

© 2014 г. Е.В. ЛЕБЕДЕВА*, С.В. ШВАРЁВ*: **, В.И. ГОТВАНСКИЙ***

ПРИРОДНО-ОБУСЛОВЛЕННАЯ НАПРЯЖЕННОСТЬ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТЕРРИТОРИИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ¹**Ин-т географии РАН, Москва; ekaterina.lebedeva@gmail.com****Ин-т физики Земли РАН, Москва; shvarev@ifz.ru*****Русское географическое общество; gotvanski@yandex.ru***Введение**

Территории, отличающиеся нестабильностью и предрасположенностью к катастрофическому развитию процессов рельефообразования, – зоны повышенной напряженности геоморфологических процессов. Для них типично преобладание рельефа с высокими фоновыми скоростями морфогенеза и процессов, способных резко изменять свои пространственно-временные характеристики (приращение объема, площади покрытия, протяженности, скорости распространения, частоты проявления и др.), т.е. развиваться катастрофически. Кроме этих внутренних факторов-условий (самого рельефа в совокупности с потенциально неустойчивым субстратом и спектра доминирующих процессов), для таких районов характерны значимые внешние эндогенные и экзогенные факторы, под действием которых геоморфологические процессы территории также могут приобретать экстремальный характер.

Подобными зонами повышенной напряженности геоморфологических процессов является интенсивно и глубоко расчлененный рельеф окраинно-континентальных горных систем Притихоокеанья. Нестабильному состоянию геоморфологических систем и активному протеканию процессов рельефообразования здесь способствует высокая тектоническая, сейсмическая и вулканическая активность. Важную роль играет климатический фактор – количество и характер выпадения осадков. Хозяйственная деятельность человека дополнительно активизирует природные процессы и усиливает риск развития локальных катастроф.

Напряженность геоморфологических процессов в понимании авторов – это предрасположенность геоморфологической системы к выходу из состояния равновесия и риск развития в ней процессов морфогенеза по катастрофическому сценарию под воздействием внешних и/или внутренних факторов, как природных, так и техногенных [1, 2]. Такой подход позволяет нам говорить не только об активном и широком развитии современных опасных процессов на той или иной территории, но и о потенциальной возможности такого сценария, т.е. о напряженном состоянии самой геоморфологической системы.

Предпосылки природно-обусловленной геоморфологической напряженности территории Дальнего Востока России

Специфика и разнообразие геоморфологических процессов российского Дальнего Востока, характер и напряженность их развития обусловлены тем, что эта окраина евразийского континента, ширина которой достигает сотен километров, является переходной зоной от материка к Тихому океану. А.А. Гаврилов [3] предлагает рассматривать ее как единую буферную геодинамическую систему. Как любая переходная зона, эта территория характеризуется сочетанием разнородных структур и отличается чрезвычайным разнообразием природных процессов и явлений, в том числе, и катас-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 12-05-00900а).

трофических. Это хорошо видно на картах “Современной динамики рельефа Северной Евразии” [4] и “Степени эколого-геоморфологической опасности современных рельефообразующих процессов” [5]. Большая часть Дальнего Востока отнесена их составителями к регионам с высокой степенью общей эколого-геоморфологической опасности, где действуют сразу несколько опасных рельефообразующих процессов с высокими показателями интенсивности и возможны катастрофические проявления отдельных из них.

Среди эндогенных предпосылок напряженности современных геоморфологических процессов первостепенное значение в регионе имеет тектоническая активность, проявляющаяся как продолжение неоген-четвертичной активизации. Повышенная сейсмичность и современный вулканизм обусловлены активным взаимодействием континентальной и океанической плит. Кроме того, контрастность рельефа дальневосточного региона и, соответственно, активизация процессов, может быть связана с таким фактором, как наращивание материковой коры [6]. Движение Тихоокеанской плиты относительно азиатской окраины океана отвечает за распределение тектонических напряжений, провоцирующих как вертикальные, так и горизонтальные блоковые смещения в переходной зоне и, особенно, в ее фронтальной части. В районе восточного побережья Камчатки, Курильской островной дуги эта плита погружается под Евразийскую, двигаясь со скоростью около 8–9 см/год [7]. Сопряжение плит обуславливает развитие вторичных (параллельных их границе) тектонических структур, в том числе – относительно поднимающихся и опускающихся блоков, а также вулканических поясов, что в свою очередь определяет главные черты рельефа (чередование горных хребтов и депрессий) и основные закономерности распространения геологических и геоморфологических процессов.

