



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 3. С. 169–178
Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences, 2021, vol. 21, iss. 3, pp. 169–178
<http://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-3-169-178>

Научная статья
УДК 551.4



Аномальные явления и геоэкологическая обстановка российского Дальнего Востока

Г. П. Скрыльник

Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук, Россия, 690041, г. Владивосток-41, ул. Радио, д. 7

Скрыльник Геннадий Петрович, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, skrylnik@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6318-5186>

Аннотация. Развитие геосистем российского Дальнего Востока протекает под громадным, но противоречивым по своему характеру двойным влиянием континента и океана и осуществляется через атмосферу. Цель статьи – охарактеризовать опасные природные явления в зависимости от дифференцированной природной напряженности Дальнего Востока (максимальной на юге и умеренной на севере), часто вызывающие катастрофы и создающие в целом напряженные геоэкологические обстановки. Методы – сравнительно-географический, геофизический, информационный, а также авторские разработки и т. д. Дальнейшее усиление естественной континентальности климата всего региона предопределяет направленное возрастание в развитии геосистем роли опасных природных процессов. Если произойдет резкое антропогенное потепление климата, возможен ускоренный подъем уровня Мирового океана, что вызовет в береговой зоне усиление абразии, обвалов и оползней. В случае сохраняющегося общего похолодания будет происходить экстремализация всей природной обстановки. Кризисные обстановки в известной мере прогнозируемы, что может помочь в оптимизации рационального природопользования.

Ключевые слова: процессы, континентальность, экстремальные, кризисные обстановки, катастрофические явления, Дальний Восток
Благодарности и финансирование. Работа выполнена по тематическому плану НИР ТИГ ДВО РАН в рамках госзадания Минобрнауки РФ на 2019–2021 гг. «Естественные и антропогенные факторы в эволюции, динамике и устойчивости разноранговых геосистем и их компонентов в переходной зоне: суша – океан» (регистрационный номер темы – АААА-А19-119030790003-1).

Для цитирования: Скрыльник Г. П. Аномальные явления и геоэкологическая обстановка российского Дальнего Востока // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле*. 2021. Т. 21, вып. 3. С. 169–178. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-3-169-178>
Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

Anomalous phenomena and geoeological situation in the Russian Far East

G. P. Skrylnik

Gennady P. Skrylnik, Leading Researcher, skrylnik@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6318-5186>

Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 7 St. Radio, Vladivostok-41 690041, Russia

Abstract. The development of the geosystems of the Russian Far East proceeds under the enormous but contradictory in nature double influence of the continent and the ocean and is carried out through the atmosphere. The goal is to characterize hazardous natural phenomena depending on the differentiated natural tension of the Far East (from maximum in the south to moderate in the north), often causing disasters and creating tense levels of the geoeological situation in general. The article presents comparative-geographical, geophysical, informational methods, as well as author's development, etc. Further strengthening of the natural continentality of the entire region climate predetermines a directed increase in the geosystems development of the role of hazardous natural processes. If a sharp anthropogenic climate warming occurs, an accelerated rise in the level of the World Ocean is possible, which will cause increased abrasion, avalanches and landslides in the coastal zone. In case of a persisting general cooling, a general extremalization of the entire natural environment will occur. Crisis situations are, to a certain extent, predictable, which can help in optimizing rational nature management.

Keywords: processes, continentality, extreme, crisis situations, catastrophic, Far East

Acknowledgments and funding. The work was carried out according to the thematic plan of R&D PGI FEB RAS within the framework of the state assignment of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation for 2019–2021. «Natural and anthropogenic factors in the evolution, dynamics and stability of geosystems of different ranks and their components in the transition zone: land – ocean» (registration number of the topic – АААА-А19-119030790003-1).

For citation: Skrylnik G. P. Anomalous phenomena and geoeological situation in the Russian Far East. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2021, vol. 21, iss. 3, pp. 169–178 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-3-169-178>

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)



Введение. Развитие геосистем (ГС) российского Дальнего Востока происходит в тектонически и климатически активной зоне контакта материка и океана [1]. Такие взаимовлияния проявляются прямо или опосредованно – через дальневосточные климаты. Их характерными чертами являются: 1) большая значимость в их формировании циркуляционных факторов; 2) главенствующая роль океанического влияния в теплый период года, когда действует летний муссон, и континентального в холодный период, когда муссонная циркуляция накладывается на западный перенос воздушных масс; 3) разнонаправленные (внутри- и межсезонные, годовые, многолетние, вековые ритмы и т. д.), а также разноплановые (региональные, локальные, высотно-поясные) контрасты тепла и влаги на выраженном ветровом фоне циркуляционных факторов. Последние контролируют воздействие на ГС потепления климата. Своего максимума потепление климата в Арктике достигло в 1970–1980-е гг. прошлого столетия и далее стало замедляться и постепенно снижаться. Так, «по аналогии с событиями двух закончившихся циклов солнечной активности можно заключить, что сохранение высоких темпов потепления Арктики в обозримой перспективе маловероятно» [2, с. 129]. Об этом также может свидетельствовать уменьшение площади и количества термокарстовых озер на Чукотке как показатель снижения деградации вечной мерзлоты (по данным автора).

С этим совпадают также выводы международных экспертов о начавшемся похолодании климата [3], которое, согласно нашим исследованиям, характеризуется усилением.

В ходе многопланового взаимодействия континентальности и океаничности в конечном счете создаются биометеоэнергетические предпосылки для развития специфических ГС и одновременно геоморфологических ландшафтов – своеобразных регуляторов устойчивости общих ГС.

