

Оценка опасности селей на территории России в связи с изменением циркуляции атмосферы Северного полушария

И.В. Мальнева⁺, Н.К. Кононова⁺⁺

⁺*Всероссийский научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО), Московская область, Россия*

⁺⁺*Институт географии Российской академии наук, Москва, Россия*

Assessment of debris flow hazard in Russia in connection with a change in atmospheric circulation in the Northern Hemisphere

I.V. Malneva⁺, N.K. Kononova⁺⁺

⁺*Russian Research Institute of Hydrogeology and Engineering Geology (VSEGINGEO), Moscow region, Russia*

⁺⁺*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

Manifestations of debris flows in different regions of Russia in connection with the specific features of atmospheric circulation of the Northern Hemisphere according to B.L. Dzerdzeevsky' classification are considered. The types of atmospheric circulation that are responsible for the most hazardous natural processes are revealed; the tendency of their development is indicated.

Под опасностью селей следует понимать угрозу подверженности воздействию селей объектов народного хозяйства или угрозу жизни людей. Основными характеристиками (показателями), по которым оценивается степень опасности селей, являются следующие: интенсивность развития селевого процесса на данной территории, объемы единовременных выносов, расходы и скорости движения селевых потоков, а также активность проявления процесса во времени (Шеко, Мальнева, 2002). Интенсивность проявления селевого процесса на данной территории косвенно оценивается пораженностью ее селеносными водотоками. Под активностью селевого процесса понимается частота проявлений селей во времени или продолжительность межселевого периода.

Пораженность территории селями наибольшая на Северном Кавказе, а также в Прибайкалье, в Тихоокеанском регионе. В целом пораженность территории селями – величина постоянная, активность проявления селей изменяется в зависимости от многих факторов, обуславливающих их развитие, прежде всего - климатических условий. Последние годы отличались высокой активностью проявления селей и других катастрофических природных процессов во многих регионах России. Одновременно наблюдались погодные аномалии, с которыми и были связаны различные катастрофы. При этом наиболее значительные чрезвычайные ситуации природного характера возникали на Северном Кавказе. Летом 2000 года прошли катастрофические гляциальные сели по р. Герхожан-су, в июне 2002 года в результате экстремального количества осадков произошла

Мальнева И.В., Кононова Н.К. Оценка опасности селей на территории России в связи с изменением циркуляции атмосферы Северного полушария. // Изменения природной среды на рубеже тысячелетий. Труды Международной электронной конференции. Тбилиси-Москва, 2006, с. 141-147. www.cetm.narod.ru/pdf/malneva.pdf

активизация оползней и селей по всему Северному Кавказу, а в августе 2002 года - на Черноморском побережье Краснодарского края.

На основании многолетних исследований и анализа данных о проявлении селей и факторов, их обуславливающих можно предположить, что в ближайшие годы во многих селеопасных районах Российской Федерации возможна сильная активизация этих процессов, которая в некоторых случаях может иметь катастрофический характер.

Выводы об активности селей получены на основании прогнозной оценки основных метеорологических факторов, обуславливающих их развитие - атмосферных осадков, температуры воздуха и др., а также совместного действия этих факторов, т.е. характера погоды, наблюдавшегося на конкретной территории.

Для оценки погоды используются различные типизации атмосферной циркуляции, которые представляют собой модель атмосферных процессов. Наиболее известны две из них: Г.Я.Вангейгейма – А.А.Гирса и Б.Л. Дзердзеевского, в которых атмосферные процессы рассматриваются над большими территориями с конца прошлого века. Последнее очень важно, так как для анализа тенденций развития и заблаговременного прогноза макропроцессов нужны длинные временные ряды.

