



УДК 551.4

Устойчивость геосистем и геоэкологические риски на территории российского Дальнего Востока

Г. П. Скрыльник

Геннадий Петрович Скрыльник, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, skrylnik@tigdvo.ru

Современные геосистемы формируются под влиянием двух основных факторов, находящихся в тесном взаимодействии. Речь идет о естественных и антропогенных факторах, которые по своей сущности противоположны. Выясняется устойчивость геосистем в условиях, когда на них оказывают влияние разные факторы и явления, имеющие антагонистические характеристики. Применены методы: сравнительно-географический, информационный, палеогеографический. Использованы материалы, полученные в ходе естественных наблюдений, работы ученых, информация из разных фондов. Определение устойчивости геосистем актуально в связи с необходимостью прогнозирования их развития как с теоретической, так и с практической точки зрения. Под стабильностью геосистем подразумевается возможность их структурных компонентов, т. е. подсистем, «подстраиваться» во времени и пространстве под изменчивые внешние условия, противостоять внешним воздействиям без нарушения целостности и структуры, обеспечивать возвратно-поступательное развитие. Мобильность подсистем свидетельствует об увеличении риска нарушения стабильности геосистем и возникновении масштабных катастроф. В исследовании изучен перечень актуальных рисков для геосистем Дальнего Востока с учетом антагонистических характеристик естественных и антропогенных факторов. Выявление этих рисков важно для планирования природопользования и установления экологических запретов.

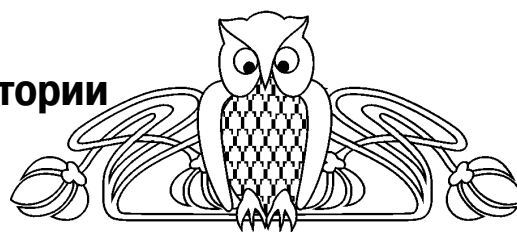
Ключевые слова: геосистема, устойчивость, уровни организации, геоэкологические риски, рациональное использование, природные ресурсы, Дальний Восток.

Stability of Geosystems and Geo-Environmental Risks on the Territory of the Russian Far East

G. P. Skrylnik

Gennady P. Skrylnik, <https://orcid.org/0000-0001-6318-5186>, Institute of Geography, Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, 7 ul. Radio, Vladivostok-41, Primorsky Krai 690041, Russia, skrylnik@tigdvo.ru

Modern geosystems are formed under the influence of two main factors that are in close interaction with each other. We are talking about natural and anthropogenic factors, which are essentially opposite. The stability of geosystems is found under conditions when they are influenced by various factors and phenomena that have antagonistic characteristics. The methods used are comparative geographical, informational, paleogeographic. The materials obtained in the course of natural observations, the work of scientists, information from various funds have been used. The determina-



tion of the stability of geosystems is relevant in connection with the need to predict their development from both theoretical and practical points of view. Stability of geosystems means the possibility of their structural components, i.e. subsystems, to “adjust” in time and space to changing external conditions, resist external influences without disturbing the integrity and structure, and ensure reciprocal development. The mobility of the subsystems indicates an increase in the risk of disturbing the stability of geosystems and the occurrence of large-scale disasters. The study examined a list of current risks for the geosystems of the Far East, taking into account the antagonistic characteristics of natural and anthropogenic factors. Identifying these risks is useful for environmental planning and environmental bans.

Keywords: geosystem, stability, levels of organization, geo-environmental risks, rational use, natural resources, the Far East.

DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2019-19-4-253-261>

Введение

Известно, что развитие геосистем (ГС) в настоящее время осуществляется под управлением двух главных взаимодействующих антагонистических факторов (сил) – естественных и антропогенных. Их системообразующее воздействие сказывается прежде всего через результирующее формирование конкретной устойчивости ГС и, как следствие, определенных изменений – в направлении создания условий негативного или оптимального устойчивого развития.

Указанные трансформации следует рассматривать на общем фоне естественной пространственной упорядоченности ГС. Последняя характеризуется контрастностью (и по горизонтали, и по вертикали), что отражается 4-уровневой (локальной, региональной, континентальной и глобальной) организацией географической оболочки [1]. Кроме основных (каркасных) уровней, особую роль играют трансграничные уровни в форме подвижных полос (общих сфер взаимовлияний и взаимодействий со стороны основных). Эти «контактные подсистемы» в естественных условиях выполняют разделительно-барьерную роль, а в случае антропогенного воздействия на ГС – буферную стабилизирующую. Их «подвижность» – это индикатор вероятных геоэкологических рисков и возможных катастроф.

Цель предлагаемой статьи – выявить многоплановую устойчивость геосистем в условиях действующих разнородных факторов и процессов с учетом их антагонизма.



Материал и методы исследования

Использованы материалы, полученные в ходе естественных наблюдений, работы других авторов, информация из разных фондов.

Раздельное исследование вышеуказанных аспектов устойчивости ГС выполнено на основе сквозного применения методов изучения комплексной географической оболочки – сравнительно-географического, информационного, палеогеографического.