Сахалино-курильско-камчатская область – внешняя (фронтальная) граница переходной зоны. Со стороны материка внутренней (тыловой) границей можно считать протяженную пограничную морфоструктуру – мезо-кайнозойский вулканический пояс, идущий субпараллельно системе глубоководных желобов и островных дуг и состоящий из двух звеньев – Охотско-Чукотского и Сихотэ-Алинского. Горы и плато вулканического пояса играют важную роль в региональном распределении вещественно-энергетических потоков – в пределах Охотско-Чукотского звена проходит главный водораздел между Тихим и Северным Ледовитым океанами.

Для прибрежных горных сооружений переходной зоны типична асимметрия поперечного профиля: водоразделы, как правило, приближены к побережью и горы круто обрываются к морю (океану). Г.Ф. Уфимцев [8, 9] объяснял подобный рельеф асимметрией геолого-тектонического строения и отражением активного взаимодействия тектонических плит: основные динамические импульсы направлены здесь от океана в сторону материка, реализуясь в формировании фронтальных материковых уступов. В результате большинство катастрофических геоморфологических процессов приурочены к восточным окраинам этих морфоструктур [10], что характерно и для молодых островных дуг [11, 12]. Хотя при этом нельзя не учитывать влияние климатического фактора, усиливающего фронтальный эффект (т.к. и наибольшее количество осадков выпадает на восточных (приморских) склонах), а также большую глубину расчленения рельефа прибрежной части территории из-за близости глобального базиса эрозии.

Сейсмичность является одним из важнейших проявлений тектонической активности региона и, в свою очередь, одним из основных “триггеров”, запускающих катастрофические экзогенные процессы. Землетрясения даже при незначительной силе могут провоцировать опасные геоморфологические процессы. Сейсмогравитационные явления разного масштаба сопровождают почти все сотрясения интенсивностью 7–8 баллов и выше и, по мнению многих исследователей [13–15 и др.], играют существенную или даже ведущую роль в формировании рельефа сейсмически активных территорий. В связи с этим, одним из ключевых факторов, определяющих закономерности экзогенного морфогенеза, можно считать распределение сейсмичности в

пределах переходной зоны. Характерно сопряжение общего нарастания интенсивности землетрясений к фронтальной части переходной зоны с линейными зонами повышенной сейсмичности, соответствующими активным разломам территории. Последние включают две основные системы: 1) разломы субпараллельные тихоокеанскому побережью, 2) поперечные разломы восточных частей внутриконтинентальных подвижных поясов (Байкало-Станового нагорья и системы Момского и Черского хребтов) [16]. Среди продольной системы различаются разломы островных дуг – “пограничные”, отражающие локальные деформации при столкновении плит, и разломы внутренних частей Тихоокеанского пояса, движения по которым, в основном сдвигового характера, отражают деформационные процессы пояса в целом [16, 17]. Общее нарастание сейсмичности рассматриваемой территории с запада на восток проявляется в том, что в континентальной части сейсмичность в среднем на 1–3 балла ниже, чем на островах Курильской дуги и внешних, океанических окраинах Камчатки. Если на западном побережье Охотского моря интенсивность землетрясений составляет от 7 до 8 баллов (при вероятности событий один раз в 100 и 1000 лет соответственно), то для востока Камчатки, Сахалина и Курильских о-вов интенсивность достигает 8–10 и более баллов при тех же интервалах повторяемости [18]. Согласно расчетам на более длительные периоды повторяемости (5000 и 10000 лет), проведенным для составления новых карт сейсмического районирования (ОСР-12), вся исследуемая территория подвержена сейсмическим событиям с интенсивностью более 8 баллов [19]. В пределах Курило-Камчатской дуги возрастание сейсмичности сопровождается развитием интенсивного современного вулканизма.

Напряженность экзогенных процессов связана не только с вышеперечисленными эндогенными факторами и широким развитием горного рельефа, но и с положением региона на контакте суши и моря. Влияние тихоокеанских муссонов, несущих обильные осадки, к западу постепенно ослабевает, что приводит к формированию в регионе, наряду с высотной поясностью и широтной зональностью, также зональности меридиональной. Все это обуславливает сложное мозаичное распределение ландшафтов и, соответственно, связанных с этими комплексами и типичных для них экзогенных процессов. В среднегорных массивах Дальнего Востока, как правило, выделяют несколько высотных поясов, которые можно охарактеризовать господствующими в них экзогенными процессами: флювиальный, обвально-осыпной и нивально-криогенный. Флювиальный процесс, прежде всего, эрозия, по данным А.М. Короткого [20], наиболее активен в средней части мегасклонов горных сооружений. Так, например, врез на отрезках среднего течения магистральных долин Сихотэ-Алиня составляет только с конца позднего миоцена 200–250 м, что вдвое превышает таковой в их нижнем течении. Существенное значение для развития эрозии имеет и муссонный режим выпадения ливневых осадков. Большая их часть приходится на 2–3 летних месяца, когда на реках формируются обильные, нередко катастрофические паводки.