Для изучения режима селей и других природных процессов целесообразно воспользоваться типизацией макроциркуляционных процессов, разработанной Б.Л. Дзердзеевским, В.М. Курганской и З.М. Витвицкой (Дзердзеевский и др. 1946). В отличие от других, эта типизация рассматривает циркуляционные процессы на всем северном полушарии, от полюса до экватора. 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. Важно также, что к настоящему времени опубликован календарь последовательной смены элементарных циркуляционных механизмов (сокращенно ЭЦМ) с 1899 по 2002 гг. (Календарь..., 1987; Кононова, 2003). Типизация продолжается и по настоящее время. По 2004 год Календарь помещен в сети Интернет (<http://igranKononova.boxmail.biz>). Это позволяет составить достаточно длинные и представительные временные ряды, имеющие большое значение при прогнозировании селей.

Каждый ЭЦМ характеризуется определенной схемой расположения циклонов и антициклонов на Северном полушарии, которое сохраняется в среднем в течение 3 - 5 дней. Смена ЭЦМ означает изменение расположения циклонов и антициклонов. Частота появления тех или иных ЭЦМ и продолжительность их действия определяет структуру циркуляции атмосферы и характер погоды отдельных сезонов и лет, а также многолетние колебания климата.

Только в типизации Дзердзеевского отдельной группой выделены макроциркуляционные процессы с циклонической деятельностью на полюсе и тремя - четырьмя выходами южных циклонов в разных секторах северного полушария. В настоящее время с ними связано особенно большое количество проявлений селей.

Особенности влияния того или иного характера погоды на развитие и активизацию селей обусловлены характером очагов их зарождения (Шеко, 1980, Шеко, Мальнева, 2002). При этом основные быстроизменяющиеся факторы формирования селей существенно отличаются в очагах различных генетических типов. В эрозионных очагах - это количество осадков, режим их выпадения, режим температуры воздуха, обуславливающие интенсивность выветривания и смыва, а также наиболее значительные расходы водотоков, при которых обеспечивается размыв русловых отложений. В оползневых очагах основными изменяющимися факторами являются количество осадков (за год, за селеопасный сезон и т.д.) и режим их выпадения, способствующие нарушению устойчивости склонов. Жидкая составляющая селей формируется здесь в результате ливней.

Указанные погодные условия формирования селей связаны с преобладанием определенных ЭЦМ (Кононова, Мальнева, 2002). Для всей территории России в целом это, прежде всего, ЭЦМ 13д, 12а и 9а. В конкретных регионах формирование селей связано с некоторыми другими ЭЦМ, селеопасными для этих регионов.

На основании многолетних исследований установлено, что наиболее опасным, обуславливающим активность селей, является ЭЦМ 13л. При нем наблюдаются выходы южных циклонов на основные селеопасные районы России – Северный Кавказ, Прибайкалье и Дальний Восток. Отличительной особенностью этих циклонов является большая скорость перемещения и большие температурные контрасты на атмосферных фронтах, в связи с чем за короткое время прохождения циклона (1-2 дня) выпадают большие суммы осадков, имеющие обеспеченность менее 1 %, часто в виде интенсивных ливней. Это приводит к активизации селевого, эрозионного и др. процессов. Как правило, с ЭЦМ 13л связано повышение температуры воздуха, что имеет особенно большое значение для гляциальных селей.

На рис. 1 помещена карта среднего атмосферного давления на уровне моря при ЭЦМ 13л. С ним связаны наиболее сильные, часто – катастрофические, проявления оползней и селей во многих регионах, в частности, на Северном Кавказе. Этот тип наблюдался на северном полушарии во время прохождения катастрофического селя по р. Герхожан - су (г. Тырнауз) в июле 2000 года и господствовал в июне 2002 года в период наводнения на Северном Кавказе и связанного с ним проявления оползней и селей. При этом типе происходит переувлажнение горных пород, таяние ледников. Чередование периодов обильного увлажнения с последующим сильным высыханием особенно опасно для глинистых пород, широко распространенных в селевых очагах наиболее опасных регионов России.