Результаты исследования и их обсуждение

Уровни устойчивости ГС, устойчивого развития объектов (природных, антропогенно-природных, антропо-техногенных, социально-экономических и др.) и организации географической оболочки органично взаимосвязаны. Это результат сложного пространственно-временного комплексирования пяти типов (гравитационного, геофизического, геохимического, антропо-техногенного и геоинформационного) взаимодействий факторов и процессов [2]. Все эти взаимодействия (табл. 1) обеспечивают устойчивую целостность географической оболочки (ГО).

Исследования глобальных, региональных и локальных аспектов проблемы устойчивости ГС все еще **далеки от завершения** – как в России, **так и за рубежом** [3, 4]. В то же время их актуальность высока, что объясняется запросами теории и практики в области разнородных и разномасштабных прогнозов: а) по «неистощительному» использованию и возобновлению природных ресурсов Земли; б) по максимальному снижению отрицательных эффектов от воздействия экстремальных и катастрофических явлений и процессов на естественные и антропогенные объекты; в) по допустимому уровню внедрения разных (преимущественно в направлении безотходных) технологий ведения хозяйства; г) по конструированию снижения «бесконфликтных» ситуаций в разнопорядковых подсистемах Ноосферы.

Под устойчивостью ГС чаще всего понимается способность этой природной целостности «приспосабливаться» к динамическим условиям природы, т. е. «... способность испытывать внешние воздействия без разрушения, т. е. без перехода не просто в иное состояние, а такое состояние, в котором система перестает быть сама собою и становится другой системой» [3, с. 5]. Мы считаем, что в это определение «устойчи-

Таблица 1

Принципиальная схема взаимодействий факторов и процессов в рамках географической оболочки* [2]

№ п/п	Взаимодействие (тип)	Причинные связи, проявления и следствия**
1.	Гравитационное	Универсальное – самостоятельное и всегда присутствующее; протекает под воздействием силы тяжести, имеет характер притяжения; всегда участвует в организации геосистем
2.	Геофизическое	Осуществляется из-за термо-, гидро- и барических градиентов; сопровождается механическим дроблением и структурированием вещества без изменения его минералогического состава. Ответственно за «жесткие» внутри- и межкомпонентные и межсистемные связи, обеспечивающие устойчивость геосистем
3.	Геохимическое (включая биотическую составляющую)	Проходит с участием химических реакций, приводящих к глубоким преобразованиям вещества: тонкому измельчению, «тонкому» структурированию и «минералогическому» его изменению. Биотическая составляющая обеспечивает усвоение солнечной энергии с целью продуцирования и «накопления» биовеществ. Отвечает за приобретение геосистемами свойств пластичности, что «смягчает» воздействия и повышает их общую устойчивость; в итоге время релаксации геосистем в новых условиях сокращается
4.	Антропо-техногенное	Проявляется не только в сложных трансформациях естественных видов энергии и вещества, но и в порождении направленно возрастающего «включения» в естественный теплообмен Земли «чуждых» ей видов энергии и техновеществ из-за хозяйственной деятельности человека. В целом снижает пороги устойчивости естественных геосистем, формируя экологические риски; нарушает ритмы и циклы эволюционно устойчивого развития, вызывая на кризисных уровнях техногенные катастрофы
5.	Геоинформационное	Учитывает пункты 1–4; запечатлевается в «структурной памяти» рельефа и стратификации вещества; специфически реализуется в организации новообразованных структур

Примечание. *Географическая оболочка (ГО) и ее составляющие геосистемы сформировались в ходе сложного пространственно-временного комплексирования всех 5 типов взаимодействий разнопланово сочетающихся факторов и процессов (космических – экзогенных – эндогенных – антропогенных), сопровождавшихся соответствующим «межобъектным» обменом вещества, энергии и информации; ** для взаимодействий факторов и процессов характерна пространственно-временная дифференциация по четырем уровням организации ГО: глобальному; континентальному; региональному; топологическому.



ности ГС» целесообразно дополнительно ввести эволюционно-динамические аспекты и рассмотреть ее (например, применительно к экзогенным геоморфологическим системам – ЭГС) как способность, с одной стороны, сохранять основные морфолитогенетические черты при разных колебаниях темпа и направленности экзогенного рельефообразования, а с другой – поддерживать возвратно-поступательное развитие, что, в свою очередь, создает основу их пластичности [4, 5]. Это относится к однопорядковым подсистемам. Ситуация усложняется в случае с полихронными ГС. Характеристики устойчивости последних неодинаковы из-за разных времен развития (характерного, релаксации и адаптации), но всегда по своим показателям максимальны в «центре» природных зон, провинций и высотных поясов.

В соответствии с нашими разработками, устойчивость ГС является результатом пространственно-временных данных устойчивости определенно равных по значению однопорядковых компонентных подсистем. При этом показатели устойчивости ГС и их подсистем даже при одномасштабных воздействиях испытывают разномасштабные колебания: на зональном (тундра – лесотундра), провинциальном (дальневосточные ГС, развивающиеся в областях взаимодействия и взаимопроникновения противоречивых континентальных и океанических влияний) и локальном (компонентные ГС) гидротермическом фоне. Более того, колебания устойчивости ГС могут возникнуть при смене характера и направленности развития последних (например, после появления на определенных пространственно-временных этапах развития критических точек – так называемых бифуркационных, когда при выполнении приводящих факторов и условий развитие ГС мо-

жет «сойти» с предыдущей на новую траекторию – восходящую или нисходящую). В итоге характер комплексирования разно- и однородных ГС через их устойчивость вскрывает соотношение внешне-го и внутреннего равновесия общих геосистем. Конкретные устойчивые состояния ГС (например, дальневосточных) определяются разноплановым соотношением типичных и аномальных процессов в ходе их развития, а их рамки – порогами устойчивости. Выдержанность устойчивого развития разных ГС контролируется устойчивостью их иерархически упорядоченных подсистем, тем самым определяется длительностью сохранения пространственно-временных тенденций развития этих подсистем.