Проведенный нами анализ имеющихся литературных материалов и результаты собственных наблюдений [21] показали, что в исследуемом регионе риск развития геоморфологических катастроф (т.е. общей напряженности процессов рельефообразования и геоморфологических обстановок в целом) возрастает с запада на восток, что связано с увеличением силы воздействия как эндо-, так и экзогенных факторов и предположительно.

На упомянутой выше карте “Степени эколого-геоморфологической опасности современных рельефообразующих процессов” [5] практически вся территория Дальнего Востока России (за исключением ряда впадин и низменностей) отнесена к зоне высокого риска развития опасных эколого-геоморфологических ситуаций. С одной стороны, это связано с меньшей изученностью региона по сравнению, например, с европейской частью России, а также с преобладанием здесь горного рельефа [22]. Но с другой, несомненно и то, что данная карта была составлена на основании анализа только распределения самих геоморфологических процессов без учета существующих эндогенных и экзогенных факторов, которые могут дифференцированно воздейст-

вывать на активизацию этих процессов, увеличивая степень их проявления в разы и значительно повышая риск природных катастроф. Впоследствии и составитель карты С.К. Горелов в одной из своих статей писал о необходимости усиления и проработки вопросов о факторах рельефообразования, в частности, об эндогенной составляющей для оценки природного риска [23].

Поэтому в настоящей работе для детализации и выделения конкретных районов повышенной напряженности геоморфологических процессов и прогноза риска их катастрофического развития привлечены и проанализированы данные по сейсмической активности территории, характеру распределения осадков, морфологии рельефа и ряд других факторов.

Методика работ

Методика составления мелкомасштабной карты напряженности геоморфологических процессов (1 : 2500 000–1 : 8000 000) подробно описана нами ранее [1]. Остановимся на ее ключевых моментах. Методика базируется на анализе следующих параметров: 1) *совокупности рельефообразующих процессов* территории и их способности/возможности приобретать катастрофический характер, 2) *особенностей морфологии рельефа*, способствующих катастрофическому развитию процессов рельефообразования, 3) *наличия и зональности проявления факторов*, под действием которых фоновые процессы территории могут приобретать экстремальный характер.

Первый параметр – *комплекс ведущих рельефообразующих процессов* данной территории. Их активность и площадь распространения отражает карта степени эколого-геоморфологической опасности [5], которая взята нами за основу. На данной карте даны три градации оценки опасности: 1) высокая – действуют несколько опасных рельефообразующих процессов преимущественно с высокими показателями интенсивности, 2) средняя – спектр опасных процессов также широк, но показатели интенсивности меньше, 3) низкая – узкий спектр процессов при их низкой интенсивности. Соответственно, напряженность геоморфологических процессов этих территорий оценивается от 3 (высокая опасность) до 1 балла (низкая опасность).

Среди *особенностей морфологии рельефа* (второй параметр), способствующих катастрофическому развитию процессов рельефообразования, особое внимание мы уделяли глубине его эрозионного расчленения, опираясь на рукописную карту “Оценка эрозионной опасности рельефа СССР” м-ба 1 : 2500 000, составленную в 1986 г. в лаборатории геоморфологии ИГ РАН под руководством Д.А. Тимофеева и Л.Н. Былинской [24]. Значительная глубина расчленения способствует большей потенциальной возможности развития широкого спектра опасных склоновых процессов – обвально-осыпных, отседания и др. При глубине расчленения 400–800 м территория получила дополнительно 1 балл, 800–1600 м – 2 балла, более 1600 м – 3 балла напряженности.

Что касается внешних факторов, провоцирующих активизацию геоморфологических процессов и усугубляющих риск опасных ситуаций, то мы выбрали два наиболее значимых для региона. Среди эндогенных на первый план выходит анализ данных по *сейсмической активности территории*. Землетрясения даже при незначительной интенсивности могут инициировать многие катастрофические процессы: отседания, обвалы, оползни, лавины и сели, цунами и др. Лавины активизируются даже при сейсмических толчках в 1–3 балла [25]. При сотрясениях в 6 баллов начинают проявляться первые изменения в рельефе – образуются трещины, смещения грунта; разномасштабные сейсмогравитационные явления сопровождают практически все землетрясения интенсивностью более 7 (шкала MSK-64). Для построения карты напряженности мы выделили зоны различной сейсмичности, опираясь на карту ОСР-97* [15]. Каждая из них получила дополнительные баллы напряженности, количество которых возрастало в зависимости от силы сотрясений грунта. Территории, попадающие в зону 6-балльных землетрясений – 1 дополнительный балл, 7-балльных – 2, 8-балльных – 4, 9-балльных – 6, зоны 10-балльных землетрясений – 8 баллов напряженности. Подоб-

ный подход позволил нам четко выделить наиболее потенциально опасные зоны, где возможны разнообразные, иногда непредсказуемые по масштабам катастрофические процессы, спровоцированные интенсивными подземными толчками.

