

ISSN 1997-8669

4/2012

ГеоРиск



АКТИВНОСТЬ СЕЛЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И БЛИЖНЕГО ЗАРУБЕЖЬЯ В XXI ВЕКЕ

MUDFLOW ACTIVITY IN THE TERRITORY OF RUSSIA AND NEIGHBORING COUNTRIES IN THE 21 CENTURY

МАЛЬНЕВА И.В.

Ведущий научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института гидрогеологии и инженерной геологии (ФГУП «ВСЕГИНГЕО»), Московская обл., irmaln@rambler.ru

КОНОНОВА Н.К.

Ведущий инженер Института географии РАН, г. Москва, NinaKononova@yandex.ru

MALNEVA I.V.

A lead staff scientist of the All-Russian Research Institute for Hydrogeology and Engineering Geology (VSEGINGEO), the Moscow Region, irmaln@rambler.ru

KONONOVA N.K.

A lead engineer of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, NinaKononova@yandex.ru

Ключевые слова: активность; сели; атмосферная циркуляция; селевая катастрофа.

Аннотация: в статье проанализированы данные о селях, в том числе катастрофических, в различных горных регионах России и ближнего зарубежья, которые сошли в начале XXI века. Они сопоставлены с особенностями селевой активности в XX веке. Анализ проводился по разработанной авторами методике, позволяющей дать оценку активности селей на основании конкретных случаев их проявлений. Для анализа условий их возникновения использована типизация циркуляции атмосферы Северного полушария, разработанная под руководством Б.Л. Дзердзеевского. Дана оценка ожидаемой активности селей на ближайшие годы.

Key words: mudflow; atmospheric circulation; mudflow catastrophe.

Abstract: the article analyzes data on mudflows including catastrophic ones in various mountainous regions of Russia and adjacent countries that occurred in the beginning of the 21 century. The data are compared with the mudflow activity features in the 20 century. The analysis is carried out by the authors' method permitting to estimate mudflows activity on the basis of concrete cases of their manifestation. To analyze the conditions of their generation the typification of the Northern Hemisphere atmospheric circulation developed under the guidance of B.L. Dzerdzeevkiy is used. The expected mudflow activity for the nearest years is assessed.

Введение

Современные изменения климата сопровождаются ростом повторяемости метеорологических экстремумов, что, в свою очередь, ведет к увеличению повторяемости опасных природных процессов. Горные территории особенно чувствительны к изменениям метеорологического режима.

Наиболее опасными природными процессами в горах, быстро реагирующими на изменения погоды, являются сели, приносящие значительные разрушения. В России к наиболее селеопасным относятся Северный Кавказ и Тихоокеанский регион (Камчатка, Сахалин, Курильские острова). В XX веке много работ было посвящено селям и условиям их формирования, позволяющим оценить активность их проявления. Однако большая часть этих работ имела описательный характер, а механизм селевого процесса был рассмотрен недостаточно.

За последние 20 лет фактически разрушена система наблюдений за селями, учет их проявлений практически не ведется. Однако в настоящее время опасность схода селей увеличивается, что обусловлено современным состоянием климатической системы и возрастающим техногенным воздействием на геологическую среду. Поэтому требуется оценка современной актив-

ности селей и тенденции изменения их активности в ближайшие годы.

1. Методы и материалы

Авторами настоящей статьи были собраны и проанализированы данные о селях, в том числе катастрофических, в различных горных регионах России и стран СНГ, где они представляют особенно большую опасность. Установлены даты и места их проявлений, пострадавшие населенные пункты. Использовалась разработанная авторами методика, позволяющая оценить активность селей на основании конкретных случаев их схода и спрогнозировать тенденцию их развития на основании изменчивости факторов, их обуславливающих. В соответствии с этой методикой для каждого случая авторами был выбран элементарный циркуляционный механизм (ЭЦМ) по типизации Б.Л. Дзердзеевского [4], отмечавшийся в день прохождения селя и в предшествовавший период. Для этого использовался календарь последовательной смены ЭЦМ, а также расчеты суммарной месячной и годовой продолжительности ЭЦМ и групп ЭЦМ. Материалы типизации с 1899 по 2011 год размещены в сети Интернет (www.atmospheric-circulation.ru), опубликованы в книге [6] (по 2008 г.) и продолжают накапливаться. Данные материалы дают возможность

определить условия возникновения любого метеорологически обусловленного опасного процесса и выявить ЭЦМ, при которых формирование подобных процессов наиболее вероятно (процессоопасные ЭЦМ).

Авторами также были использованы сведения о количестве осадков, средних и максимальных температурах воздуха по данным метеорологических станций, расположенных в селеопасных районах.

2. Содержание исследований

2.1. Изменение активности селей в XX веке

Под активностью селевых процессов понимается частота их проявлений или продолжительность межселевых периодов [19]. Эта величина зависит от силы воздействия быстроизменяющихся факторов на геологическую среду. *Активность селей изменяется во времени и испытывает циклические колебания различной продолжительности в зависимости от факторов, обуславливающих их развитие.* Она различается в селеопасных районах в зависимости от условий формирования селей.

Для каждого уровня исследований выделяются соответствующие режимобразующие факторы, в первую очередь метеорологические, данные по которым получаются как из материалов Росгидромета, так и по наблюдениям селевых стационаров. На основании режимных наблюдений и всей имеющейся информации о проявлениях селевых процессов, содержащейся как в опубликованных, так и в фондовых материалах, составляются временные ряды селей.