Цель исследования – охарактеризовать опасные природные явления (часто повторяющиеся и охватывающие значительные территории) в зависимости от дифференцированной природной напряженности Дальнего Востока (максимальной на юге и умеренной на севере), создающие в целом напряженные геоэкологические обстановки.

Материалы исследования – использованы данные наших многолетних геоморфологических и геоэкологических исследований в Хибинах и Большеземельской тундре (1955 г.), в бассейне низовий р. Оби (1963–1964 гг.), на Чукотке и о-ве Врангеля (1957–59 гг., 1971–72 гг.), в бассейне р. Колымы (1971–72 гг.) и в Приохотье (1974–75 гг.), на низменностях (1974–79 гг.), в горах и прибрежных районах, на островах юга Дальнего Востока (2007–2014 гг.), частично подтвержденных материалами аэрофотосъемок 2007 г. залета, а также доступные литературные и фондовые источники.

В исследованиях применены известные «методы сквозного изучения комплексной географической оболочки»: сравнительно-географический, информационный, палеогеографический [4] и др. [5].

Результаты исследования и их обсуждение. Под термином «аномальность» автором понимается любое отклонение фактора или процесса от нормы – типичного состояния. Общий термин «аномальность» включает «экстремальность (критичность – когда возврат нарушенного объекта после «снятия» воздействия возможен к исходному состоянию, и кризисность – когда возврат нарушенного объекта к исходному состоянию затруднен и чаще невозможен) и катастрофичность – объект в ходе воздействия частично или полностью разрушается» [1, с. 26].

Преобладание материкового или океанического влияния на развитие рельефа российского Дальнего Востока всегда выражается в активизации соответствующих экзогенных процессов. Так, в первом случае в ходе экзогенного морфогенеза активизируются аридные и мерзлотные процессы, во втором – гумидные и гляциально-нивационные. Конкретные показатели (качественные или количественные) интенсивности, направленности и соотношения «аридных и мерзлотных – гумидных и гляциально-нивационных» рельефообразующих процессов помогают вскрыть тенденции развития надводного рельефа Дальнего Востока [1, 6]. Факторы и процессы, участвующие в создании и дальнейшем развитии ГС Дальнего Востока, отличаются по интенсивности и времени проявления. По этим признакам они обособляются в две группы – типичные и аномальные.

В развитии ГС материковых участков Дальнего Востока прослеживается тенденция к уменьшению частоты смены равновесных и неравновесных состояний (при господстве равновесных) и тем самым к увеличению естественной устойчивости ГС; в прибрежных – тенденция к ее увеличению (при сохраняющемся еще балансе равновесных и неравновесных состояний), что стимулирует рост числа и масштабов природных катастроф [7, 8]. Это согласуется с дальнейшим увеличением общей континентальности Дальнего Востока.

Существенные коррективы в указанное развитие могут быть внесены глобальным потеплением климата, если последнее будет продолжаться. Это потепление является результатом деятельности человека (сжигание топлива приводит к увеличению CO_2 в атмосфере, что приводит к поглощению атмосферой теплового излучения Земли и переотражению его обратно). В последние сорок лет отмечается рост глобальной температуры: каждые десять лет она повышалась на $0,17^\circ\text{C}$. Температура на территории России растет значительно быстрее – $0,45^\circ\text{C}$ за 10 лет (особенно в Арктике – $0,8^\circ\text{C}$) [9, 10]. Потепление на Земле сказывается в росте уровня



Мирового океана, снижении площади снега и морских льдов, таянии ледников и деградации вечной мерзлоты. При этом существуют регионы, в которых потепление «приостановилось». К ним относится небольшой район в Северной Атлантике, где из-за замедления течения Гольф-стрима, вызвавшего снижение переноса им тепла, и, вероятно, изменения движения потоков воздуха на полюсе отмечается локальное снижение температуры воздуха [11, 12]. В этом же ряду находятся регионы Арктики [13], а также российский Дальний Восток [14].

В целом пространственные характеристики имеют свои принципиальные отличия в общем балансе тепла и влаги из-за направленного роста зимнего похолодания. В результате уже на Чукотке эффект глобального потепления «исчезает». В итоге составляющие термодинамического состояния региональных природных обстановок в общем балансе колеблются вокруг среднего уровня с четко выраженной тенденцией преобладания похолодания над потеплением. Это характерно для всего Дальнего Востока [14].

Таким образом, остановка общего глобального потепления в Арктике сменяется региональным похолоданием. Это косвенно подтверждается и по другим регионам. Так, в конце декабря 2020 г. наблюдалась экстремально холодная погода в Сибири (в центре Красноярского края, в п. Ванавара – до минус 50°C). Здесь уместно отметить, что «такие показатели близки к рекордным и являются следствием глобального потепления. Глобальное потепление – не только высокие температуры, это еще и большая ее амплитуда переменчивости» (по материалам Р. М. Вильфанда, 2020 г.). Следовательно, на фоне глобального потепления (или его остановки, как в Арктике) действительно происходят региональные похолодания.

Резкие изменения (потепление или похолодание) климата приводят к повышению частоты аномальных (опасных) процессов и явлений (усиление термокарста, засух, наводнений и штормов и, наоборот, увеличение ледовитости морей, изреживания растительного покрова, морозобойного растрескивания грунтов и др.). Так, число опасных явлений в России увеличилось с 206 в 1996 г. до 380 в 2016 г. При этом аномальные явления, наблюдаемые в течение двух последних десятилетий, оказались более интенсивными и разрушительными чем когда-либо [10]. Это согласуется и с аналогичными международными данными, собранными Munich Re Group.