На специфику развития процессов рельефообразования многих регионов существенно влияет как общее количество осадков, так и характер, и интенсивность их выпадения. В окраинно-континентальных горных системах принципиально отличаются приморские и внутриконтинентальные склоны. Причем эта разница может составлять 1000 мм осадков и более, т.е. отличается в разы, что, несомненно, сказывается на протекании и интенсивности геоморфологических процессов на склонах разной экспозиции. Воздействие этого экзогенного фактора мы также оценили с помощью условных баллов. Так, территории, где годовое количество осадков составляет 500–1000 мм, получили 1 дополнительный балл, а 1000–1500 мм – 2 балла напряженности.

При проведении данных мелкомасштабных работ оценка других факторов оказалась проблематичной. Наличие толщ рыхлых многолетнемерзлых и дезинтегрированных отложений (1 дополнительный балл) мы учитывали только в пределах крупных депрессий. Места влияния современных вулканических процессов смогли показать, лишь выделив дополнительными значками местоположение вулканов с проявлением современной активности, при этом общая балльность территории не менялась.

Выполненные работы позволили провести полуколичественную оценку потенциальной природной напряженности геоморфологических процессов в условных баллах с учетом спектра преобладающих процессов, сейсмичности территории, глубины расчленения рельефа, количества осадков и, на отдельных участках, наличия толщ многолетнемерзлых рыхлых отложений. Суммарную оценку напряженности геоморфологических процессов территории, превышающую 15 условных баллов, мы считаем потенциально катастрофической, в 10–15 баллов – чрезвычайно высокой, 5–9 баллов – высокой, менее 5 баллов – низкой.

Конечно, такая оценка с применением условных баллов является далеко не совершенной и достаточно грубой прикидкой, однако, она позволяет провести рекогносцировочные исследования и определить наиболее опасные участки – зоны потенциальной напряженности геоморфологических процессов, где в дальнейшем необходимо планировать более детальные работы.

Обсуждение полученных результатов

Карты природно-обусловленной напряженности геоморфологических процессов м-ба 1 : 2500 000–1 : 8000 000 в первую очередь были составлены на ключевые участки российского Дальнего Востока – Камчатку, Сахалин и Западное Приохотье. Эти территории отличаются по геодинамическим режимам, ландшафтно-климатическими условиями и характеру современных геоморфологических процессов и весьма показательны в отношении дифференцированной оценки геоморфологической напряженности, что позволило нам уточнить и подкорректировать методику. В частности, стало очевидным, что в данном масштабе картографирования сложно учесть все факторы, которые мы планировали проанализировать изначально – в частности, густоту эрозионного расчленения, неравномерность выпадения осадков, наличие высокосейсмичных зон пересечения активных разломов, высокоградиентных зон современных тектонических движений и др. Все это возможно учесть только при проведении среднемасштабного картографирования. Переход к средне- крупномасштабному изучению геоморфологической напряженности подразумевает замещение полуколичественных балльных оценок ведущих факторов, примененных на данном этапе исследований, количественными детерминированными и статистическими оценками, с учетом конкретных проявлений отдельных типов процессов, их пространственно-временного распределения в сочетании с факторным анализом, определением градаций, весовых соотношений и других характеристик. Также весьма важно выделить территории, подвергающиеся активному антропогенному воздействию: зоны антропогенной активи-



Рис. 1. Карта природно-обусловленной напряженности геоморфологических процессов Дальнего Востока 1–14 – территории различной природно-обусловленной напряженности геоморфологических процессов (цифры соответствуют условным баллам напряженности); 15 – современная вулканическая активность. Регионы (на врезке): 1 – Приморье и Приамурье, 2 – о-в Сахалин, 3 – Западное Прихохтье, 4 – Северное Прихохтье, 5 – п-ов Камчатка, 6 – Курильские о-ва

зации геоморфологических процессов (как в результате строительства, так и добычи полезных ископаемых). Однако для данного уровня обобщения факторная мозаичность, включающая антропогенное воздействие, “поглощается” ведущими показателями. Итоговая карта м-ба 1 :8000 000 (рис. 1) позволила получить достаточно полное представление о распространении природной напряженности геоморфологических процессов изученного региона, обусловленной геолого-тектоническими и физико-географическими особенностями территории, и выделить зоны потенциального риска.