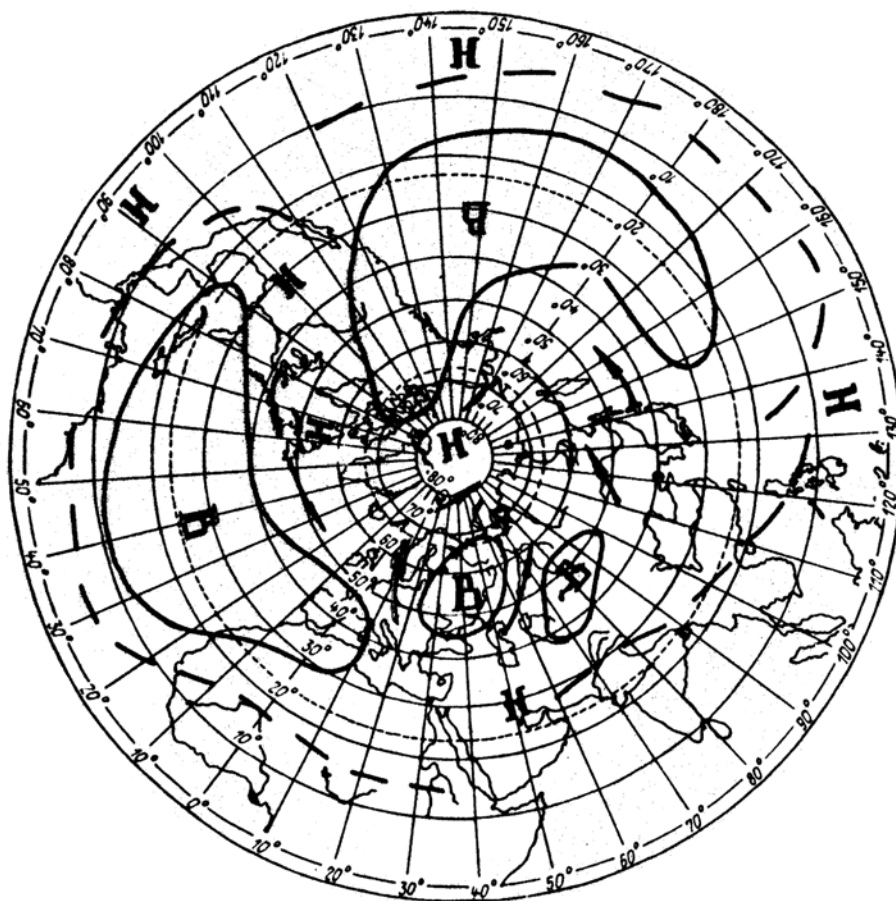


Рис.1. Динамическая схема ЭЦМ 13л (Савина, Хмелевская, 1984)

Нами установлено, что на Северном Кавказе, в бассейнах рек Баксан, Чегем, Черек 22% случаев прохождения селей более чем за 50 лет связано с ЭЦМ 13л, а в 47% случаев он преобладал здесь и в месяц прохождения селей.

В Восточной Сибири и на Дальнем Востоке (зона БАМ) в годы интенсивного проявления селей число дней с ЭЦМ 13л составляло 300 – 600% годовой нормы. Интенсивные и частые выходы южных циклонов приносят ливни и потепление одновременно, т.е. обеспечивают основные условия селеобразования на многолетнемерзлых породах: переувлажнение и протаивание.

На Сахалине и Курильских островах при этом ЭЦМ очень велика опасность тайфунов и, соответственно, наблюдаются интенсивные ливни, грозы и связанные с ними опасные процессы – оползни, сели и т.д.