Однако временные ряды, полученные на основании режимных наблюдений, короткие и недостаточно представительные. На территории России только для бассейнов некоторых рек Северного Кавказа, в частности рек Баксан, Чегем, Черек, можно составить временные ряды. При отсутствии рядов наблюдений за селями может быть

Таблица 1

Макроциркуляционные процессы, приносящие селеопасную погоду в различные горные системы				
Горная система	Селеопасные районы		Селеопасные ЭЦМ для районов	Селеопасные ЭЦМ для горной системы в целом
Хибины	-		-	2а, 2б, 3, 6, 7ал, 9а, 12а, 13л
Полярный Урал	-		-	2а, 2б, 6, 7ал, 7бл, 8а, 12а, 13л
Карпаты	Бассейн реки	Тиса	4в, 6, 12а	2а, 2в, 6, 7ал, 10а
		Прут	2а, 7ал, 9а, 10а	
		Днестр	10а	
Крым	Юго-Западный		7аз, 9а, 11в, 13л	9а, 13л
	Юго-Восточный		9а, 13л	
Кавказ, бассейн Черного моря	Бассейны рек Абхазии		2а, 12а, 13л	2а, 12а, 13л
	Бассейн реки	Ингури	12а, 13л	
		Риони	13л, сочетание 12а и 13л	
		Цхенисцкали	13л	
Центральный Кавказ	-		-	2а, 4б, 10б, 13л
Средняя Азия, бассейны рек Сырдарья и Нарын	-		-	2в, 3, 4б, 7ал, 8а, 10а, 12а, 12бл, 12вл, 13л
Восточная Сибирь	Забайкалье		2а, 7ал, 8бл, 8вл, 9а, 12а, 12бл, 12вл, 13л	2а, 7ал, 12а, 13л
	Прибайкалье		2а, 2б, 2в, 3, 4в, 7ал, 9а, 10б	
	Южная Якутия		12а, 12бл, 12вл, 13л	
Дальний Восток	Восточные склоны хребта Сихотэ-Алинь		7ал, 9а, 12а, 13л	7ал, 9а, 12а, 13л
	Остров Сахалин		12а, 13л	

использован дендрохронологический метод, разработанный А.М. Лехатиновым и позволяющий установить проявления селевых процессов по годам [13]. В основном результаты режимных наблюдений за ними используются для выявления причинно-следственных связей между селями и факторами, их обуславливающими, а долгосрочные прогнозы схода селей составляются на основании закономерностей, установленных для временных рядов различных факторов.

А.И. Шеко были проанализированы фактические данные о проявлениях селевых процессов в различных регионах и на основе фактических данных построены временные ряды для Кавказа и Средней Азии в целом, а также по отдельным регионам, различающимся по физико-географическим особенностям и особенностям геологического строения. Практически во всех рядах наибольшее число селей наблюдалось в 50–60-х годах XX века (на Кавказе — в 1953–1967 годах, в Средней Азии — в 1963–1970 годах.) Наиболее активными были годы, приуроченные к переломным моментам в ходе солнечной активности, ее максимумам (например, 1895, 1905, 1927, 1936–1940, 1957–1960 на Кавказе) и минимумам (например, 1910, 1914, 1930, 1953, 1963 на Кавказе) [18].

Наиболее полные сведения об активности селей в XXI веке имеются для бассейнов крупных рек Центрального Кавказа. Здесь к концу XX века накоплены данные о проявлениях селевых процессов за столетний период, позволяющие провести детальный анализ условий формирования селей. В последние десятилетия XX века в ходе различных обследований были изучены и охарактеризованы все крупные селевые потоки независимо от наносимого ими ущерба (например, И.Б. Сейновой они рассмотрены в работе [15] для бассейна реки Баксан). До 1960 года фиксировались только сели, наносившие ущерб, что привело к потере сведений об общем их количестве, но все же позволяет достаточно объективно характеризовать распределение селевой активности во времени.

В среднем 1–2 раза в десятилетие происходит усиление селевой активности (наблюдается массовый сход селей).

2.2. Влияние климатических условий на активность селей

Проведенный анализ позволяет отметить, что формирование твердой и жидкой составляющих селей в значительной степени определяется влиянием основных изменяющихся факторов — атмосферных осадков, темпе-

ратуры воздуха, а также характером погоды в целом.

Для анализа условий формирования селей, обусловленных соответствующим характером погоды, авторами разработана методика, базирующаяся на том, что погода в конкретном районе определяется особенностями циркуляции атмосферы и количественно выражается числом дней с различными ЭЦМ [7, 16].

Исследование активности селей осложняется недостаточной информацией об их проявлениях, а в некоторых местах и отсутствием достаточно длительных и репрезентативных рядов метеорологических наблюдений. Поэтому важно установить связь между селями и ЭЦМ, каталогизация которых ведется с 1899 года. Для выявления таких связей были проанализированы все известные случаи прохождения селей в горных системах России и стран ближайшего зарубежья [21]. Были установлены характер погоды, способствующий формированию селей, и ЭЦМ, обуславливающие эту погоду.