Показатели устойчивости компонентных, а через них и общих ГС, по материалам наших исследований, определяются и могут быть измерены большей частью через учет вещественных и энергетических потоков (табл. 2).

Полученные указанные показатели для компонентных геосистем могут «вскрыть» слабые места и «близость» к порогам устойчивости в общих геосистемах. На этих основаниях можно наметить геоэкологические ограничения для определения устойчивого природопользования. Следовательно, это определение будет разумным и осознанным соблюдением триединства – «изучение – предвидение – управление» – с целью его сохранения и (или) осуществления.

Современные ГС российского Дальнего Востока чаще принимают характер ярко выраженной полихронности, четко прослеживаемой в широтном и меридиональном плане. Они, несмотря на близкие черты по своей естественной заданной организации, формируют разные эволюционные ряды и, как следствие, разные ступени раз-

Таблица 2

Возможные способы определения устойчивости геосистем через учет ее отдельных показателей

Компонентные геосистемы	Показатели устойчивости
Геоморфологические	Скорость выветривания горных пород, мм/год, и (или) объем денудационного среза, м ³ /год
Почвенные	Скорость разрушения и восстановления гумусового горизонта, мм/год
Фитогенные	Сохранность биоразнообразия и поддержание биопродуктивности в рамках типичных растительных сообществ
Зоогенные	Сохранность и поддержание биоразнообразия (типичного набора видов, естественно сложившейся полноты демографической структуры, биомассы и др.)
Климатические	Среднегодовое соотношение тепла и влаги на обычном ветровом фоне с помощью разных показателей (индекса сухости; коэффициентов: гидротермического, континентальности, океаничности и др.)
Водные	Среднегодовое соотношение общей суммы выпадающих атмосферных осадков и возможной величины испарения в сложившихся условиях поверхностного и подземного водного стока
Мерзлотные	Среднегодовое соотношение тепломассообмена между горизонтом годовых теплооборотов в почвогрунтах и атмосферой, термодинамически наиболее ярко проявляющегося в организации деятельного слоя (в индикационных пространственно-временных изменениях мощности, состояния, соотношения и взаимопереходов типов сезоннопромерзающего и сезоннопротаивающего деятельного слоя)

Сост. по: [6].



вития (рис. 1). Это оказывает влияние (как мы считаем, максимальное на восходящих отрезках развития) на разную устойчивость ГС к внешним воздействиям.

Разномасштабные колебания показателей устойчивости дальневосточных геосистем, развивающихся в областях взаимодействия и взаимопроникновения противоречивых континентальных и океанических влияний, имеют сложный характер и связаны с разным эффектом проявления по территории даже однородных и сравнимых по масштабу внешних воздействий (например,

типичные для лесного Юга интенсивные дожди выступают на тундровых пространствах Севера в ранге катастрофических). В наибольшей мере эти колебания связаны с аномальными нарушениями растительного покрова (максимальные в Арктике и Субарктике; минимальные в Приморье), а в наименьшей – с нарушениями морфо- и литосубстратной основы ландшафтов [5, 7]. В то же время относительно просто организованные геосистемы Севера при типичных условиях быстро «возвращаются» к состояниям, близким к отмечавшимся до аномальных воздействий.

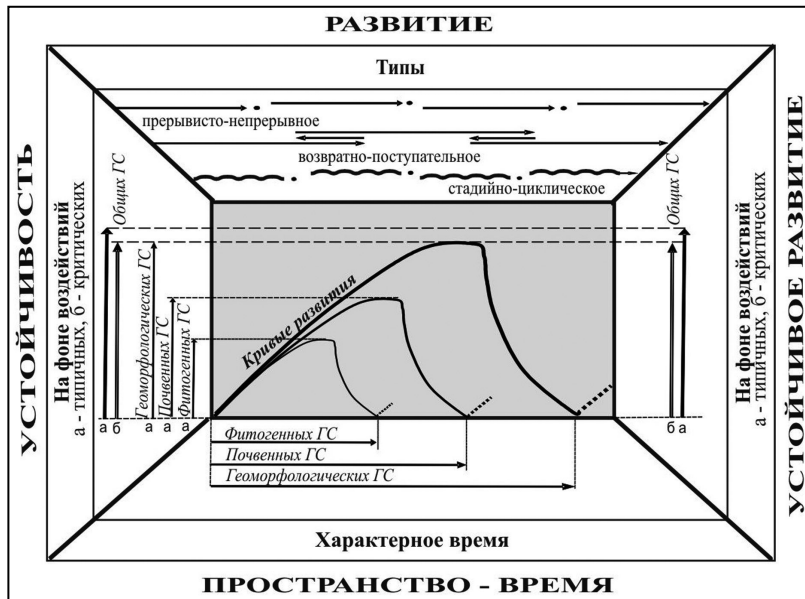


Рис. 1. Принципиальная схема динамических соотношений пространства, времени и типов развития, устойчивости и устойчивого развития геосистем [5]

Критические и кризисные ситуации, возникающие (и в дальнейшем по разному разрешаемые) в ходе развития рельефа, нами отождествляются с порогами устойчивости ЭГС и геосистем в целом [5].