Изменения вечной мерзлоты – деградации или аградации (площади, мощности, температурного режима) – проявляются в направленности термокарстовых процессов (в возрастании или приостановке-сокращении числа и площади термокарстовых озер).

В дополнение укажем, что на юге Дальнего Востока с потеплением или похолоданием связа-

но возникновение других аномальных процессов (например, наводнений и резкого усиления эрозии почвы летом или возникновение новых и «возрождение» древних курумных образований в зимнее время). Кроме того, в области похолодания происходит особенно резкая конфронтация континентальных и океанических влияний, порождающая возникновение частых критических и кризисных обстановок в развитии ГС, особенно вдоль охотоморского и япономорского мегаберегов, от Приморья до Приморья.

Совместный вклад потепления и похолодания в развитие ГС Дальнего Востока сказывается во взаимодействии сложнопереплетающихся континентальных и океанических морфогенетических влияний. Последние отражаются в спектре соседствующих чужеродных образований (криогенных – гляциальных) в пределах тихоокеанских мегаберегов.

Антропогенные и природные факторы по сути своего влияния на ГС носят противоречивый характер. Если рассматривать локальный уровень организации ГС, то антропогенное влияние прослеживается на нем регулярно и повсеместно. На региональном уровне антропогенные факторы проявляются часто дискретно, на континентальном – дискретно (нечасто), на глобальном – единично. Антропогенные факторы, воздействуя преимущественно на ландшафт в целом, проявляются в «промерзании» и аридизации. Это приводит на севере Дальнего Востока к образованию фрагментарных участков арктических пустынь с тенденцией к продвижению на соседние участки тундры. На юге же наблюдается противоположная картина – степь наступает на лесные массивы.

В антропогенных обстановках Дальнего Востока аномальные процессы (например, термокарстовые на Чукотке после сведения лесной растительности и кустарничково-мохового покрова, ранее оказывавших охлаждающее влияние на почвогрунты) резко активизируются и становятся в эти моменты типичными для трансформируемых ГС. Таким образом, в антропогенных ситуациях пороговые уровни напряженности аномальных процессов (в частности, критических) заметно снижаются, сближаясь с уровнями типичных, когда повышается и вероятность «геоэкологических рисков».

Поскольку гигротермодинамические характеристики аномальных процессов на севере и юге Дальнего Востока контрастно отличаются, эти регионы в тематическом плане (региональном, провинциальном и топологическом-локальном) ниже рассматриваются раздельно.

Север Дальнего Востока

В современных природно-климатических обстановках на большей части региона наблюдается высокая активность природных процессов (на *Чукотке* – термокарста, термоабразии,



морозобойного трещинообразования, наледей, солифлюкции [1]; в **Приколымье** – криогенеза и (или) «малого гляциогенеза» [6]; на **Камчатке** – обвалов, вулканизма, селей [15–17] и цунами [18]), но отмечается еще в пределах фоновой нормы типичных и реже критических уровней. В условиях антропогенного пресса частота их проявления резко возрастает.

Полярные ландшафты не выдерживают кризисных и катастрофических воздействий на их деятельные поверхности из-за резкого изменения ранее сложившегося здесь баланса тепла и влаги (например, в ходе быстрого и значительного потепления, повышенного выпадения атмосферных осадков, механических и пирогенных трансформаций почвенно-растительного покрова) (рис. 1).

Природные риски возникают как результат нарушения сложного комплексования разных по устойчивости факторов и процессов. Типичных – из-за кумулятивных эффектов, а также деструктивных сочетаний и переходов «от экстремальных до катастрофических». При этом уровни этих рисков (экзо- и эндодинамических) предопределяются многоплановым влиянием на ГС соответствующих аномальных факторов и процессов [1, 17, 19 и др.].

Согласно разным оценкам [1, 20, 21], глобальное потепление климата проявится на севере Дальнего Востока в системнозначимых рамках. Оно может сопровождаться повышением среднегодовых температур воздуха и почвогрунтов на 1–2°C и (или) увеличением жидких атмосферных осадков более чем на 50–100 мм, а также подъемом уровня моря до 1–2 м и более. В этом случае активизируются процессы термоабразии и термоденудации вдоль морских берегов, а на остальной территории термокарста, солифлюкции, обвалов и селей (вплоть до кризисных и катастрофических площадных разрушений ГС).

Если же глобальное потепление устойчиво сменится направленно усиливающимся похолоданием, то в трансформациях ГС зримо проявятся активные процессы криогенеза и аридизации (морозобойного растрескивания, наледе- и курумообразования и др.), в результате которых возникнут новые геоэкологические риски и катастрофы.

Вышеприведенные материалы показывают, что геоэкологические риски на севере Дальнего Востока крайне высоки и потенциально опасны.

Юг Дальнего Востока

Этот регион ассоциируется с одной из наиболее активных термогидродинамических ячеек энергетической сетки комплексной физико-географической оболочки [1]. Это выражается в сложном и противоречивом многообразии и переплетении природных рубежей. Кроме того, положение последних позволяет определить важнейшие зоны энергетических воздействий (северного и западного континентального влияния – южного и восточного океанического) на ГС, что подтверждается многими работами автора.