Механизм влияния циркуляции атмосферы на развитие опасных процессов заключается в том, что типу погоды при определенном ЭЦМ соответствуют определенные режим и степень увлажнения территории, температурный режим. При этом для каждого из

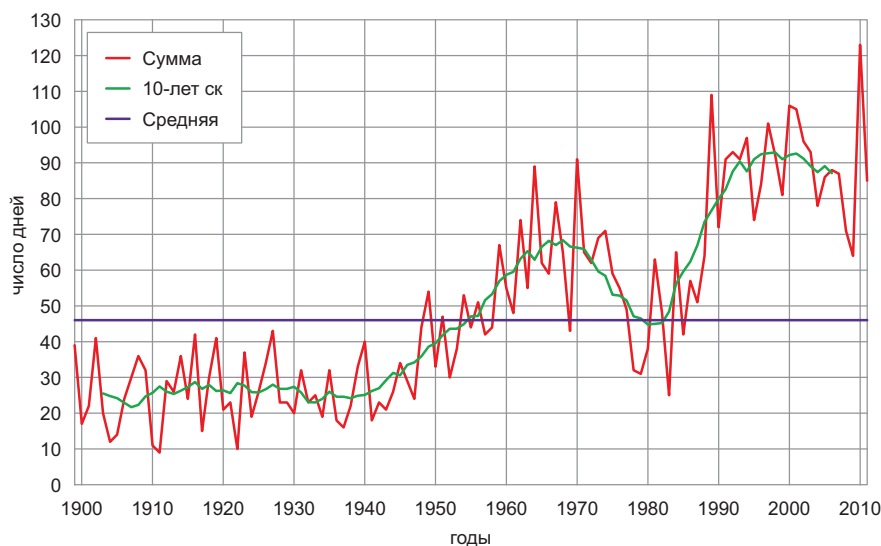


Рис. 1. Суммарная продолжительность селеопасных ЭЦМ (2а, 7ал, 9а, 12а, 13л) за селеопасный сезон (апрель–август) для горных систем России и ближнего зарубежья

опасных экзогенных геологических процессов (ЭГП) характерен определенный тип погоды, способствующий увеличению его активности, а для пород различных стратиграфо-генетических комплексов — способствующий разрушению и накоплению рыхло-ослабленного материала.

В основу использованной типизации положены направления и количество блокирующих процессов и выходов южных циклонов во всем Северном полушарии. В то же время наличие динамических схем положения и перемещения барических образований при каждом ЭЦМ (www.atvospheric-circulation.ru) позволяет определить синоптическую ситуацию и характер погоды в любой точке полушария. Выделено 13 типов циркуляции, которые обозначаются арабскими числами от 1 до 13. Варианты каждого типа обозначены первыми буквами алфавита (а, б, в, г). Выделены летние (л) и зимние (з) разновидности ЭЦМ, обусловленные сезонными различиями состояния подстилающей поверхности. Всего выделен 41 ЭЦМ. По числу блокирующих процессов в Северном полушарии и выходов южных циклонов они объединены в 4 группы: (1) зональная циркуляция (1–2-й типы); (2) нарушение зональной циркуляции (3–7-й типы); (3) меридиональная северная группа (8–12-й типы); (4) меридиональная южная группа (13-й тип). Продолжительность действия единичного макропроцесса в среднем равна 3,5 суткам при колебаниях от 1 до 11 суток. В современный период ЭЦМ стали чаще сменять друг друга [7]. С частой сменой ЭЦМ связаны резкие колебания погоды, что способствует активизации опасных природных процессов.

При анализе всех известных случаев прохождения селей в горных системах Крыма, Кавказа, Средней Азии,

Восточной Сибири и Дальнего Востока [21] определена суммарная продолжительность каждого ЭЦМ в период прохождения селя и в предшествовавший селеопасный сезон. По ежедневным данным ближайшей длиннорядной метеостанции в каждом селеопасном районе проведен расчет количества осадков (мм) и их повторяемости (%) при каждом ЭЦМ. Таким образом, выявлены осадкообразующие ЭЦМ для каждого селеопасного района. Для районов формирования гляциальных селей по ежедневным данным были выявлены ЭЦМ, способствующие повышению температуры воздуха.

В результате проведенных исследований выявлены селеопасные ЭЦМ для каждой горной системы в целом и общие для всех горных систем (табл. 1). Как видно из табл. 1, наиболее селеопасными для различных горных систем являются ЭЦМ 2а, 7ал, 9а, 12а и 13л. Многолетние изменения суммарной за селеопасный сезон продолжительности данных ЭЦМ представлены на рис. 1.

В течение XX–XXI веков отмечается общий рост суммарной продолжительности этих ЭЦМ за селеопасный сезон (апрель–август), сопровождающийся значительными колебаниями. Предыдущий период существенного повышения суммарной продолжительности селеопасных ЭЦМ отмечался в 60-е годы XX века, когда также увеличивалась активность селей в разных регионах. Тогда продолжительность этих ЭЦМ была приблизительно вдвое меньше современной. Новый период роста суммарной продолжительности селеопасных ЭЦМ начался после минимума 1983 года (25 дней в селеопасном сезоне). С 1989 года по настоящее время продолжительность этих ЭЦМ почти вдвое превышает среднюю многолетнюю.

Это отражается на активности селевых процессов в разных регионах.

2.3. Наиболее значительные селевые катастрофы XXI века

Начало XXI века отмечено катастрофическими гляциальными селями на реке Герхожансу (в бассейне реки Баксан) в Кабардино-Балкарии 18–25 июля 2000 года. В зоне поражения оказалось две трети города Тырныауз, получили разрушения многочисленные здания и сооружения, имелись человеческие жертвы. Причиной катастрофы явилась погода. До прохождения селей в июле длительное время стояла необычно жаркая и сухая погода при ЭЦМ 13л, обеспечивая интенсивное таяние ледников. Произошли значительные изменения ледниково-моренных комплексов, следствием чего и явилась катастрофическая активизация селей [12].