Сравнительно высокая, хотя и подвижная между уровнями организации, устойчивость геосистем на Дальнем Востоке, формирующаяся за счет их пластичности (вклад биогенных систем), сейчас особенно показательна в южной половине умеренного пояса (не далее чем до 56° с.ш.).

В последние несколько десятилетий периодичность критических процессов и их последующее воздействие на ГС в повышенно энергонапряженных материковых окраинах российской части Дальнего Востока (как и на юго-восточной части Азии, и в атлантическом секторе юга Северной и Центральной Америки) значительно возрастают.

При таких процессах усложняется организация и повышается устойчивость, т. е. направленно рождается качественно новый высокий уровень структуры общих ГС. На этом фоне аномальные процессы для ГС становятся все более обыденными, т. е. рамки «природных рисков» и (или) техногенных катастроф «сдвигаются» вверх.

Фиксируемое увеличение количества и размеров катастроф, с явным преобладанием техногенных, может быть связано, по нашему мнению, как с естественными природно-климатическими перестройками на высоких уровнях организации ГС, так и с масштабными антропогенными воздействиями, выходящими за локальные и региональные уровни, и особенно приложимыми к относительно уязвимым трансграничным полосам – вдоль природных рубежей [5].

Антропогенные и естественные факторы и процессы по воздействию на геосистемы являются чужеродными, т. е. по своей природе антагонистами. Так, если естественные процессы в геосистемах присутствуют и взаимодействуют органично на всех уровнях организации, то антропогенные – противоречиво и чаще избирательно. Последние на локальном уровне воздействуют на геосистемы потенциально повсеместно и часто постоянно; на региональном – дискретно и реже постоянно; на континентальном – дискретно и эпизодически; на глобальном – эпизодически. При этом антропогенная ландшафтная протекция на всех уровнях, проявляется в их аридизации и криотизации – интенсифицируя на Севере



наступление арктических пустынь на тундровые пространства, а на Юге – формации умеренного пояса степей на лесные площади.

Характеристики геосистем, формирующиеся на фоне воздействий естественных процессов и факторов, принципиально отличны от таковых, возникающих при антропогенных воздействиях. Воздействия последних, в отличие от естественных, совершенно не связаны с природными ритмами и цикличностью. Так, арктические (как и тропические) геосистемы в естественных условиях устойчивы, а в антропогенных крайне ранимы, значительно в больших масштабах по сравнению с аналогичными ситуациями в южных районах умеренного пояса (например, в Приморье). Их сближает только то, что воздействия на аномальных уровнях направленно снижают устойчивость всех геосистем – по нарастающей: от критических состояний через кризисные до катастрофических.

Приведем некоторые примеры воздействия антропогенных процессов на геосистемы в разных районах Дальнего Востока.

Чукотка. Это особое место, где царит вечная мерзлота (подземное оледенение), выделяющееся среди прочих северных областей ярким своеобразием и неповторимостью полярных ландшафтов. К этим особенностям отнесем: а) противоречивое соседство и контрастное чередование талых и мерзлых пород; б) весьма широкий спектр мощностей (от 0 до 700 м и более) и среднегодовой температуры (от 0° С до минус 12° С и ниже) вечномерзлого грунта [7]; в) высокие перепады возрастающих температур воздуха, в связи с чем район Чукотки попадает в область повышенного метеогеоэкологического риска; г) полный спектр криогенных процессов и факторов в организации

восходящей и нисходящей динамики развития вечной мерзлоты.

Хозяйственная деятельность характеризуется значительной активностью и входит в опасное противоречие с хрупкой природной средой. Отдельные районы под влиянием антропогенного пресса оказываются на грани экологического бедствия.

Системопреобразующие разномасштабные и пространственно-временные воздействия антропогенного пресса на геосистемы в наибольшей мере здесь сказываются через вызываемый термокарст [8, 9].

В контексте климатических изменений (потепление – похолодание) [10, 11] протекающие в криолитозоне термокарстовые процессы имеют широтную и долготную специфику (их интенсивность падает от Западной Сибири к Чукотке и от Чукотки к Приморью).

Термокарстовые явления (округлые западины, котловины и озерные ванны; линейные, линейно-коленчатые и полигональные формы проседания и пр.), будучи типичными для территории Чукотки, экстремального проявления достигают только в редкие аномально теплые и дождливые годы (рис. 2).

Фоновые направления развития вечной мерзлоты уже в скором времени могут существенно поменяться. Начавшееся общее похолодание оконтуривает отдельные геоэкологические риски (с одной стороны, усиливает морозобойное трещинообразование в направлении разрушения отдельных геосистем, а с другой – снижает естественную интенсивность термокарста).

