий.

Синоптическая ситуация, сложившаяся в 2012 г. на Черноморском побережье и на остальной территории Северного Кавказа, была экстремальной, но не была уникальной. Более того, она была характерной для последних лет (2002, 2009, 2010, 2011 гг.) и всегда приводила к повышению уровня рек, паводкам, активизации оползней и селей. Современный характер циркуляции атмосферы способствует увеличению вероятности и интенсивности таких событий. Очень большую опасность представляет территория Большого Сочи и Красной Поляны, где при современном увеличении интенсивности хозяйственной деятельности в связи с Олимпийскими играми 2014 г. уже значительно увеличилась активность оползней и селей, а в будущем опасность селей здесь может увеличиться.

Преобладающие в настоящее время атмосферные процессы весьма благоприятны для развития стихийных бедствий, обусловленных обильными осадками. Одновременно с развитием наводнения на Дальнем Востоке осенью 2013 г. отмечались и стихийные бедствия на Черноморском побережье Кавказа [4]. 4 сентября атмосферный фронт обрушился очень сильными дождями на Краснодарский край. В эпицентре оказалось Сочи, где за сутки выпало до 153 мм осадков при месячной норме 140 мм. В сентябре здесь началось мощное наводнение. В этот же период была зафиксирована существенная активизация селей (10 проявлений в сентябре) и заметная активизация оползней (10 проявлений) на территории горного кластера строительства олимпийских объектов, связанная как с экстремальным увлажнением, так и с техногенным воздействием на территорию.

В июне 2014 г. в Бурятии также отмечались сильные дожди, максимальное количество осадков зафиксировано станциями Петропавловка и Кяхта, где выпало 15 и 13 мм соответственно. При этом в горах осадков было заметно больше, что наряду со сложными орографическими условиями привело к резкому подъему уровня

воды в р. Кынгырга. Отмечен сход селя. В результате был подтоплен пос. Аршан Тункинского района. Разрушено несколько мостов, все дороги размыты. Обильные осадки наложились, по-видимому, на интенсивное снеготаяние, что способствовало формированию мощного селевого потока. Анализ синоптической обстановки в день прохождения селя и накануне позволяет отметить, что характер погоды соответствовал отмеченному выше, как наиболее селеопасному ЭЦМ 13л. Следует отметить, что последнее наводнение такого масштаба в пос. Аршан наблюдалось в 1971 г. при сходной синоптической ситуации. Возможно, существует опасность активизации селей в ближайшее время на значительной территории Прибайкалья. Определенную роль сыграли и особенности рельефа в пос. Аршан. Его положение в долине, в которую со всех сторон стекаются небольшие водотоки, русла которых завалены древесными остатками и твердыми бытовыми отходами, способствовало увеличению объема выносимого материала.

В последние годы возникла необходимость разработки комплекса мероприятий по оценке и прогнозу естественной и техногенной активизации ОГП в горных районах интенсивного хозяйственного освоения. При этом важнейшим объектом исследования являлись проявления опасных геологических процессов, прогнозирование активизации этих процессов и районирование по степени их опасности на территории Большого Сочи и Красной Поляны — района проведения зимней Олимпиады 2014 г. В процессе исследований были разработаны новые методы прогнозирования и оценки опасности экзогенных геологических процессов.

Особенностью исследуемой территории в начале XXI в. является резкое возрастание техногенных нагрузок в период олимпийского строительства. Основными видами воздействий являлись: несанкционированное складирование отвалов грунта на склонах, подрезки склонов при строительстве объектов олимпийской инфраструктуры, неконтролируемое перераспределение поверхностного и подземного стоков, пригрузка головных частей существующих оползней. Следует отметить, что освоение территории проводилось в крайне ограниченные сроки значительным количеством независимых инвесторов при практически полном отсутствии схем вертикального планирования и единой схемы инженерной защиты территории от опасных геологических процессов. В условиях низкой естественной устойчивости территории все это привело к активному развитию как собственно техногенных проявлений ЭГП, так и парагенезов техногенных и ассоциированных с ними природных проявлений. Своеобразие смешанных проявлений заключается в том, что вследствие широкого развития выветрелых и интенсивно тектонически нарушенных пород весьма малой механической прочности в процесс, начинающийся в техногенно нарушенных грунтах, вовлекается значительное количество грунтов, находящихся в естественном залегании. В результате объемы последних зачастую существенно превышают объемы техногенных грунтов, инициировавших данное проявление. Особенно это относится к селям и ассоциированным с ними эрозионным процессам. Подобные проявления ЭГП и их ассоциаций предлагается называть техногенно-обусловленными. Активность

техногенно-обусловленных ЭГП минимум на порядок превышает активность аналогичных процессов в естественном состоянии [4]. Наиболее ярко последствия техногенных воздействий выражены в горном кластере, на участке пос. Красная Поляна — устье р. Пслух. Парегенезы техногенно-обусловленных ЭГП наиболее полно проявлены в левом борту р. Мзымта над участком технологической дороги к подстанции ФСК «Мзымта», в правом борту и русле руч. Водопадный (Фермерский) между стартовой вышкой комплекса трамплинов и хабом «Эсто — Садок», а также в бассейне руч. Мостовой (ПК 456 железной дороги Адлер — Красная Поляна).