Рассмотрим аномальные явления, проявляющиеся в отдельных районах юга.

Приохотье – зона высокой концентрации и обострения землетрясений до 7 баллов раз в 100 лет, активизации обвалов, отседания склонов, лавин, селей, «возрождения» древних курумов и появления новых в отдельных районах даже охотоморского мегаберега, в окрестностях г. Охотска [14].

Приамурье – область повышенных геоэкологических рисков [6]:

тайфунов (например, «LEKIMA» 14 августа 2019 г. и «KROSA» 16 августа 2019 г. и др.). Тайфуны сопровождались обильными осадками и подъемом уровней воды на малых и средних ре-

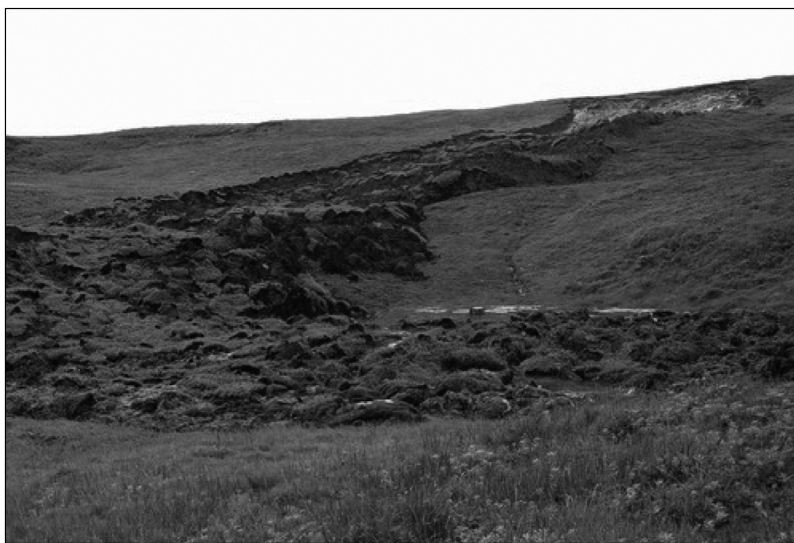


Рис. 1. Проседание грунта в нижней половине склона, трансформирующееся в солифлюкционные потоки (неподалеку от пос. Лаврентия, Чукотка) (фото А. А. Галанина, 2020 г.)



ках в южных и западных районах до 2,0–3,5 м, а в центральных и восточных на 1,0–2,0 м. Одновременно отмечались большие наводнения на р. Амур, где подъем уровня воды в г. Хабаровске достиг 6,3–6,8 м над меженным уровнем;

гигантских наводнений на нижнем Амуре в летне-осеннее время продолжительностью до полугода, с высотой подъема воды в пределах 6–11 м и шириной разлива до 1,0–1,5 км. В это время происходили переформирование речных долин и смыв почв с заилением пойм. Наиболее разрушительные из них случились в 1872, 1928, 1950, 1953, 1956, 1960 и 1964 гг., а одно из последних произошло в 2013 г. (Хабаровский край, Амурская и Еврейская области) [22, 23];

лесных и степных возгораний, чаще вызванных антропогенными факторами и реже сухими грозами; за последние два столетия случались

с периодичностью раз в 20–30 лет. Последние крупные пожары произошли осенью 2001 г. и летом 2002 г. После масштабных возгораний выпадение большого количества осадков приводит к интенсивному плоскостному смыву и эрозии почв, что становится непосредственной причиной образования оврагов, котлованов и т. д. [24]; *активных гравитационных процессов*, которые вызывают гигантские обвалы, оползни (рис. 2) [25] и *лавины* [1].

Районы Приамурья находятся в области начавшегося похолодания. О последнем свидетельствуют многие факты. Так, черная береза является четким индикатором континентальности. Исследования в Южном Приамурье и в Приморье (данные Г. Э. Куренцовой, 1973 г.) показали, что ареалы черной березы смещаются в восточном направлении. Во второй половине XX сто-



а



б

Рис. 2. Крупный оползень (11 декабря 2018 г.) на крутом левом склоне долины р. Бурея в 20 км выше впадения в нее большого левого притока (р. Тырма), полностью перекрывшего высокой плотиной из обломков скальных пород заполненную водохранилищем Бурейской ГЭС долину реки: а – общий вид оползня и его стенка срыва (в виде амфитеатра); б – оползневое тело этого же оползня (фото с вертолета А. Н. Махинова, 2018 г.)



летия они «вышли» к главному водоразделу хр. Сихотэ-Алинь, а в отдельных местах «появились» и на япономорском мегасклоне. Такие пространственные изменения ареалов черной березы указывают на рост континентальности в районе. Следовательно, это свидетельствует и о направленном похолодании здесь климата.

Дальневосточная зона трассы БАМ. Вмешательство в режим рельефообразования этого района путем уничтожения растительности, нарушения баланса влаги, изменения крутизны склонов и т. п. приводит в пространственном отношении к нежелательным последствиям (*активизации мерзлотных процессов, эрозии, лавинообразованию, росту заболоченности и др.*).