В отличие от ЭЦМ 13л, макропроцесса летнего периода, ЭЦМ 12а развивается в основном в переходные сезоны. При нем 4 арктических вторжения воздушных масс на полушарии сопровождаются столькими же выходами южных циклонов, что создает большую неустойчивость атмосферы, большую турбулентность и обостренность воздушных фронтов. При ЭЦМ 12а в каждом конкретном случае погода зависит от ориентации и мощности арктического вторжения, глубины его проникновения вглубь континента, а также от глубины и скорости перемещения южного циклона. При своеобразной “борьбе” северного процесса с южным при ЭЦМ 12а в течение нескольких дней может происходить частая смена погоды, что в значительной степени способствует формированию селей, возникновению лавин и т.д.

ЭЦМ 12а также является процессоопасным во многих регионах. Так на Черноморском побережье и в горах Кавказа при ЭЦМ 12а отмечается выход средиземноморских циклонов, при которых осадки выпадают в виде ливней с грозами. Вероятность выпадения осадков превышает 70%. Наиболее опасная погода наблюдается в высокогорье Главного Кавказского хребта.

Для Восточной Сибири и Дальнего Востока ЭЦМ 12а несколько менее опасен, чем ЭЦМ 13л. Погода при нем может быть различной, так как пути циклонов на востоке России при этом ЭЦМ смещаются в зависимости от положения арктического антициклона. Он может приносить обильные осадки и связанные с ними опасные геологические процессы в Западное Забайкалье, реже в Восточное Забайкалье. При этом ЭЦМ на Дальнем Востоке также велика опасность тайфунов.

К числу наиболее опасных ЭЦМ относится также ЭЦМ 9а, при котором над территорией Российской Федерации располагаются две обширные антициклонические области – над южной половиной Европейской части России и югом Восточной Сибири. Однако положение этих областей и, соответственно, связанных с ними циклонов, не строго фиксировано, чем объясняется неустойчивый характер погоды при нем. Отмечается погода с частыми, но незначительными осадками. Наиболее значительные осадки при этом ЭЦМ возможны в Предбайкалье.

Следует отметить, что в ближайшие годы сохранится экстремальное состояние климатической системы, которое наблюдается в последнее десятилетие (Бышев, Кононова и др., 2002). В настоящее время в три раза превышает среднюю величину повторяемость макропроцессов, при которых пониженное давление на северном полюсе сопровождается выходом южных, в частности, средиземноморских, циклонов. Как отмечено выше, с ними связано большинство опасных природных процессов.

Быстрое изменение такого положения невозможно. В настоящее время положение даже ухудшится, так как наблюдается также рост меридиональных ЭЦМ, обусловленный необычно возмущенным состоянием атмосферы. Продолжается и глобальное потепление в северном полушарии, интенсивность которого отличается в различных регионах (Climate change, 2001). В настоящее время прогноз уточнен для ЭЦМ, имеющих особенно большое

значение при прогнозе активности селей. Временные ряды удлинены по 2004г. Тенденция изменения продолжительности указанных ЭЦМ показана на рис. 2 – 4.

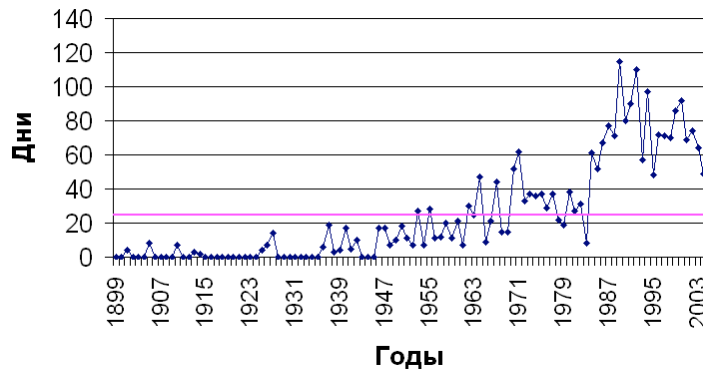


Рис. 2. Многолетний ход продолжительности ЭЦМ 13л.