С каждым годом антропогенная картина обостряется (к примеру, по данным наших наблюдений в 1972–1973 гг. в р-не п. Канчалан) из-за



Рис. 2. Термокарстовые деформации нижней части склона, переходящие в солифлюкционные потоки, в окрестностях пос. Лаврентия (фото А. А. Галанина)



нарушения термобаланса активных поверхностей, вызывая локальное разрушение геосистем с возникновением борозд-рвов (до 1 м), оврагов (до 2 м) и прочих дефектов почвы [7].

Создание транспортной сети дорог в равнинной тундре ведет к механическому разрушению травяно-мохового покрова, на восстановление которого потребуются десятилетия. Так, по нашим наблюдениям в 1972 г. в долине р. Танюрер, на поверхности заочкаренных террас мы отмечали единичные глубокие (до 15–20 см) колеи тракторов и вездеходов возрастом до 15 лет. Такие колеи в ряде мест стали путями концентрированного стока паводков, что в конечном итоге привело к образованию оврагов.

Новые временные дороги постоянно прокладываются рядом с прежними. В результате местность вблизи многих чукотских поселков сильно «распахана» и в настоящее время представляет собой крупные территории, лишенные естественного покрова, изобилующие рытвинами, оврагами, провалами и термокарстовыми водоемами самых разных очертаний.

Как следствие, во время хозяйственного освоения территорий активизируются все процессы, свойственные вечной мерзлоте, при ведущей роли термокарста. В зависимости от формы вмешательства в природные условия нарастание активности термокарста и других мерзлотных процессов, приводящих к катастрофическим последствиям, происходит в основном по скачкообразной амплитуде.

Устойчивость естественных геосистем под воздействием антропогенных факторов на значительной территории Чукотки падает до кризисного уровня, переход через который вызывает разрушение ГС, при этом возврат последних к исходному состоянию становится невозможным. Криогенная опасность на многих участках в этом регионе, как и в соседней Якутии [12], может достигать катастрофического уровня. Следовательно, геоэкологические риски здесь крайне высоки.

Камчатка. Текущее развитие геосистем происходит в условиях активного вулканизма и повышенной сейсмичности на общем фоне взаимодействия противоборствующих континентальных и океанических влияний. Катастрофические извержения вулканов, сопровождаясь излиянием лав и масштабным выбросом пепла и камней, вызывают разрушение соседних геосистем, а на удалении – существенное нарушение их организации [7].

Геоэкологические риски, в частности для бухты Авачи, тесно связаны с сезонным характером пеплопадов во время извержения вулканов и постоянным сбросом сточных вод. Выпадение пепла и сброс сточных вод в зимнее время не приносят ущерба водным экосистемам бухты, так как пепел и сточные воды, поступая на ледовую поверхность, в это время не загрязняют бухту и в дальнейшем вместе с талыми весенними водами «уходят» за пределы акватории. Периодическое

выпадение пепла и постоянное поступление сточных вод в летнее время (по нашим наблюдениям в августе 1971 г.) сильно загрязняют воды бухты и приносят ущерб водным экосистемам. Устойчивость естественных экосистем бухты падает до критического уровня, когда возврат ГС к своему исходному состоянию возможен лишь после проведения специальных мероприятий по очистке сточных вод. Восстановление ГС в этом случае, после прекращения сброса сточных вод, будет происходить медленно и, возможно, в лучшем случае, только к концу 2-3-летнего периода.

Следовательно, геоэкологические риски здесь чаще отмечаются в теплый период года, контролируются сезонным временем выпадения вулканического пепла и постоянно поддерживаются сбросом сточных вод.

Верхнее Приколывье. Термокарст, солифлюкция, наледи, курумообразование, обвалы, осыпи, наводнения – все они выделяются как наиболее опасные природные явления, свойственные этому району [7]. Эти процессы заметно активизируются на свежих пирогенных участках и лесных вырубках, в очень холодные и малоснежные годы и в ходе выпадения ливневых осадков.

Особые максимальные геоэкологические риски в этих районах возникают на участках добычи золота дражным способом (по нашим наблюдениям в 1973 г. вблизи пос. Сусуман). Устойчивость естественных ГС здесь резко снижается до кризисного уровня. Так, естественные геосистемы подвергаются практически полному уничтожению, когда на большой площади истребляется растительность, снимается и удаляется почвенный покров, перерабатывается литосубстрат, сбрасываются промывочные воды из промприборов в соседние реки и ручьи и загрязняют их. В результате территория превращается в «безжизненную» пустыню, фактически трансформируясь в местность до уровня «лунного» ландшафта. Восстановление территории до исходного состояния может происходить только после прекращения золотодобычи, но протекает оно крайне медленно. Первые его признаки (отдельные пятна разреженного травяного покрова и единичные экземпляры подроста березы и лиственницы) появляются в течение последующих 5–10 лет.

Приамурье. На рассматриваемой территории отмечается широкий набор экзогенных аномальных явлений и процессов, но среди них масштабно значимыми (по интенсивности, частоте и площади воздействия на геосистемы) выделяются прежде всего наводнения, пожары и комплексы гравитационных и нивально-мерзлотных процессов. С наводнениями и пожарами связаны максимальные геоэкологические риски.