Потенциальная напряженность геоморфологических процессов, обусловленная природными факторами, в регионе колеблется от 3 до 16 условных баллов. Минимальна она (3–4 балла) в пределах Среднеамурской и Суйфуно-Ханкайской низменностей и отдельных участков Удской депрессии, Амуро-Зейской, Зейско-Буреинской, Кава-Тауйской равнин, Омнинско-Майского плоскогорья. Все эти территории отлича-

ются слаборасчлененным рельефом в условиях относительно невысокой сейсмичности (6–7 баллов). Незначительное развитие опасных геоморфологических процессов (по [5]) объединяет эти территории в категорию средней-низкой экологической опасности. Потенциальный риск развития опасных процессов увеличивает наличие на отдельных участках перечисленных территорий многолетней мерзлоты и толщ рыхлых, легко размываемых отложений.

Максимальная природно-обусловленная напряженность в 16 баллов (которую мы оценили как потенциально катастрофическую) характерна для ряда островов Курильской гряды – Парамушир, Кетой, Симушир, Итуруп, Кунашир. Здесь высокая степень эколого-геоморфологической опасности (широкое распространение опасных геоморфологических процессов) сочетается с высокой сейсмичностью (10 баллов), большим количеством осадков (более 1000 мм/год) и значительной глубиной расчленения рельефа (перепады высот достигают здесь 1000–1500 м и более). Наличие активных вулканов еще увеличивает риск возможных катастрофических процессов.

Чрезвычайно высокая природно-обусловленная напряженность геоморфологических процессов характерна для большей части горных территорий ключевых участков – Камчатки и Сахалина, а в континентальной части Дальнего Востока – для п-ова Тайгонос, а также Станового и Баджальского хребтов.

В пределах Камчатки было выделено 48 районов, потенциальная напряженность которых колеблется от 7 (западное побережье) до 15 условных баллов (восточное побережье). Максимальны (15 баллов) показатели для Кроноцкого и Шипунского полуостровов, хребтов Гамчен и Балаганчик, окрестностей массивов Корякской и Кроноцкой сопки. Они складываются из высокой сейсмичности (10 баллов), широкого развития опасных геоморфологических процессов, глубокого расчленения территории (более 800 м) и значительного количества осадков (более 1000 мм/год). За счет уменьшения глубины расчленения ниже показатель потенциальной напряженности (14 баллов) для побережий Кроноцкого и Авачинского заливов, массива вулкана Мутновский. Уменьшение, наряду с этим, и годового количества осадков снижает показатель напряженности до 13 баллов на полуострове Камчатского мыса, побережье Камчатского залива, массивах вулканов Ильинская и Желтовская сопки, в южной части Ганальского хребта. Для Срединного хребта Камчатки, а также хребтов Кумроч, Тумрок, Валагинского и др. напряженность составляет 12 условных баллов, что обусловлено снижением сейсмичности территории к западу до 9 баллов.

Напряженность геоморфологических процессов, обусловленная природными факторами, для о-ва Сахалин, который был подразделен на 21 район, колеблется от 6 до 12 условных баллов. К территориям с чрезвычайно высокой напряженностью (10–12 баллов) отнесены 11 районов – п-ов Шмидта, Северо-Западная низменность, Западно-Сахалинские горы (кроме перешейка Поясок) и северная и центральная части Восточно-Сахалинских гор. Основными факторами напряженности здесь являются высокая сейсмичность (8–9 баллов), широкий спектр опасных геоморфологических процессов, большое количество осадков (более 1000 мм/год), а на отдельных участках – глубина расчленения (400–800 м) и наличие толщ льдистых многолетнемерзлых пород (Северо-Западная низменность).

На континентальной части природно-обусловленная напряженность геоморфологических процессов максимальна на п-ове Тайгонос и прилегающих горных краях (хр. Туманский, Ненкат), где она достигает 10–12 условных баллов. Это зона 8–9-балльных землетрясений с многочисленными следами палеосейсмодислокаций. Сам полуостров ограничен разломами СВ простирания, выраженными в рельефе сбросовыми уступами. Его абс. высоты достигают 1600 м, глубина расчленения – до 600–800 м. На склонах горных хребтов СВ ориентировки выпадает до 1000 мм осадков в год.