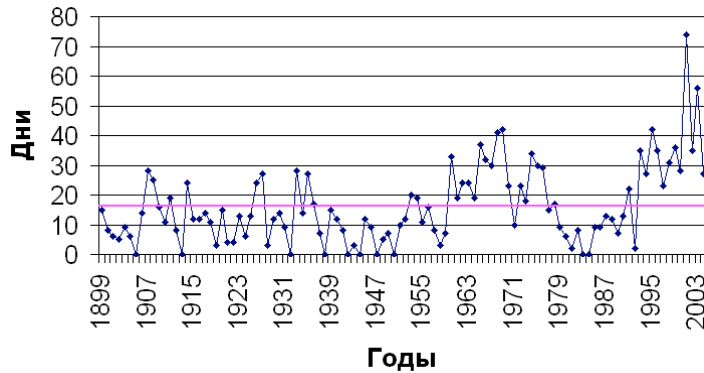


Рис. 3. Многолетний ход продолжительности ЭЦМ 12а.

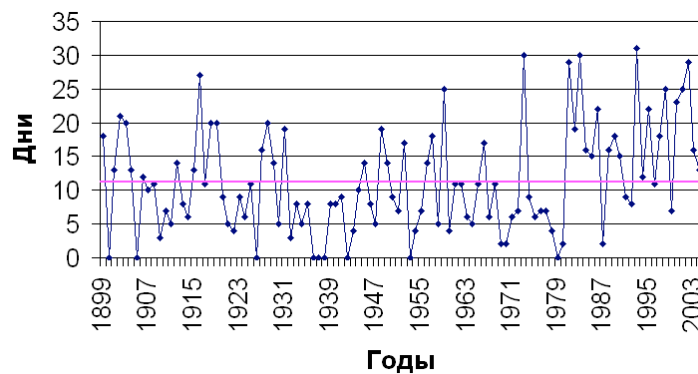


Рис.4. Многолетний ход продолжительности ЭЦМ 9а.

В ближайшие 10 лет нужно быть готовым к высокой вероятности проявления опасных природных процессов, обусловленных погодой при ЭЦМ 13л. Возможны частые перемены погоды, экстремальные засухи и наводнения (в случае прохождения южных циклонов). В

нивалльно–альпийской зоне при повышенном развитии южной меридиональной циркуляции возможно повышение температуры, таяние ледников и, следовательно, активизация наиболее катастрофических гляциальных селей, подобных селям 2000 г. на р. Герхожан–су.

На основании приведенных прогнозных данных на ближайшие годы можно утверждать, что наибольшую продолжительность будут иметь ЭЦМ 12а, 13л, 13з. Следует отметить, что если повторяемость ЭЦМ 13л, 13з уже давно достаточно велика, то повторяемость ЭЦМ 12а впервые за многие годы достигнет такого уровня. Выше нормы также ожидается продолжительность ЭЦМ 2в, 5г, 8бз, 8вз, 8вл, 8гз, 8гл, 9а, 9б, 12бл, 12вл.

Таким образом, в настоящее время растет продолжительность меридиональных северных ЭЦМ, а продолжительность меридиональных южных ЭЦМ почти в 3 раза превышает их среднюю многолетнюю продолжительность за 1899-2004 гг. (43 дня). Это означает, что в ближайшее десятилетие сохранится высокая повторяемость экстремальных природных ситуаций.

Наиболее катастрофические процессы на территории Российской Федерации возможны в двух регионах - на Северном Кавказе и на Дальнем Востоке (о. Сахалин и Курильские острова).

Проявление селей также будет, по всей вероятности, наблюдаться везде в горах Кавказа. В высокогорной и нивалльно– альпийской зоне Западного и Центрального Кавказа, а также – Восточного Кавказа возможны катастрофические сели как гляциального, так и ливневого генезиса. Поэтому необходимо, начиная с апреля, вести систематические наблюдения за метеорологическими и гидрологическими факторами формирования селей, производить оценку суммарного количества тепла и влаги, которое территория может получить с начала весны до селеопасного периода, за состоянием ледниково–моренных комплексов в целом.