Наводнения наибольшей продолжительности (3–4 месяца, до 5–6), высоты подъема воды (до 6,5–11 м) и максимальной ширины разливов (10–20 км и более) отмечаются на среднем и нижнем Амуре. Наиболее катастрофические наводнения



отмечались в 1872, 1928, 1950, 1953, 1956, 1960 и 1964 гг. на Амуре и на Зее [13, 14]. Устойчивость естественных ГС на пойме здесь резко снижается до кризисного уровня (по нашим наблюдениям в районах г. Благовещенска и г. Хабаровска). Так, наводнение 2013 г. привело к катастрофическому уничтожению растительности, смыву пахотного слоя почв и интенсивному размыву пойменных участков, восстановление которых будет крайне медленным. Наибольший ущерб от наводнений приходится на сельскохозяйственные угодья.

Пожары (степные, и прежде всего лесные) уже привели к смене коренных лесных формаций в Амурской области (по горимости лесов – ведущее место в России), на большей части Еврейской АО и юге Хабаровского края [13, 15]. В основном они имеют антропогенную природу, в меньшей мере связаны с сухими грозами. Крупные пожары в последние 200 лет отмечались в горах и на равнинах каждые 10–30 лет (особенно сильные осенью 2001 г. и в мае–июне 2002 г.). Пожары приводят не только к аномальным нарушениям растительного покрова, но и к изменениям в организации общих геосистем. На участках прохождения пожаров (по нашим наблюдениям в бассейне р. Селемджи в августе 2002 г.) интенсивные осадки порождают «вспышки» плоскостного смыва и эрозионного расчленения (в частности, оврагообразования).

Геоэкологические риски в Приамурье из-за наводнений будут снижаться по ходу усиливающейся континентальности всей природной обстановки и возрастать из-за пожаров в условиях активизации криотизации [16].

Приморье. «Спектр» аномальных явлений в этом регионе очень широк. В континентальных районах – ливни и наводнения, обвалы и оползни, пожары и эрозия и т. д.; в прибрежных районах – ливни и наводнения, шторма и штормовые нагоны, абразия и цунами, обвалы и оползни. Максимальные геоэкологические риски связаны с наводнениями и прохождением цунами.

Во время последних десятилетий на реках Приморья были зафиксированы 18 *необычно аномальных наводнений* [5]. Среди них были два катастрофических: 1989 г. – в бассейнах рек Партизанской, Киевки (последнее – по непосредственным наблюдениям автора), Малиновки, Большой Уссурки, Уссури; 2000 г. – в бассейне р. Раздольная. На малых реках (2000 г. – р. Кулешовке у г. Спасска-Дальнего и р. Раковке) тоже были крупные наводнения.

Геоэкологические риски, вызываемые наводнениями, проявляются катастрофическим смывом пахотного слоя почв и интенсивным размывом пойменных участков, восстановление которых идет крайне медленно. Наибольший ущерб от наводнений приходится на сельскохозяйственные угодья, что было зафиксировано, в частности, в ходе наших наблюдений после наводнения 2000 г. в бассейне р. Раздольная.

Катастрофические процессы для геосистем побережий связаны с *цунами*. Наиболее опасная в этом отношении зона в Приморье – его юго-восточная, центральная и северная части [5, 13]. На берегах Японского моря за последние 2,5 тыс. лет, по историческим данным, зарегистрированы 17 крупных цунами. В XX веке отмечены 5 случаев цунами (1.08.1940; 16.10.1964; 5.09.1971; 26.05.1983; 13.07.1993 гг.), вызванных подводными мелко- и глубокофокусными землетрясениями у побережья Японии. Их эффекты (рис. 3):

а) 5.09.1971 г. – в бухтах Советская Гавань и Адими высота волны была около 2,5–3 м; произошли обрушение кекуров в бухте Кюма и размыв аккумулятивных форм, отделявших оз. Бурное от моря;

б) 26.05.1983 – на берегах Приморья высота волны, по опросным данным, менялась неравномерно – от 40 см (г. Находка) до 4–5 м (бухта Рудная Пристань); наиболее значительные изменения береговой линии произошли в северо-восточной части бухты Триозерья, где обнажился обширный бенч (шириной до 150 м). Интенсивность воздействия цунами 1983 г. можно сравнить с эрозионной деятельностью всех рек япономорского водосбора за предшествующее десятилетие;

в) 13.07.1993 г. – на юге Приморья высота волн цунами варьировала от 60 см (бухта Андреева) до 4,4 м (бухта Соколовская). Максимальные отметки волны уточнены в конце июля 1993 г. А. М. Коротким – для мыса Де-Леврон как 1,9–2,6 м и заплеск до 6,4 м. Цунами вызвало размыв всех аккумулятивных (морских террас с пляжами) и абразионных участков, разрушение причалов и других сооружений, а также уничтожило огороды марикультуры, повредило плавсредства. В устье р. Рудной был зафиксирован размыв морской террасы (высотой 4 м), пляжа и подводного бара с расширением ее южного эстуария до 200 м с углублением протоков до 10 м. В северной части морской террасы в бухте Рудной были смещены ёмкости под хранение горюче-смазочных материалов. Участки абразионных берегов здесь были полностью «очищены» от мелкозема, мелких и средних обломков.

Эффекты от цунами в мае 1983 г. и лета 1993 г., повлекшие значительное изменение ландшафта, превзошли последствия катастрофических штормов, наблюдавшихся в 1962–1993 гг. [5].