Приморье – к опасным природным явлениям, часто повторяющимся и охватывающим значительные территории, относятся [1, 24]:

а) во внутриконтинентальных районах:

аномальные ливни (1/3 годовой нормы из 600–900 мм за сутки) и *наводнения* (быстрый подъем уровня воды в реках – от 3,6 до 5,0 м/сут), обычно разноамплитудные, возросшие и участвовавшие за последние 50 лет. Было отмечено 18 масштабных наводнений. Самым мощным за последние 100 лет стало Приморское наводнение 2016 г., связанное с приходом тайфуна «Лайонрок», когда выпала трехмесячная норма осадков (по материалам Примпогоды, 2017 г.). В устьевых частях рек Киевки, Черной и Милоградовки на морском побережье подъем уровней превышал 6,0 м. Воздействие на ГС в это время резко возрастало из-за наложения на них эффекта штормовых нагонов, вызываемых ураганскими ветрами при прохождении тайфуна над береговой зоной. В результате здесь происходил экстремальный размыв аккумулятивных берегов;

линейные эрозии, интенсивно формирующие борозды, рытвины и овраги;

наледы – грунтовые, речные и ручьевые, особенно в аномально суровые зимы;

курумообразование и осытеобразование с усилением в горах юга Дальнего Востока. Это связано с явно возрастающей континентальностью и с усиливающимся воздействием на лесные ландшафты антропогенных факторов. На гарях и вырубках «возрождаются» *древние курумы*;

оввалы, осыпи и оползни, которые проходят преимущественно на горных участках, но особенно активно во время землетрясений (рис. 3);

ураганские ветры, вызывающие развевание рыхлых покровов, разрушение линейных и точечных хозяйственных объектов;

засухи и суховеи, приводящие в весенне-летнее время к резкому иссушению и ветровой эрозии почв, благоприятствующие глубокому промерзанию и растрескиванию почвогрунтов. В Приханкайской лесостепи наибольшую угрозу устойчивости местным ГС представляют эоловые процессы и (или) совпадающие с ними даже непродолжительные, но интенсивные осадки в виде дождя. Последние приводят к смыву верхнего слоя почвы, образованию оврагов и оползней, наносят значительный ущерб распаханым площадям;

пожары (прежде всего, лесные), вызывающие площадное уничтожение лесных группировок и следующую за этим «активизацию» плоскостного смыва и эрозионного расчленения лишенных растительности территорий.

б) в прибрежных зонах:

сочетание аномальных ливней и наводнений (лето-осень), *сильные штормы* (осенью и зимой при повторяемости волн высотой свыше 4,5 м, а при прохождении в августе-сентябре тайфунов волн высотой до 10–12 м) и *штормовые нагоны* (волны высотой до 4–6 м);



Рис. 3. Медленно смещающийся оползень в бухте р. Неми (хр. Северный Сихотэ-Алинь) (фото А. М. Короткого, 2011 г.)



цунами (наиболее подвержен им юго-восток, восток и север региона [1, 26]; за последние 2,5 тыс. лет зафиксированы 17 крупных цунами; при прохождении в августе-сентябре тайфунов были цунами высотой свыше 4,0–5,0 м;

Для примера ниже охарактеризованы некоторые из указанных цунами и их последствия:

– 5 сентября 1971 г. было отмечено цунами в бухтах Советская Гавань и Адими, волны достигали высоты 3,0 м. Вследствие обрушения этих волн на сушу были разрушены кекуры бухты Кюмы и исчезли аккумулятивные формы, служившие своеобразным барьером между оз. Бурное и морскими водами;

– 26 мая 1983 г. зафиксировано цунами на юго-восточном побережье Приморья (в районах г. Находка и бухты Рудная Пристань). Здесь волны в зависимости от места их обрушения достигали разной высоты (от 40 см до 4,0–5,0 м). Деструктивные изменения коснулись побережья на северо-востоке – в бухте Триозерья, где образовался масштабный бенч, ширина которого составила 150 м. По степени разрушительности цунами 1983 г. равно эрозийной деятельности в акватории Японского моря в течение 10 лет;

– 13 июля 1993 г. цунами обрушилось на южную часть Приморья, высота волн достигала 0,6–4,5 м. Были разрушены портовые и промышленные сооружения, повреждены огоры морских культур и малые суда, смыты многие прибрежные участки. Так, полностью были смыты морская терраса, прилегающие постройки и подводный бар в пойме р. Рудная. При этом на севере от устья р. Рудная были подмыты резервуары с горючесмазочными материалами, однако разлива токсичных жидкостей, к счастью, не произошло. В прибрежной полосе бухты Зеркальная в это время полностью исчез мелкозем, но остались принесенные цунами

обломки сооружений, камни и морской грунт (рис. 4).

Последствия цунами 1971, 1983 и 1993 гг. стали причиной резких ландшафтных преобразований, по своей разрушительности их можно сравнить со всеми штормами, начиная с 1962 г. и заканчивая 1993 г.;

обвалы, оползни и осыпи (совпадающие с землетрясениями). Последние активизируют также процессы *абразии* коренных берегов и возникновение разных нарушений хозяйственных объектов [1, 27];

землетрясения (силой 4–8 баллов – 1902, 1913, 1950, 1955, 1971, 1976, 1984 и 1995 гг.);

грунтовые и речные наледи максимально активными бывают в аномальные зимы; *запледские наледи* наиболее значимы на открытых побережьях;

явления усиливающихся обратных течений, вызывающих размыв и уход наносов на подводный склон и *размыв аккумулятивных форм* бережий [1].

В целом геоэкологические риски в Приморье будут возрастать по ходу усиливающейся континентальности и криотизации всей природной обстановки [1, 24].