2002 год отличается катастрофическими проявлениями опасных природных процессов по всей территории Северного Кавказа, прежде всего в низкогорьях и предгорьях. Сильные дожди предположительно 1% обеспеченности выпали по всей территории Северного Кавказа за период с 29 мая по 8 июня и после 17 июня. Пострадала территория от Краснодарского края до Дагестана — сильные дожди вызвали паводки и селевые потоки. В этом же году произошел обвал ледника Колка. Не последнюю роль в этом событии сыграло рекордное количество осадков в конце мая — начале июня в этом регионе.

Следующий опасный период наступил в начале августа 2002 года, когда от проявлений селевых процессов и массовой активизации оползней в поверхностных отложениях пострадало Черноморское побережье и прилегающие горные территории. Характер погоды был обусловлен соответствующим характером атмосферной циркуляции, значительной продолжительностью и частой повторяемостью ЭЦМ 12а и 13л в периоды катастроф. При этом наблюдались выходы южных циклонов, но при ЭЦМ 12а рядом проходило арктическое вторжение, что делало погоду особенно неустойчивой [8].

Эти же ЭЦМ господствовали в 2002 году и на острове Сахалин, вызвав катастрофические наводнения и активизацию оползней и селей. При ЭЦМ 13л на Сахалине очень велика опасность тайфунов. Вероятность возникновения тайфунов также велика и при других ЭЦМ (8а, 12вз, 8бл, 12а). Она увеличилась в современную циркуляционную эпоху вместе с общим ростом суммарной продолжительности меридиональных ЭЦМ.

В таблице 2 представлены наиболее мощные тайфуны на Сахалине за последние десятилетия и типы атмо-



Рис. 2. Проявления оползневых и селевых процессов на Макаровской площади в 1990–2004 гг.

сферной циркуляции, наблюдавшиеся в это время.

Во всех случаях активизации оползней и селей на острове Сахалин, связанных прежде всего с тайфунами, большое значение имеет характер погоды, наблюдавшийся в течение всего периода подготовки проявлений этих опасных процессов. Для глинистых пород в селевых очагах Сахалина наиболее опасна погода при ЭЦМ 13л, когда происходит интенсивное увлажнение пород и подготовка твердой составляющей селей. Изменение активности оползней и селей по годам показано на рис. 2 [20].

Преобладающие на острове Сахалин песчано-глинистые и другие грунты (сланцы, алевролиты, песчаники мела и палеогена) в очагах зарождения селей не отличаются высокой прочностью. Они очень быстро выветриваются, особенно при резких колебаниях режима увлажнения. Это является важным фактором развития оползневых и селевых процессов.

В начале августа 2006 года преобладание ЭЦМ 13л обеспечило в высокогорьях Центрального Кавказа очень жаркую погоду — максимальные суточные температуры воздуха в

течение нескольких дней превышали 30 °С. В результате интенсивного таяния ледников 11 августа прошел мощный гляциальный сель в верховьях реки Малка.

В августе 2007 года при аналогичных метеорологических условиях катастрофический гляциальный сель сошел по долине реки Чегем (Центральный Кавказ). Пострадало село Булунгу.

3 июня 2007 года оползнем и селем была разрушена Долина гейзеров на Камчатке. Катастрофическая ситуация в значительной степени была обусловлена циркуляционными факторами и особенностями погоды, характерными для них. В мае 19 дней занимали летние типы 8бл, 9а, 13л, что объясняет высокий температурный фон. С 24 апреля средняя температура воздуха не опускалась ниже 0 °С даже в ночное время, а со 2 мая и минимальная температура стала положительной. Именно с этими ЭЦМ связано одно из ключевых событий, предшествовавшее катастрофе: 28 мая на Камчатку вышел (ЭЦМ 9а) бывший тайфун из южных широт, который бушевал на ее территории 29–30 мая (ЭЦМ 13л) и покинул ее 31 мая (ЭЦМ 8бл), что вызва-

ло резкое повышение температуры и выпадение обильных осадков, ускорившее таяние ледников.

В 2009 году наблюдалась сильная активизация оползней и селей на Сахалине 22–24 июня [2] при ЭЦМ 12бл (22 июня) и ЭЦМ 12а (23–24 июня). Отмечалось более 50 случаев схода селей. Наблюдалась рекордная оползневая активность. Из-за сильной активизации оползней и селей в 2009 году возникла опасность повреждения транссахалинской трубопроводной системы [2, 10, 14].

В 2010 году на Сахалине было два периода активизации в западной части острова (в районах городов Холмск и Невельск) и на его южном берегу (в районе города Корсаков). Массовая активизация в Невельске и Корсакове произошла 28–30 июля (28 июля — ЭЦМ 8вл, 29–30 июля — ЭЦМ 13л). Рекордно массовая активизация в Холмске [14] произошла 10–12 августа (ЭЦМ 9а).

Летом 2011 года в Приэльбрусье была жаркая погода и выпало большое количество осадков. Вследствие этого и наличия достаточного количества рыхлообломочного материала на территории Кабардино-Балкарии прошли гляциально-ливневые сели в бассейнах рек Черек Балкарский, Чегем, Баксан (16 июля — ЭЦМ 9а; 21 июля — ЭЦМ 13л; 3 августа — ЭЦМ 12а). Отметим, что весной и в июне здесь было велико число дней с ЭЦМ 12а.