Золотые процессы и кратковременные интенсивные ливни, с которыми связаны дефляция, поверхностный смыв почв и редко оврагообразование, приносят наибольший ущерб распаханным пространствам Приханкайской лесостепи.

В целом геоэкологические риски в Приморье будут возрастать по ходу усиливающейся континентальности и криотизации всей природной обстановки [5, 13].

Остров Сахалин находится в области активного взаимодействия суши и океана. Максимальные геоэкологические риски здесь связаны

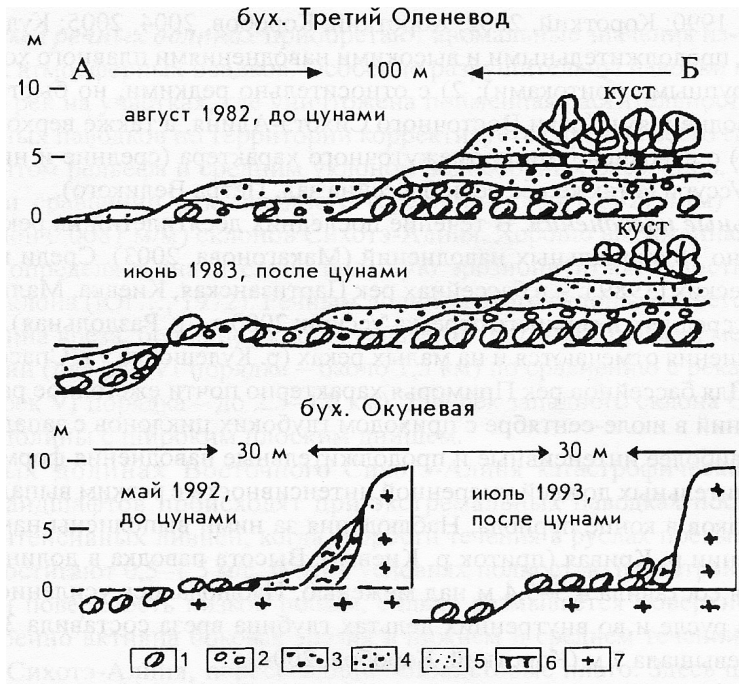


Рис. 3. Последствия воздействия цунами (1983 г. и 1993 г.) на побережье залива Петра Великого [5]: 1 – валуны; 2 – галька с песком; 3 – гравий; 4 – песок с гравием; 5 – песок; 6 – почва; 7 – коренные породы

с прохождением цунами и лавин, а также с активизацией эоловых процессов.

Цунами отмечаются дифференцированно, по частоте встречаемости (1 раз в 3–10 лет) и высоте прихода волн вдоль всего побережья. Наибольшей цунамиопасностью с максимальной высотой волны в 2,5–3,0 м отличаются юго-западные участки южной части острова (из-за повышенной сейсмичности на юге акватории). Тихоокеанское же побережье Сахалина, несмотря на свою открытость, принимает волны не более 1,5 м. С цунами связаны катастрофические разрушения аккумулятивных прибрежных форм рельефа и растительных группировок, а также хозяйственных объектов [5, 12]. Эффекты прохождения цунами (размыв морской террасы) нами были зафиксированы в 1971 г. на одном из участков на юго-западе острова.

Лавины – быстрый сход масс снега вниз по крутым безлесным склонам из-за резкого уменьшения их сцепления с подстилающей поверхностью. Из-за резко расчлененного (глубиной от 200–500 до 600–800 м) рельефа с преобладанием крутых склонов (30–45°) на Сахалине возникает много лавин (катастрофических – 1 в 10 лет). Их сходу способствуют большое количество выпадающих атмосферных осадков (от 400 до 750 мм/год, из которых до 40–45% твердые), метелевый перенос (число дней с метелью от 32 на юге до 65 на севере) снега на собственно лавиноопасные склоны, громадные площади зарослей бамбука на месте «сведенной» (в период японской оккупации 1905–1945 гг., в южной части острова) древесной растительности. Верхние снежные горизонты

«раздавливают» слой глубинной изморози и вызывают смещение снежных масс по «пригнутому бамбуковому слою» в форме осовов. Следы одной из таких лавин (мелкобугристые накопления лавинного конуса у подножья склона, сплошь покрытого бамбуковыми зарослями) были выявлены в ходе наших маршрутных наблюдений летом 1971 г. в районе пос. Томари. С точки зрения потенциальной угрозы для народного хозяйства о-в Сахалин следует относить к одной из наиболее лавиноопасных территорий России [5, 13].

Эоловые процессы. На северо-западе острова сильные ветры вызывают дефляцию песка. Бугристые пески развеваются и сливаются в гряды и дюны высотой до 15 м и длиной до 15–90 м. Дюны передвигаются в северо-западном направлении со скоростью около 2 м в год. С эоловыми процессами связаны уничтожение растительного покрова на значительных площадях и «заносы» хозяйственных объектов.

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

Курильские острова. Среди катастрофических экзогенных процессов, с которыми связаны геоэкологические риски, выделяются *цунами* и *штормовые нагоны*, разрушающие на побережьях и естественные, и антропогенные объекты. Тихоокеанское побережье Курильских островов является ареной не только частых, но и катастрофических воздействий цунами. Так, здесь отмечаются волны с различным максимальным подъемом уровня – свыше 23 м 1 раз в 100–200 лет; 8–23 м 1 раз в 50–100 лет; 3–8 м 1 раз в 20–30 лет; 1–3 м 1 раз в 10 лет.