Катастрофическая активизация оползней, селей, лавин возможна и в горных районах Сахалина и Курильских островов. Особенно вероятна эта активизация в связи с тайфунами, формирование и прохождение которых связано с ЭЦМ, продолжительность которых в ближайшие годы ожидается наибольшей (13л, 12а). При аномально высокой продолжительности ЭЦМ 13л и 12а в некоторых горных районах Прибайкалья и Забайкалья, учитывая большие запасы снега в горах, возможна сильная активизация селей в конце мая – в июне, когда интенсивное снеготаяние может сочетаться с теплыми и обильными ливнями.

На Урале, на Алтае, в Саяно–Тувинской зоне также можно предполагать увеличение активности селей, но утверждать это трудно в связи с недостаточностью данных.

Пораженность территории России селями достаточно подробно отражена на карте экзогенных геологических процессов России масштаба 1:2500000. (Карта..., 2000). Вместе с тем, в настоящее время увеличивается опасность селей в некоторых районах, не отмеченных на этой карте. Это обусловлено существенными нарушениями при эксплуатации территории, недостаточным учетом всех требований, указанных в СНИПах. При сочетании определенных климатических и геологических условий формирование селей может происходить при небольшой крутизне склонов на территории, где раньше селей не было. Примером подобного нарушения экологической обстановки могут быть некоторые районы Черноморского побережья, в частности, район Геленджика, где при высокой стоимости земли строительство часто ведется с большими нарушениями. Это тем более опасно при современных изменениях климата.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 050564354).

ЛИТЕРАТУРА

Бышев В.И., Кононова Н.К., Нейман В.Г., Романов Ю.А. Динамика климата северного полушария в XX столетии // ДАН, 2002, вып.384, № 5, с. 374 –381.

- Дзердзеевский Б.Л., Курганская В.М., Витвицкая З.М. Типизация циркуляционных механизмов в северном полушарии и характеристика синоптических сезонов. // Тр. НИУ ГУГМС, Гидрометиздат, 1946, 80 с.
- Календарь последовательной смены ЭЦМ за 87-летний период (с 1899 по 1985 гг.). // Материалы метеорологических исследований № 13 / Междувед. Геофиз. Комитет при Президиуме АН СССР. М., 1987, с. 29 – 11.
- Карта экзогенных геологических процессов России, масштаб 1:2500 000 / Гл. ред. А.И. Шеко; ВСЕГИНГЕО. М., 2000. 16 л.
- Кононова Н.К. Исследование многолетних колебаний циркуляции атмосферы северного полушария и их применение в гляциологии. Приложение: Календарь последовательной смены ЭЦМ за 1986-2002 гг. МГИ, вып. 95. М.: 2003, с. 45-65.
- Кононова Н.К., Мальнева И.В. Рост повторяемости опасных процессов в горах России и ближнего Зарубежья в условиях меняющегося климата // Состояние и развитие горных систем (Материалы научной конференции по монтологии). СПб: РГО, 2002, с. 231–235.
- Методы долговременных региональных прогнозов экзогенных геологических процессов / Под ред. А.И. Шеко и В.С. Круподерова. М.: Недра, 1984. 168 с.
- Савина С.С., Хмелевская Л.В. Динамика атмосферных процессов северного полушария в XX столетии - Материалы метеорологических исследований № 9. М., 1984. 146 с.
- Шеко А.И. Закономерности формирования и прогноз селей. М.: Недра, 1980. 296 с.
- Шеко А.И., Мальнева И.В. Сели // Т. 3. Экзогенные геологические опасности / Под ред. Кутепова В.М., Шеко А.И. М.: Изд. фирма «КРИК», 2002. С. 65 – 87. (Серия: Природные опасности России / Под ред. Осипова В.И., Шойгу С.К. :Монография в 6 томах.)
- Climate change 2001.IPCC WGI, Cambridge University Press. 572 p.