В настоящее время очень мало сведений об активности селей в XXI веке в странах ближнего зарубежья. Источником сведений о проявлениях селевых процессов и различных природных катастрофах является в основном система Интернет (<http://www.meteonovosti.ru>).

В конце апреля — начале мая 2005 года в Грузии произошло самое масштабное наводнение за последние 30 лет вследствие необычайно сильных проливных дождей. В основном пострадала Западная Грузия. В Сванетии (горной области на северо-западе Грузии) селевые потоки разрушили свыше 500 жилых домов (<http://txt.newsru.com/world/27apr2005/potop.html>). Из-за угрозы схода селей и камнепадов была полностью закрыта Транскавказская магистраль. Сели дождевого генезиса прошли и в Северной Осетии — Алании. Провалившиеся дожди, которые спровоцировали наводнение, начались с выходом южного циклона при ЭЦМ 13л и продолжились при ЭЦМ 8а. В целом весь указанный период вследствие особенностей погоды был селе- и оползнеопасным.

Весной 2010 года при повышенной продолжительности ЭЦМ 12а и 13л отмечена значительная активизация оползней и селей в низкогорных районах Таджикистана, в бассейне реки Вахш, где в отличие от Европейской

Таблица 2

Наиболее мощные тайфуны Тихоокеанского региона и ЭЦМ в соответствующие периоды			
Год	Дата	Название тайфуна	ЭЦМ в период тайфуна
1961	16–17 сентября	-	5г
1972	12–16 сентября	Мария	13л, 12а
1981	5–6 августа	Филлис	13л
1992	14–17 августа	Робин	13л
1996	23–26 сентября	Виолетта	9б, 13л
2000	5–6 сентября	Саомей	13л
2002	11–15 июля	Чатаан	13л, 3
2002	2–3 сентября	Руса	13л

Сведения о проявлениях селевых процессов на юге Таджикистана				
Год	Дата	Место прохождения селя	Причина	ЭЦМ
2007	16 апреля	Муминабадский, Турсунзадеевский р-ны	Ливни	13л
2007	6 июня	200 км к югу от г. Душанбе	Ливни	10б
2008	14 октября	Пригород г. Душанбе	Ливень	7бз
2009	11 апреля	Юг Таджикистана	Ливень	13з
2009	21–22 апреля	Хатлонская обл.	-	13л
2009	8 мая	г. Душанбе	Сильные ливни	12вл
2009	14 мая		Дожди	12вл
2009	20 мая		-	8гл
2010	23 апреля	Шуроабдский р-н	-	9а
2010	5 мая	г. Куляб (юг Таджикистана)	-	12а
2010	7 мая		Ливень	12а
2010	8 мая		Паводок вследствие ливня	12а
2010	11 мая		-	12а
2010	18 мая		-	12а

России выпало аномальное количество осадков (<http://www.ecoteco.ru/news/n19525>).

Наиболее значительное количество осадков в весенний период, когда более вероятно формирование селей, связано с ЭЦМ 12-го и 13-го типов, особенно с ЭЦМ 12а. Сведения об отдельных случаях проявлений селевых процессов на юге Таджикистана представлены в табл. 3. Как наиболее селеопасные для этого региона нужно выделить циклонические ЭЦМ 12а, 13л, 12вл, 9а. Сели при них провоцируются обильными осадками.

Прошедшие в июне 2011 года ливневые дожди снова вызвали наводнения и сход селевых потоков по всей Грузии. В Южной Осетии сели сошли снова на Транскавказскую магистраль. При этом в конце июня погода определялась преобладанием ЭЦМ 13л (21–25 июня) и 12а (28 июня — 3 июля).

В 2012 году опасность природных катастроф в Таджикистане снова была очень велика. Вследствие аномально высоких температур стремительное таяние снега привело к сходу селевых потоков в горных районах страны 29 марта 2012 года (ЭЦМ 13л). Весенние паводки и сели стали причиной гибели десятков людей. От проливных дождей, которые прошли в Таджикистане в апреле–мае 2012 года, пострадали сотни домов, ущерб составил более 1 млн долларов. Особенно пострадал город Куляб, где было разрушено более 200 жилых домов. Причиной катастрофы также была погода, обусловленная чередованием ЭЦМ 13л, 12а, 9а. 8 июня селевые потоки обрушились на восток Таджикистана. При этом погода в июне 2012 года характеризовалась

чередованием наиболее селеопасных ЭЦМ — 12а, 13л, 9а (<http://stopfire.ru/content/3484/17557>).

13 мая 2012 года мощнейшее за 40 лет наводнение, вызванное обильными ливнями, произошло в Грузии. Во многих районах прошли паводки и селевые потоки (<http://www.webground.su/tema/2012/05/13/tbilisi/>).

По этой же причине с 15 мая по 18 июня 2012 года отмечалась селевая опасность в Киргизии.

2.4. Оценка активности селей в будущем

На основании анализа обусловленной состоянием климатической системы активности селей на территории России и ближнего зарубежья в начале XXI века можно предположить, как изменится эта активность в ближайшие годы.

Для оценки предстоящей селеопасности была выполнена экстраполяция временных рядов продолжительности селеопасных ЭЦМ методом гармонического анализа и рассчитана продолжительность указанных ЭЦМ до 2025 года на уровне 5-летних скользящих средних величин. Расчеты показали, что в ближайшие 10–15 лет селеопасность будет сохраняться на современном, то есть самом высоком с начала наблюдений, уровне (рис. 3) [9].