Курильские острова протягиваются от полуострова Камчатка до острова Хоккайдо, выпуклой дугой отделяя Охотское море от Тихого океана. Их протяженность равна 1,2 тыс. км, а общая площадь – 10,5 тыс. км². Они входят в Тихоокеанское вулканическое огненное кольцо и включают 68 надводных вулканов.

Среди аномальных процессов, наблюдающихся на Курильских островах, выделяются:

катастрофические ливни и снежные лавины, тайфуны (в частности, «Хагибис», 13 октября 2019 г.; проходят несколько раз в год, скорость ветра до 33 м/с – данные Гидрометслужбы, 2019 г.);



Рис. 4. Следы воздействия цунами 1993 г. – «изменения» пляжа (бухта Зеркальная, Восточное Приморье) (фото А. М. Короткого, 1993 г.)



сильные штормы и штормовые нагоны (высота 2–5 м);

цунами (на Тихоокеанском побережье островов Уруп и Итуруп отмечались волны свыше 23 м раз в 100–200 лет, 8–23 м раз в 50–100 лет, 3–8 м раз в 20–30 лет, 1–3 м раз в 10 лет (по данным С. Л. Соловьева и Ч. Н. Го [29])). Воздействие цунами на геосистемы в течение исторического времени и прошлых эпох прослежено методами дендрологического (данные В. В. Иванова и К. В. Симонова) и спорово-пыльцевого и радиоуглеродного анализов (по материалам Т. А. Гребенниковой, Н. Г. Разжигаевой и Л. А. Ганзей);

обвалы и оползни на склонах, абразия коренных берегов и *размыв аккумулятивных форм*;

селевые и лахаровые процессы вблизи вулканов и в пределах денудационно-тектонических хребтов [28, 29];

вулканы. Среди действующих (активных) и потенциально активных вулканов выделяются Алайд и Пик Сарычева [28–30].

В целом геоэкологические риски на Курильских островах достаточно высоки и, по оценкам экспертов, будут возрастать [1, 29 и др.].

Остров Сахалин находится на стыке сухопутных и морских влияний. В перечень основных геоэкологических рисков этой области входят *цунами* и *лавины*. В зоне риска находятся 63 населенных пункта (в них проживают 36% жителей Сахалинской области), а также порядка 500 км автомобильных и железных дорог [31, 32].

Цунами случаются примерно раз в 5–10 лет. Могут быть в любой части острова, однако чаще всего наблюдаются в юго-западной его части, где отмечается наивысшая сейсмическая активность. Значительный ущерб прибрежным районам на юго-западе Сахалина был нанесен цунами в 1971 г.

Лавины сходят с периодичностью раз в 10 лет и становятся причиной разрушения хозяйственных объектов [1, 24, 32].

Следы лавин (мелкобугристые накопления лавинных конусов у подножий склонов, сплошь покрытых бамбуковыми зарослями на месте вырубленных лесных насаждений в период оккупации острова Японией), сошедших по пригнутому «бамбуковому слою», были исследованы автором в 1971 г. вблизи пос. Томари.

Сели. Объем селевых выносов на Сахалине достигает нескольких десятков тысяч кубических метров. К наиболее селеопасным территориям относятся участки Южно-Прибрежной горной цепи и Охотоморский район (рис. 5) [33–35].

Эоловые процессы. На северо-западе острова сильные ветры вызывают дефляцию песков. Возникающие дюны (высота до 15 м, длина до 90 м) передвигаются к северо-западу примерно на 2 м/год.

Геоэкологические риски на о. Сахалин сохраняются на достаточно высоком уровне.

Общерегиональные опасные явления на юге Дальнего Востока. Особо выделяется *западный перенос эоловой пыли* на юге Дальнего Востока, отмечавшийся в весенние периоды 2002 г. и 2004 г. Количество материала, поступившего за одну интенсивную пыльную бурю в 2004 г., было сопоставимо с выпадением эолового материала на суше за весь зимний сезон этого периода без аномалий, а на морских акваториях существенно превышало данную величину (по данным Росгидромета и наблюдений И. И. Кондратьева, 2004 г.).

Аномальные процессы еще до недавнего прошлого (в целом до середины голоцена) на юге Дальнего Востока протекали очень активно. Установлено широкое проявление разноо-



Рис. 5. Катастрофические следы грязевого селя в г. Макаров (юго-восточное побережье о. Сахалина, 6 сентября 2018 г.) (фото с сайта <https://sakh.com>)



бразных экстремальных и катастрофических процессов на отдельных возрастных рубежах. В частности, эти даты для *лесных пожаров* (около 5,5 тыс., 2,8 тыс., 1,87 тыс., 0,5 тыс. лет назад) в бассейне рек Самарги, Единки, Партизанской, Киевки и др., *штормовых нагонов* (около 4,7 тыс., 2,4 тыс., 1,3 тыс., 0,6 тыс. лет назад) и *цунами* на морских побережьях (около 4,8 тыс., 3,6 тыс., 2,8 тыс., 0,94 тыс. лет назад) [1, 24, 29].

Среди указанных опасных явлений выделяются «речные перестройки». Они вызывают и поддерживают длительное развитие аномальных ландшафтообразующих процессов.

В целом геоэкологические риски достаточно высоки и по оценкам экспертов будут возрастать [1, 29 и др.].

Выводы

1. Оценка интенсивности аномальных процессов в пределах территории российского Дальнего Востока позволяет отнести побережья Японского и Охотского морей, Камчатку, вершинный пояс гор, глубоко врезанные и крутосклонные речные долины и островные территории к динамически наиболее активным зонам с весьма неустойчивыми геосистемами. Эти пространства часто подвергаются воздействию экстремальных и катастрофических факторов.