Заключение

При долгосрочном прогнозировании целесообразно учитывать изменения атмосферной циркуляции северного полушария и ее долговременные тенденции. Учитывая непрогнозируемые на настоящий момент долгосрочные изменения солнечной активности, более достоверными в настоящее время могут быть краткосрочные прогнозы, опирающиеся дополнительно на анализ, воздействующих на Землю происходящих на Солнце краткосрочных изменений.

Следствием современного характера циркуляции атмосферы явились катастрофические проявления ЭГП в 2013 и 2014 гг. на Дальнем Востоке, Алтае, Бурятии и других территориях. Увеличение суммарной годовой продолжительности макроциркуляционных процессов, обеспечивающих межширотный обмен воздушных масс, приводит к возрастанию экстремальных осадков в разных секторах Северного полушария, в том числе и на территории России, что в свою очередь ведет к росту наводнений и опасных экзогенных процессов. В ближайшие годы этот характер циркуляции сохранится.

Главной особенностью погоды будет ее неустойчивость, возможны экстремальные засухи и наводнения. Опасность оползней и селей может в ближайшие годы увеличиться в результате воздействия природных факторов, причем масштабы проявлений существенно возрастут за счет бесконтрольных техногенных воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дзердзеевский, Б.Л. Циркуляционные механизмы в атмосфере Северного полушария в XX столетии / Б.Л. Дзердзеевский // Материалы метеорологических исследований: Тр. Междувед. геофизического комитета при президиуме АН СССР. — М., 1968. — 240 с.
2. Кононова, Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому / Н.К. Кононова, отв. ред. А.Б. Шмакин. РАН Ин-т географии. — М.: Воентехиниздат, 2009. — 372 с.
3. Кононова, Н.К. Изменения циркуляции атмосферы Северного полушария в XX-XXI столетиях и их последствия для климата / Н.К. Кононова // Фундаментальная и прикладная климатология. — 2015. — № 1. — С. 127–156.
4. Крестин, Б.М. Активность оползневых и селевых процессов на территории Большого Сочи и ее изменения в начале XXI века / Б.М. Крестин, И.В. Мальнева // Геоэкология. — 2015. — Вып. 1. — С. 21–29.
5. Мальнева, И.В. Активность селей на территории России и ближнего зарубежья в XXI веке / И.В. Мальнева, Н.К. Кононова // ГеоРиск. — 2012. — № 4. — С. 48–54.
6. Методические рекомендации по составлению долгосрочных прогнозов экзогенных геологических процессов в системе государственного мониторинга геологической среды / А.И. Шеко, Г.П. Постоев, В.С. Круподеров и др. М.: ВСЕГИНГЕО, 1999 — 78 с.
7. Осипов, В.И. Природные катастрофы: анализ развития и пути минимизации последствий / В.И. Осипов // Проблемы анализа риска. — 2015. — Т. 12. — С. 84–93.
8. Природные опасности России. В 6 т. — Т. 3. Экзогенные геологические опасности / Под ред. В.М. Кутелова и А.И. Шеко. — М.: КРУК, 2002. — 345 с.

© Мальнева И.В., Крестин Б.М., Кононова Н.К., 2016

Мальнева Ирина Васильевна // irimaln@rambler.ru

Крестин Борис Михайлович // krebtor@rambler.ru

Кононова Нина Константиновна // NinaKononova@yandex.ru

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 546.7.11+546.65 : 669.493.5

Лихникевич Е.Г., Пермьякова Н.А., Сычева Н.А.
(ФГБУ «ВИМС»)

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ МАРГАНЦА И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ КОМПЛЕКСНЫХ РЕДКОМЕТАЛЛЬНО-РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ РУД

Для переработки комплексных редкометалльно-редкоземельных руд проведены исследования по использованию автоклавной азотнокислотной двухстадийной технологии с введением в выщелачивающий раствор восстановителя, которые показали, что окислительно-восстановительные реакции в системе $Mn^{+4/+2}$ и $Ce^{+3/+4}$ — кислота — H_2O_2 обеспечивают повышение степени извлечения в раствор марганца при частичной потере РЗЭ, вследствие окисления церия. **Ключевые слова:** марганцевые минералы, окислитель, восстановитель, валентность.

Likhnikovich E.G., Permyakova N.A., Sycheva N.A. (VIMS)

THE BEHAVIOR OF MANGANESE AND RARE EARTH ELEMENTS IN THE HYDROMETALLURGICAL PROCESSING OF COMPLEX RARE-METAL-RARE-EARTH ORES

*For the processing of complex rare-metal-rare-earth ore studies have been conducted on the use of autoclave nitric acid two-stage technology with the introduction of a leach solution of a reducing agent, which showed that redox reactions in the system $Mn^{+4/+2}$ and $Ce^{+3/+4}$ — acid — H_2O_2 enhance the degree of extraction in a solution of manganese with partial loss of REE, due to the oxidation of cerium. **Keywords:** manganese minerals, oxidant, reducing agent, valence.*

Исследования по изучению поведения марганца и редкоземельных элементов (РЗЭ) при гидрометаллургической переработке были проведены на богатых комплексных редкометалльно-редкоземельных рудах одного из месторождений Сибири. Пробы рудного пласта характеризуют минеральные разновидности, отличаю-