Об опасности проявлений селевых процессов можно судить по характеристикам космической погоды. При этом целесообразно уделять внимание анализу тех показателей, которые связаны с изменениями активности Солнца.

В прямой зависимости от солнечной активности находятся рассмотренные выше циркуляционные условия формирования селей, а также экстремаль-

ные ливни, обусловленные этими условиями [1]. Сейчас идет всего лишь второй год роста солнечной активности, начавшегося на стыке 2009 и 2010 годов после очень длительного минимума. «В настоящее время трудно сказать, когда этот рост остановится и какой величины достигнет активность Солнца — иными словами, пока непонятно, когда Солнце пройдет через очередной максимум и какой величины он будет на этот раз, однако по прогнозам достигнуть этой точки наша звезда должна не раньше середины 2013 года. Не исключено, однако, что столь мощное энерговыделение, наблюдаемое уже сейчас, свидетельствует, что скорость роста солнечной активности недооценена и выход на максимум цикла может произойти заметно раньше — до конца 2012 года», — отмечается в «Дневнике проекта» на сайте проекта «ТЕСИС» лаборатории рентгеновской астрономии Солнца Физического института РАН (www.tesis-lebedev.ru).

Вероятность наступления максимума 24-го солнечного цикла в 2012–2013 годах отмечена многими ведущими учеными-«солнечниками» [17]. При этом прогнозируется увеличение количества вспышек на Солнце. Многолетние наблюдения астрономов и физиков позволяют с уверенностью говорить о влиянии, которое оказывают вспышки, на все, связанное с возникающими проблемами на Земле.

Учитывая вышесказанное, авторы в 2011 году уделяли внимание анализу вспышечной активности Солнца, полагая, что вспышки могли оказать влияние на формирование селевых потоков в результате попадания компонентов солнечного ветра в приповерх-

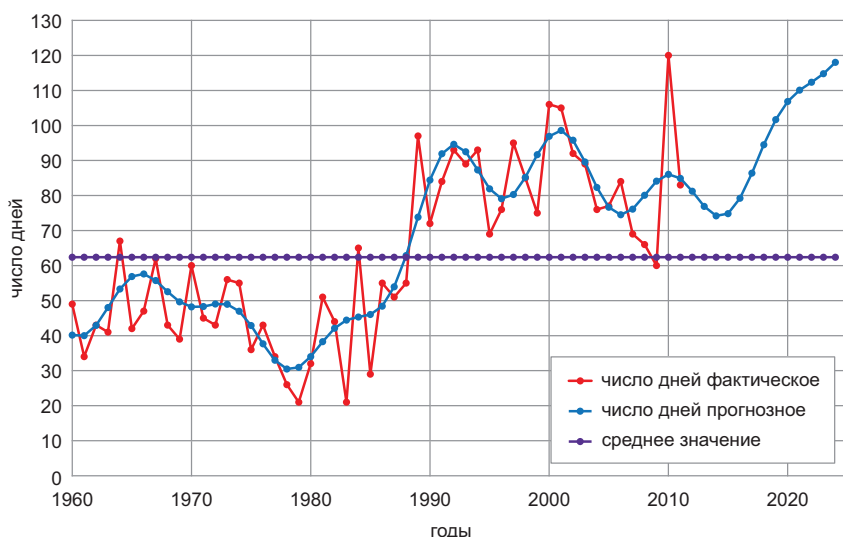


Рис. 3. Число дней с наиболее селеопасными ЭЦМ (9а, 12а, 13л)

ностную область Земли [3]. Так, геоэффективные всплески скоростей и плотности плазмы солнечного ветра наблюдались за несколько дней до селя 16 июля, 21 июля и 3 августа. Источник фактических солнечноветровых данных помещен в Интернете (<http://www.swpc.noaa.gov/ftpmenu/lists/ace2.html>). Вместе с тем для оперативной оценки опасности можно пользоваться материалами, представленными на сайте проекта «ТЕСИС» (www.thesis_lebedev.ru). По этим данным можно оценить вспышечную активность Солнца и степень возмущения его магнитосферы. Так, в августе 2011 года непосредственно перед прохождением селей вспышечная активность была достаточно велика. Произошли средние вспышки 2 августа в 12 ч. и 3 августа в 8 ч., а вспышка в 16 ч. приближалась к сильной. Магнитосфера Солнца была наиболее возбуждена в июле (www.thesis_lebedev.ru). Слабая магнитная буря отмечалась 19 июля — накануне селя в бассейне реки Чегем.

Прогнозные данные о характере активности Солнца в 2012 году [10] дают основание предполагать увеличение опасности формирования катастрофических гляциальных селевых потоков в бассейне р. Герхожансу и других рек Кабардино-Балкарии в высокогорьях Центрального Кавказа.

2.5. Влияние техногенного фактора на активность селевых процессов

Активность селей в XXI веке в отличие от XX века помимо климатических намного больше и чаще бывает обусловлена техногенными факторами. Сели стали проходить там, где их раньше не было или не ожидалось. Наиболее сильная активизация происходит при совместном влиянии природных и техногенных факторов, как это было на Северном Кавказе в июне 2002 года. При этом возможно возникновение экологических катастроф.

В последние 20 лет не производится ремонт водохозяйственных сооружений, регулирующих подачу воды населенным пунктам, ливневой канализации. Параметры водопропускных сооружений не соответствуют параметрам паводков.