2. Пространственно-временной характер природных рисков в пределах севера и юга Дальнего Востока четко дифференцирован. На севере это прежде всего относительно медленное возникновение нового экзогенного облика полярных ландшафтов (в основном из-за контраста баланса тепла и влаги, вызывающего относительно плавные кризисные трансформации криосферы). На юге происходит скачкообразное появление экзоэнтодинамических форм (из-за быстрой, в частности пирогенной, перестройки почвенно-растительного покрова в континентальной части), «одномоментных» новообразований и перестроений из-за воздействия цунами береговых ландшафтов.

3. Намечившееся дальнейшее усиление континентальности климата [36–38 и др.] предопределяет направленный рост в развитии ГС опасных процессов. Увеличение же контраста между континентальными и океаническими влияниями приводит к экстремализации природных процессов. Это вызывает сближение пороговых рамок между типичными и опасными процессами, обозначая в данном случае их «похожесть». В то же время благодаря повышенной консервативности геоморфологических и пластичности фитогенных подсистем ГС рассматриваемых регионов успевают приспосабливаться к изменяющимся условиям. Поэтому направленного площадного разрушения ГС в естественных условиях сейчас не отмечается [1, 26, 29 и др.]. Если наступит резкое антропогенное потепление

климата, возможен ускоренный подъем уровня Мирового океана, что вызовет в береговой зоне усиление абразии, обвалов и оползней [21].

4. В условиях современного антропогенного пресса на ГС риски экзогенных аномальных процессов возрастают (в интенсификации оползаний на склонах техногенных выемок, ускорении размывов линейных сооружений и др.). Это было прослежено автором на Приморском участке трассы магистрального нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» [39, 40].

5. Экзогенные кризисные обстановки и катастрофы, обозначаемые основными уровнями устойчивости в организации ГС [41], в известной мере прогнозируемы, что позволяет вносить определенные коррективы в практику рационального природопользования. Выбор стратегии последнего в рассматриваемых районах должен быть всесторонне «щадящим», максимально учитывающим существующие природные риски и определяемые ими экологические ограничения.

Библиографический список

1. Короткий А. М., Коробов В. В., Скрыльник Г. П. Аномальные природные процессы и их влияние на состояние геосистем юга российского Дальнего Востока. Владивосток : Дальнаука, 2011. 265 с.
2. Ловелиус Н. В., Ретеюм А. Ю. Циклы солнечной активности в Арктике // Общество. Среда. Развитие. 2018. № 1. С. 128–130.
3. Глобальная служба атмосферы (ГСА) – Global Atmosphere Watch Programme. URL: <https://public.wmo.int/.../programmes/global-atmosphere-watch-programme> (дата обращения: 16.06.2018).
4. Марков К. К., Добродеев О. П., Симонов Ю. Г., Суэтова И. А. Введение в физическую географию. Москва : Высшая школа, 1973. 183 с.
5. Скрыльник Г. П. Методические подходы к определению устойчивости геосистем // Взаимодействие общества и окружающей среды в условиях глобальных и региональных изменений. Барнаул : МГС, НКГР, РГО, ИГРАН, МГУ, ИВЭП СО РАН, АлтГУ, 2003. С. 298–299.
6. Север Дальнего Востока / колл. авторов, АН СССР, СВКНИИ ; отв. ред. Н. А. Шило. Москва : Наука, 1970. 488 с.
7. Бак П., Чен К. Самоорганизованная критичность // В мире науки. 1991. № 3. С. 16–24.
8. Мягков С. М. География природного риска. Москва : Издательство Московского университета, 1995. 222 с.
9. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. Санкт-Петербург, 2017. 106 с.
10. Анисимов О. А., Жильцова Е. Л. Об оценках изменений климата регионов России в 20 и начале 21 века по данным наблюдений // Метеорология и гидрология. 2017. № 6. С. 95–107.
11. Marvel K., Cook B. E., Bonfils C. J. W., Durac P. J., Smerdon J. E., Park W. Changes in the hydroclimate of the 20th century, according to Facing Human Influence // Nature. 2019. Vol. 569 (May 1). P. 59–65.