Штормовые нагоны наблюдаются на открытых участках преимущественно Тихоокеанского побережья, где они достигают по высоте 2–4 м [14, 17].

Геоэкологические риски на Курильских островах из-за повышенной сейсмичности в регионе и связанной с этим высокой цунамиопасности отличаются высокой напряженностью. Существенные коррективы могут внести антропогенные факторы (из-за площадных рубок лесов и возможной активизации общих лесных пожаров; возможных кризисных «выбросов» в атмосферу техноэцеств и вызываемого этим потепления климата). Результирующая этих колебаний неизвестна, но высокие геоэкологические риски вполне вероятны.

Заключение

Для Дальнего Востока, по нашим оценкам, в течение ближайшего будущего будет характерно направленное возрастание естественной континентальности физико-географической обстановки [5]. В связи с этим здесь одновременно будет: а) повышаться удельный вес и устойчивость «континентальных» геосистем на общем фоне направленного похолодания; б) усиливаться роль экстремальных процессов в повышении пластичности современных океанических геосистем. Для достижения оптимального природопользования в условиях естественных ситуаций его режимы должны быть «щадящими» – по пространственно-временной нормализации природной среды, учитывающими существующие риски и определяемые ими экологические ограничения.

Библиографический список

1. Скрьльник Г. П. Основные уровни устойчивости в общей организации геосистем Земли // Успехи современного естествознания. 2017. № 11. С. 101–106.
2. Скрьльник Г. П. Взаимодействия факторов и процессов в организации геосистем и устойчивое развитие // Рельефообразующие процессы: теория, практика, методы исследования. Новосибирск : ИГ СО РАН, 2004. С. 247–249.
3. Преображенский В. С. Проблемы изучения устойчивости геосистем // Устойчивость геосистем. М. : Наука, 1983. С. 5–73.
4. Мясников Е. А., Скрьльник Г. П. Геоэкология: устойчивость, уязвимость, геодинамическая опасность геолого-

оморфологических систем урбанизированных территорий дальнего Востока России // Инженерная экология. 2013. № 3. С. 12–25.

5. Короткий А. М., Коробов В. В., Скрьльник Г. П. Аномальные природные процессы и их влияние на состояние геосистем юга российского Дальнего Востока. Владивосток : Дальнаука, 2011. 265 с.
6. Скрьльник Г. П. Методические подходы к определению устойчивости геосистем // Взаимодействие общества и окружающей среды в условиях глобальных и региональных изменений. Барнаул, 2003. С. 298–299.
7. Север Дальнего Востока. М. : Наука, 1970. 488 с.
8. Кирпотин С. Н., Полищук Ю. М., Брыксина Н. А. Динамика площадей термокарстовых озер в сплошной и прерывистой криолитозонах Западной Сибири в условиях глобального потепления // Вестник Томского государственного университета. Науки о Земле. 2008. № 311. С. 185–189.
9. Родионова Т. В. Исследование динамики термокарстовых озер в различных районах криолитозоны России по космическим снимкам. М. : Издательство Московского университета, 2013. 196 с.
10. Ловеллус Н. В., Ретейом А. Ю. Циклы солнечной активности в Арктике // Общество. Среда. Развитие. 2018. № 1. С. 128–130.
11. Глобальная служба атмосферы (ГСА) – Global Atmosphere Watch Programme [Электронный ресурс]. URL: <https://public.wmo.int/.../programmes/global-atmosphere-watch-programme> (дата обращения: 16.06.2018).
12. Алексеев В. Р. Криогенная опасность в природе Земли // Наука и техника в Якутии. 2017. № 1 (32). С. 1–17.
13. Юг Дальнего Востока (История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока). М. : Наука, 1972. 423 с.
14. Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX–XXI веков : в 3 т. Т. 2. Природные ресурсы и региональное природопользование. Владивосток : Дальнаука, 2010. 560 с.
15. Готванский В. И., Лебедева Е. В. Влияние природных и антропогенных факторов на напряженность геоморфологических процессов на Дальнем Востоке // Геоморфология. 2010. № 2. С. 26–35.
16. Калашников А. В., Калинина Н. В. Амурская область: экологические проблемы / Российская объединенная демократическая партия «Яблоко», фракция «Зеленая Россия». М., 2014. 51 с.
17. Дегтерев А. В., Рыбин А. В., Мелекесцев И. В., Разжигайева Н. Г. Эксплозивные извержения вулкана пик Сарычева в голоцене (о. Магуа, Центральные Курилы): геохимия тефры // Тихоокеанская геология. 2012. Т. 31, № 6. С. 16–26.

Образец для цитирования:

Скрьльник Г. П. Устойчивость геосистем и геоэкологические риски на территории российского Дальнего Востока // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2019. Т. 19, вып. 4. С. 253–261. DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2019-19-4-253-261>

Cite this article as:

Skrylnik G. P. Stability of Geosystems and Geo-Environmental Risks on the Territory of the Russian Far East. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2019, vol. 19, iss. 4, pp. 253–261 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2019-19-4-253-261>