При обильных осадках регулировать подачу воды невозможно. После 2002 года подобная ситуация сложилась в Северной Осетии, где ливневые дожди 5–9 июня 2010 года привели к паводкам и прохождению селевых потоков по рекам предгорий с последствиями катастрофического характера [5].

Очень большую опасность представляет территория Большого Сочи и Красной Поляны, где при современном увеличении интенсивности хозяйственной деятельности может значительно увеличиться опасность активизации оползней и селей. При ожидаемой увеличивающейся техногенной нагрузке в связи с Олимпийскими играми 2014 года общая степень воздействия природных и техногенных факторов существенно возрастет. Многие хозяйственные объекты могут быть повреждены даже небольшими селями, которые возникают там, где их раньше не было. Для определенных объектов, например нефте- и газопроводов, шоссейных дорог, опасны сели даже малой мощности. Сели в высокогорье и среднегорье этого района возникают в результате развития процессов парагенетического комплекса, проявлениями которых наряду с селями являются оползни, обвалы, осыпи. В условиях преобладания глинистых пород на данной территории большой вред может принести даже незначительная активизация оползней, способствующая активизации селей.

В настоящее время увеличилось количество вредных отходов на различных промышленных предприятиях, которые могут быть вовлечены в селевой

процесс. По предположению ученых мощные селевые потоки горного хребта Хамар-Дабан на юге Байкала могут в 2012 году смыть в озеро отходы Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК), что приведет к крупнейшей экологической катастрофе. После 1971 года крупных селей в этом районе не проходило. Однако при современных климатических условиях, как отмечает В. Лапердин, вовлечение в развитие селевых процессов отходов БЦБК и сход селей вполне возможны (<http://newsbabr.com/?IDE=104059>).

Большую опасность представляют хвостохранилища обогатительных фабрик, особенно тех, которые в настоящее время прекратили работу. Так, возможный прорыв плотины хвостохранилища на реке Гижгит в Кабардино-Балкарии неизбежно приведет к формированию колоссального селевого потока, возникновению катастрофической экологической ситуации не только в бассейне реки Баксан, но и на всем Северном Кавказе до Каспийского моря. Здесь для складирования прошедшего обогащения сырья (пульпы) бывшего Тырныузского горно-обогатительного комбината (ТГОК) в 1966 году была возведена плотина и сооружены различные объекты для направления отходящей от пульпы воды в русло р. Баксан. При этом, по данным комбината «Гипроникель», проектировавшего эти сооружения, р. Гижгит не представляет опасности с точки зрения формирования селей. Однако многие мелкие притоки этой реки селеносны. Сели подпитываются за счет подрезки склонов и русловой отмоски и могут сформировать вынос от 10 до 100 тыс. м³ грязекаменной массы и вызвать прорыв плотины. Само водохранилище в настоящее время переполнено, объем жидких отходов (хвостов) составляет более 110 млн м³. Последние, фильтруясь через земляную плотину и берега, загрязняют грунтовые воды и реки. В составе хвостов отмечается очень высокая концентрация ядовитых химических веществ [11].

Большую опасность представляет колоссальное накопление отходов в хвостохранилищах обогатительных фабрик Садонского свинцово-цинкового комбината в Северной Осетии, который действовал более 150 лет и уже не работает. В непосредственной близости от места, где в настоящее время сосредоточены отходы (более 4,5 млн м³), проходит федеральная автомобильная магистраль «Транскам». На отдельных участках расстояние между магистралью и хранилищем не превышает 20–30 м. В современных климатических условиях эти отходы в результате схода мелких селевых потоков могут попасть на дорогу.

29 августа 2009 года произошел прорыв ограждающей дамбы хвосто-

хранилища Карамкенского горно-металлургического комбината в Магаданской области с ядовитыми отходами из-за сильного подъема воды, вызванного трехдневным ливнем, и селевых потоков в районе дамбы, в результате чего образовался катастрофический загрязненный селевой поток, разрушивший часть города Карамкена и унесший жизни многих людей (*karamken.narod.ru/katastofa_kar.html*).

Заключение

В начале XXI века, когда достаточно велика продолжительность южных меридиональных циркуляционных процессов и растет продолжительность меридиональных северных, очень ве-

лика экстремальность метеорологических факторов. Соответственно, экстремальным является и развитие опасных природных процессов. При сложившемся характере циркуляции возможны экстремумы различных метеорологических показателей.

Учитывая отмеченные особенности атмосферной циркуляции, связанный с ней характер погоды, закономерно-сти планетарных факторов, целесообразно экстраполировать развитие опасных процессов 1960–1970-х годов на настоящее время.

Если изменения характера циркуляции атмосферы будут проходить и далее так же, как в настоящее время, то при дальнейшем увеличении продолжительности меридиональной северной цирку-

ляции может уменьшиться количество гляциальных, но увеличиться количество ливневых и гляциоливневых селей на Северном Кавказе, как это было в 1960–1970-е годы. Увеличится опасность активизации оползней и селей в районе г. Сочи и Красной Поляны — районе проведения Олимпийских игр 2014 года. Сильная опасность оползней и селей также вероятна на Алтае, в Прибайкалье, на острове Сахалин. Нужно быть готовыми к высокой вероятности проявлений опасных природных процессов, обусловленных погодой при указанных элементарных циркуляционных механизмах. Возможны частые перемены погоды, экстремальные засухи и наводнения.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 11-05-00573