12. МГЭИК. Изменение климата, 2014 г. : Обобщающий доклад. Вклад Рабочих групп I, II и III в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата / ред. Р. К. Пачаури и Л. А. Мейер. МГЭИК, Женева, Швейцария. 163 с.
13. Smith L. C., Sheng Y., Macdonald G. M., Hinzman L. D. Disappearing Arctic lakes // *Science*. 2005. Vol. 308, № 5727. 1429 p.
14. Скрыльник Г. П. Курумообразование и общая тенденция развития рельефа Дальнего Востока // *Геоморфология и неотектоника горных стран Дальнего Востока*. Владивосток : Издательство ДВНЦ АН СССР, 1977. С. 86–88.
15. Мелекесцев И. В., Брайцева О. А., Пономарева В. В., Базанова Л. И., Певзнер М. М., Сулержицкий Л. Д. Эндеогенные катастрофы в голоцене на Камчатке и Курильских островах // *Доклады РАН*. 2003. Т. 389, № 5. С. 662–665.
16. Мелекесцев И. В. Вулканизм и рельефообразование. Москва : Наука, 1980. 212 с.
17. Мелекесцев И. В., Брайцева О. А. Гигантские обвалы на вулканах // *Вулканология и сейсмология*. 1984. № 4. С. 14–23.
18. Пинегина Т. К., Мелекесцев И. В., Брайцева О. А., Базанова Л. И., Сторчеус А. В. Следы доисторических цунами на восточном побережье Камчатки // *Природа*. 1997. № 4. С. 102–107.
19. Брыксина Н. А., Кирпотин С. Н. Ландшафтно-космический анализ изменения площади и количества термокарстовых озер в зоне многолетней мерзлоты Западной Сибири // *Вестник Томского государственного университета. Биология*. 2012. № 4(20). С. 185–194.
20. Каплин П. А. Особенности динамики и строения берегов полярных морей (на примере Чукотского моря) // *Новые исследования береговых процессов*. Москва : Наука, 1971. С. 22–34.
21. Каплин П. А., Селиванов А. О. Глобальное потепление климата и его влияние на уровень моря // *Современные глобальные изменения природной среды* : в 2 т. Москва : Научный мир, 2006. Т. 2. С. 94–121.
22. Болгов М. В., Алексеевский Н. И., Гарцман Б. И., Георгиевский В. Ю., Дугина И. О., Ким В. И., Махинов А. Н., Шалыгин А. Л. Экстремальное наводнение в бассейне Амура в 2013 году : анализ формирования, оценки и рекомендации // *География и природные ресурсы*. 2015. № 3. С. 17–26.
23. Махинов А. Н., Ким В. И. Влияние изменений климата на гидрологический режим реки Амур // *Тихоокеанская география*. 2020. № 1. С. 30–39.
24. Юг Дальнего Востока / отв. ред. академик А. Л. Яншин, д-р геолого-минералогических наук В. А. Николаев. Москва : Наука, 1972. 423 с.
25. Кулаков В. В., Махинов А. Н., Ким В. И., Остроухов А. В. Катастрофический оползень и цунами в водохранилище Бурейской ГЭС (бассейн Амура) // *Геозология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология*. 2019. № 3. С. 12–20.
26. Игнатов Е. И., Лохин М. Ю., Никифоров А. В., Фроль В. В. Геоморфологические проблемы цунамиопасности (на примере Японского моря). Смоленск : Маджента, 2008. 127 с.
27. Лебедев И. И., Невский В. Н. Типы берегов и опасные геоморфологические процессы на берегах островов Русский и Шкота (залив Петра Великого, Японское море) // *Тихоокеанская география*. 2020. № 4. С. 47–53.
28. Атлас Курильских островов / отв. ред. картограф Е. А. Федорова ; Российская академия наук ; Институт географии РАН. Тихоокеанский институт географии ДВО РАН. Москва ; Владивосток : ДИК, 2009. 516 с.
29. Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX–XXI веков : в 3 т. Т. 1. Природные геосистемы и их компоненты / отв. ред. С. С. Ганзей. Владивосток : Дальнаука, 2008. 428 с.
30. Дегтерев А. В., Рыбин А. В., Мелекесцев И. В., Разжигаева Н. Г. Эксплозивные извержения вулкана Пик Сарычева в голоцене (о. Матуа, Центральные Курилы) : геохимия тефры // *Тихоокеанская геология*. 2012. Т. 31, № 6. С. 16–26.
31. Полушин Г. В. Экзогенные геодинамические процессы гумидной зоны умеренного климата. Москва : Наука, 1983. 247 с.
32. Казакова Е. Н. Классификация береговых природных и антропогенных лавинных комплексов о. Сахалина // *Снежный покров и лавины : теоретические и практические аспекты*. Владивосток : Дальнаука, 2016. С. 27–38.
33. Казаков Н. А. Массовое формирование селей в низкогорьи о. Сахалин : условия и повторяемость // *Гидросфера. Опасные процессы и явления*. 2019. Т. 1, вып. 1. С. 14–30.
34. Бударина О. И., Перов В. Ф., Сидорова Т. Л. Селевые явления о. Сахалин // *Вестник Московского государственного университета. География*. 1987. № 3. С. 76–81.
35. Рыбальченко С. В. Динамика развития склоновых селевых бассейнов на морских террасах о. Сахалин : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Санкт-Петербург, 2018. 24 с.
36. Готванский В. И., Лебедева Е. В. Влияние природных и антропогенных факторов на напряженность геоморфологических процессов на Дальнем Востоке // *Геоморфология*. 2010. № 2. С. 26–36.
37. Лебедева Е. В., Шварцев С. В., Готванский В. И. Природно-обусловленная напряженность геоморфологических процессов территории Дальнего Востока России // *Геоморфология*. 2014. № 4. С. 48–59.
38. Никольская В. В. О естественных тенденциях развития физико-географических провинций юга Дальнего Востока. Новосибирск : Наука, 1974. 127 с.
39. Скрыльник Г. П. Определение ущерба природной среде вдоль трассы нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» // *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*. 2018. № 4. С. 30–36.
40. Качур А. Н., Скрыльник Г. П. Многоплановые нефтегазовые воздействия на окружающую среду юга Дальнего Востока // *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*. 2019. № 3. С. 30–33.
41. Скрыльник Г. П. Основные уровни устойчивости в общей организации геосистем Земли // *Успехи современного естествознания*. 2017. № 11. С. 101–106.

Поступила в редакцию 25.01.2021, после рецензирования 01.04.2021, принята к публикации 15.05.2021
Received 25.01.2021, revised 01.04.2021, accepted 15.05.2021