Для сводово-блокового поднятия Станового хребта – активизированной окраины Алданского щита со следами позднеплиоценового вулканизма – характерно глубоко-

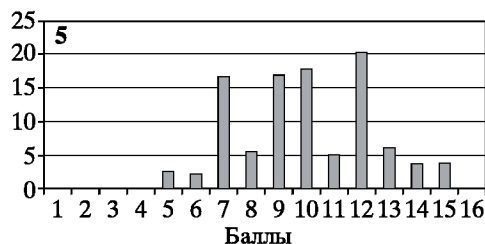
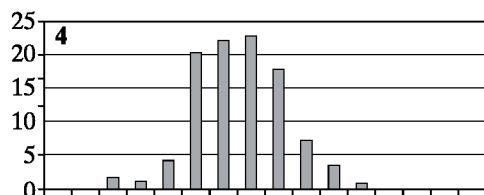
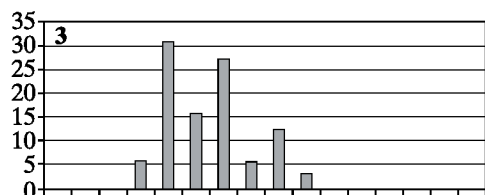
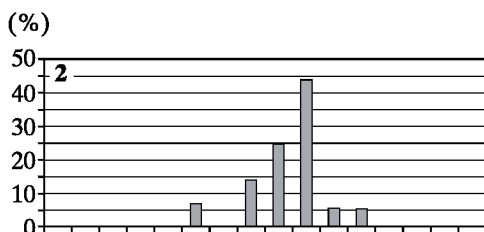
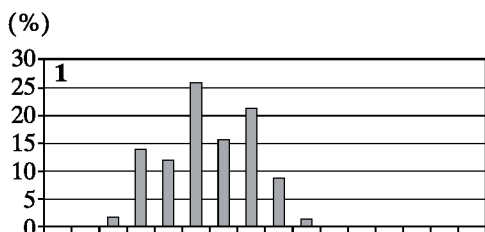
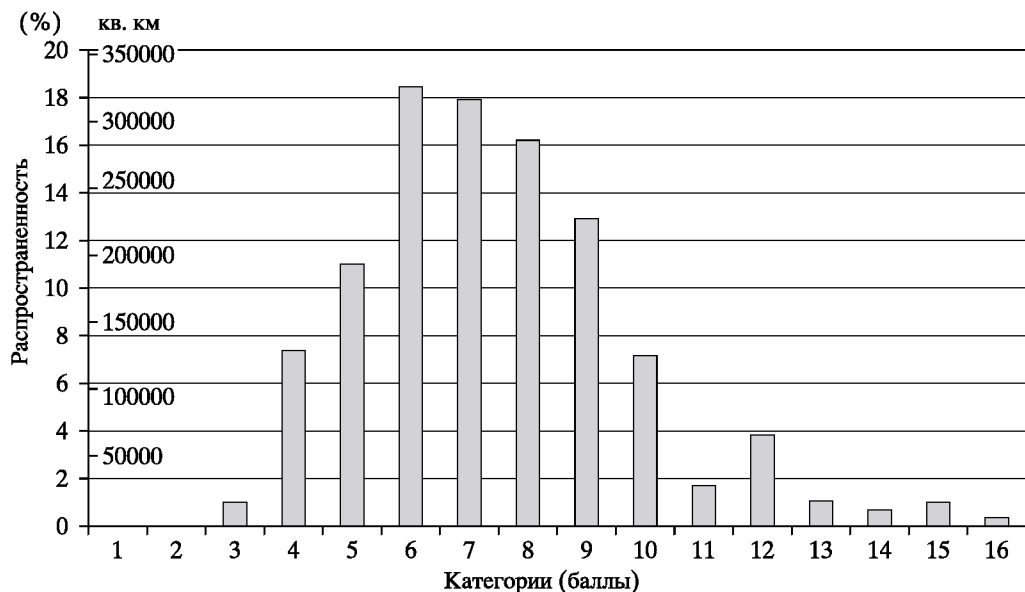


Рис. 2. Распределение баллов природно-обусловленной напряженности геоморфологических процессов для территории Дальнего Востока России
 Распределение баллов: 1 – для всей территории Дальнего Востока, 2 – по отдельным регионам (1 – Приморье и Приамурье, 2 – о-в Сахалин, 3 – Западное Прихохотье, 4 – Северное Прихохотье, 5 – п-ов Камчатка, 6 – Курильские о-ва)

Распространенность территорий с различной природно-обусловленной напряженностью геоморфологических процессов (балльностью) в целом и по регионам