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вальчук Т.Е., Кононова Н.К., Чернавская М.М. Экстремальные ливни в России в сопоставлении с солнечной активностью и геомагнитной возмущенностью // Труды 7-й Пулковской международной конференции по физике Солнца «Климатические и экологические аспекты солнечной активности», г. Санкт-Петербург, 7–11 июля 2003 г. СПб.: Изд-во ГАО РАН, 2001. С. 47–53.
2. Генсировский Ю.В., Казаков Н.А. Активизация экзогенных геологических процессов на Южном Сахалине 22–24 июня 2009 г. // Геориск. 2009. № 2. С. 56–60.
3. Гонсировский Д.Г. Исследование вопроса связи проявления селей и солнечной активности с помощью метода множественной графической корреляции // Материалы 7-й Международной научно-практической конференции по проблемам снижения природных опасностей и рисков «Геориск-2009», г. Москва, 21 мая 2009 г. М.: Изд-во ИГЭ РАН, ВНИИ ГО ЧС, 2009. Т. 1. С. 6–11.
4. Дзержевский Б.Л. Циркуляционные механизмы в Северном полушарии в XX веке // Материалы метеорологических исследований. М.: Изд-во ИГ АН СССР и Междудеятельного геофизического комитета при Президиуме АН СССР, 1968. 240 с.
5. Запороженко Э.В., Каменев Н.С., Никулин А.С. О причинах катастрофических ситуаций во время дождевых паводков на реках Северной Осетии — Алании в июне 2010 года // Геориск. 2011. № 1. С. 36–40.
6. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзержевскому / отв. ред. А.Б. Шмакин. М.: Воентехиниздат, Ин-т географии РАН. 2009, 372 с.
7. Кононова Н.К., Мальнева И.В. Влияние изменения характера атмосферной циркуляции на активность опасных природных процессов // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2003. № 4. С. 52–62.
8. Кононова Н.К., Мальнева И.В. Вероятность повторения на Северном Кавказе природных катастроф 2002 года // Материалы 5-й Международной конференции «Устойчивое развитие горных территорий», СКГМИ, Владикавказ, 21–23 сентября 2004 г. Владикавказ: Терек, 2004. С. 214–218.
9. Кононова Н.К., Мальнева И.В. Тенденция проявления природных опасностей на территории России в связи с глобальным изменением климата // Материалы Всероссийской конференции по оценке и управлению природными рисками «Риск-2006». М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 2006. С. 8–10.
10. Круподеров В.С., Мальнева И.В., Кононова Н.К., Крестин Б.М. Особенности оценки опасности селей в эпоху аномальных климатических изменений // Геориск. 2007. № 4. С. 36–40.
11. Курбанов С.О., Ахматов М.А. Прогноз и предотвращение чрезвычайной ситуации на хвостохранилище ТВМК в ущелье р. Баксан // Труды Всероссийской конференции по селям, г. Нальчик, 26–28 октября 2005 г. / под ред. М.Ч. Залиханова. М.: ЛКИ, 2008. С. 374–376.
12. Мальнева И.В., Кононова Н.К. Метеорологические условия формирования катастрофических селей в июле 2000 года в бассейне р. Герхожансу и прогноз селевой опасности // Геологическое изучение и использование недр: Научно-технический информационный сборник. М.: Геоинформмарк, 2001. Вып. 6. С. 75–81.
13. Методы долговременных прогнозов экзогенных геологических процессов / под ред. А.И. Шеко, В.С. Круподерова. М.: Недра, 1984. 188 с.
14. Мусохранова Л.А., Генсировский Ю.В., Казаков Н.А. Уязвимость территории населенных пунктов Сахалинской области к воздействию опасных природных процессов и меры, принимаемые для ее защиты // Градостроительство. 2010. № 6. С. 33–39.
15. Сейнова И.Б., Золотарев Е.А. Ледники и сели Приэльбрусья (эволюция оледенения и селевой активности). М.: Научный мир: МГУ, 2001. 203 с.
16. Харламова И. В. Исследование условий формирования селей в горных районах, прилегающих к Черноморскому побережью СССР, с целью их прогноза: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. М., 1981. 19 с.
17. Чулак О.В., Матвейчук Т.В. Прогноз 24-го цикла и реальные данные // Сборник тезисов докладов 7-й конференции «Физика плазмы в солнечной системе», ИКИ РАН, г. Москва, 6–10 февраля 2012 г. URL: <http://www.plasma2012.cosmos.ru/sites/plasma2012.cosmos.ru/files/conf-plasma7-iki-feb2012.pdf>.
18. Шеко А.И. Закономерности формирования и прогноз селей. М.: Недра, 1980. 296 с.
19. Шеко А.И., Мальнева И.В. Сели. Природные опасности России: в 6 т. Т. 3: Экзогенные геологические опасности / под ред. В.М. Кутепова, А.И. Шеко. М.: КРЮК, 2002. С. 65–87.
20. Kononova, N.K., Malneva I.V. The estimation of mud flow and landslide hazard on the Island Sakhalin in the next decade // Proceedings of the International Geotechnical Symposium «Geotechnical Engineering for disaster prevention and reduction», July 24–26, 2007, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia Seoul: Korean Publishing Company, 2007. P. 180–183.
21. Malneva I.V., Kononova N.K. The activity of mudflow processes in mountains of Russia and adjacent countries in 20 century // International Symposium on Latest Natural Disasters, September 5–8, 2005. Sofia, Bulgaria. CD. Topic VI. Case studies. Conclusions and recommendations. P. 787–800. Topic_6\22_6_p.doc.