Категории			Регионы						
			Все регионы	Приамурье и Приморье	Сахалин	Западное Приохотье	Северное Приохотье	Камчатка	Курильские о-ва
Баллы напряженности	Все	S, км ²	1 766 206	817 461	73 346	248 347	309 881	306 957	10 214
		%	100	46.28	4.15	14.06	17.55	17.38	0.58
	3	S, км ²	16 968	12 380	—	—	4588	—	—
		%	0.96	1.52	0	0	1.48	0	0
	4	S, км ²	129 127	112 500	—	14 100	2527	—	—
		%	7.31	13.76	0	5.68	0.82	0	0
	5	S, км ²	193 524	96 890	—	76 650	12 860	7124	—
		%	10.96	11.85	0	30.86	4.15	2.32	0
	6	S, км ²	324 375	211 700	5152	38 280	62 990	6253	—
		%	18.37	25.89	7.02	15.41	20.33	2.04	0
	7	S, км ²	316 000	128 400	—	67 940	68 180	51 480	—
		%	17.89	15.71	0	27.36	22.00	16.77	0
	8	S, км ²	285 460	174300	10 330	13 630	70 840	16 360	—
		%	16.16	21.32	14.08	5.49	22.86	5.33	0
	9	S, км ²	226 590	71 520	18 420	29 900	54 520	52 230	—
		%	12.83	8.75	25.11	12.04	17.59	17.02	0
	10	S, км ²	126 638	9 771	32 010	7 847	22100	54 910	—
		%	7.17	1.20	43.64	3.16	7.13	17.89	0
	11	S, км ²	29 158	—	4148	—	10 000	15 010	—
		%	1.65	0	5.66	0	3.23	4.89	0
	12	S, км ²	67 255	—	3 286	—	1276	62 300	393.2
		%	3.81	0	4.48	0	0.41	20.3	3.84
	13	S, км ²	18 461	—	—	—	—	18 300	161.1
		%	1.05	0	0	0	0	5.96	1.58
	14	S, км ²	11 307	—	—	—	—	10 960	347
		%	0.64	0	0	0	0	3.57	3.4
	15	S, км ²	16 248	—	—	—	—	12 030	4218
		%	0.92	0	0	0	0	3.92	41.3
	16	S, км ²	5095	—	—	—	—	—	5095
		%	0.29	0	0	0	0	0	49.88

кое расчленение (до 1000 м), сейсмичность до 8 баллов и широкий спектр опасных геоморфологических процессов. В приводораздельных частях здесь описаны сейсмогенные трещины [26], многочисленны следы сейсмообвалов. Общая потенциальная напряженность Токинского Становика равна 10 условным баллам.

Баджалский хребет, расположенный на стыке Буреинского платформенного массива и Сихотэ-Алиньской складчатой области, также относится к зоне 8-балльных землетрясений. В историческое время здесь имели место сейсмооползни, образовавшие подпрудные озера в долинах притоков р. Герби. Глубина эрозийного расчленения приближается к 1000 м. Баджал лежит на пути муссонов, что определяет выпадение здесь более 1000 мм осадков в год, с которыми связаны летние паводки на реках и

снежные лавины в горах зимой. Общая потенциальная напряженность в центральной части хребта также достигает 10 условных баллов.

Анализ распределения напряженности геоморфологических процессов в целом по исследуемой территории (рис. 2) показывает близкое к нормальному распределению площадей с разным количеством условных баллов при максимальной распространенности 6–8-балльных территорий, занимающих в сумме около половины всей площади (52%). Потенциально катастрофические участки (более 15 баллов) составляют около 0.3% исследуемой территории (5.1 тыс. км²), но для отдельных регионов, таких как Курильские о-ва, их доля возрастает до 50% (таблица). Участки с чрезвычайно высокой напряженностью (10–15 баллов) распространены на 15.2% территории (26.9 тыс. км²), с высокой напряженностью (5–9 баллов) – на 76.2% (1345.9 тыс. км²), а с низкой напряженностью (менее 5 баллов) покрывают всего около 8.3% территории (146.1 тыс. км²).

Рассматривая закономерности распределения площади региона напряженности, следует отметить, что по характеру кривых наиболее близки к общему распределению регионы 1 (Приамурье) и 4 (Северное Приохотье), с пиковыми значениями в интервале 6–8 баллов. Оценивая регионы по максимальной распространенности той или иной балльной категории можно определить следующую последовательность: Западное Приохотье (максимальная распространенность 5-балльных территорий) – Приамурье (6-балльных) – Северное Приохотье (8-балльных) – Сахалин (10-балльных) – Камчатка (12-балльных) – Курилы (16-балльных). По экстремальным проявлениям последовательность примерно та же, но менее выраженная. По минимальным значениям напряженности на первом месте регионы Приамурья и Северного Приохотья (3 балла), на втором – Западное Приохотье (4 балла), далее Камчатка (5 баллов), Сахалин (6 баллов) и Курилы (12 баллов). По максимальным значениям лидируют Курильские острова (16 баллов), далее по нисходящей – Камчатка (15 баллов), Северное Приохотье и Сахалин (по 12 баллов), Западное Приохотье и Приамурье (по 10 баллов).

Заключение

Результаты проведенных работ позволили выделить в пределах территории высокого риска развития опасных эколого-геоморфологических ситуаций Дальнего Востока России (по [5]) участки с различной потенциальной напряженностью геоморфологических процессов, величина которой колеблется от 3 до 16 условных баллов и зависит от глубины расчленения территории, ее сейсмичности, количества осадков и наличия многолетнемерзлых толщ рыхлых отложений.

Исследования подтвердили выдвинутую ранее гипотезу о нарастании природно-обусловленной напряженности процессов рельефообразования территории СЗ сектора Притихоокеанья с запада на восток [21]. Так, потенциальная напряженность процессов Западного Приохотья была оценена в 7–10 условных баллов, Сахалина – в 10–12, Восточной Камчатки – уже в 13–15, а отдельных островов Курильской гряды – в 16 баллов.

Спорным моментом применяемой методики может показаться тот факт, что участки, подверженные наводнениям (например, Среднеамурская депрессия, Амуро-Зейская равнина) на данной карте нередко оценены как территории низкой потенциальной напряженности геоморфологических процессов, т.е. с низким риском развития геоморфологических катастроф. Действительно, на юге Дальнего Востока наводнения являются одним из наиболее широко распространенных экстремальных явлений [27]. Однако необходимо понимать, что мы оцениваем не риск развития катастрофических природных процессов в целом, а лишь риск развития опасных и катастрофических геоморфологических процессов. А с точки зрения активизации геоморфологических процессов, паводки особенно опасны в горных долинах, т.к. подъем воды здесь идет очень быстро и мощь потоков чрезвычайно высока и, в результате, нередко происхо-

дит практически полное переформирование днищ, а иногда и бортов долин – с уничтожением фрагментов поймы и террас, подмывом коренных бортов, образованием новых участков русел. На равнинных участках и в межгорных впадинах эрозионные процессы чередуются с аккумуляцией рыхлого материала, причем нередко последние доминируют. Здесь, безусловно, наиболее значительный ущерб хозяйству причиняет сам факт затопления территории водой.

В данной статье мы остановились только на природно-обусловленной напряженности геоморфологических процессов, пространственное распределение которой само по себе представляет большой интерес. Однако не секрет, что антропогенное воздействие является одним из действенных “спусковых механизмов” и приводит к резкой активизации опасных геоморфологических процессов. Сведение лесов на склонах, строительство линейных сооружений, плотин, добыча полезных ископаемых – все это провоцирует склоновые процессы, сход лавин и селей, изменяет динамику поверхностного стока и др. Очевидно, что последствия разнообразных техногенных воздействий в районах интенсивного освоения наиболее опасны и часто непредсказуемы (из-за сложного взаимодействия многих факторов) именно в зонах повышенной природно-обусловленной напряженности геоморфологических процессов. Дальнейший учет данных по характеру и интенсивности антропогенного (техногенного) воздействия позволит дать рекомендации по ограничению тех или иных видов природопользования в таких зонах и выбрать меры защиты от возможных катастроф.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лебедева Е.В. Принципы составления карты напряженности геоморфологических процессов окраинно-континентальных горных систем Дальнего Востока // Геоморфология и картография / М-лы XXXIII Пленума Геоморфологической комис. РАН. Саратов: Изд-во СГУ, 2013. С. 507–511.
2. Лебедева Е.В. Природные и техногенные предпосылки напряженности геоморфологических процессов Анд // Геоморфология. 2013. № 4. С. 48–61.
3. Гаврилов А.А. Роль разрывных нарушений в формировании береговых линий Охотского и Японского морей (ст. 1. Региональный аспект исследований) // Геоморфология. 2009. № 3. С. 38–49.
4. Карта современной динамики рельефа Северной Евразии (в пределах России и сопредельных стран). М-б 1:5000000 / В.М. Котляков. М.: ИГ РАН, 2003.
5. Карта “Степень эколого-геоморфологической опасности современных рельефообразующих процессов”. М-б 1:8000000 / В.М. Котляков. М.: ИГ РАН, 2006.
6. Александров С.М., Ионин А.С. Геоморфологическая контрастность подводных окраин Азии // Геоморфология. 1999. № 2. С. 3–11.
7. DeMets C., Gordon R.G., Argus D.F., Stein S. Current plate motions // Geophys. Journ. Int. 1990. V. 101. P. 425–478.
8. Уфимцев Г.Ф. Тектонический анализ рельефа (на примере Востока СССР). Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984. 184 с.
9. Ufimtsev G.F. The continental rejuvenated mountain belts // Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria. 1994. V. 17. P. 87–101.
10. Лебедева Е.В. Катастрофические геоморфологические процессы в приморских районах Западного Приохотья // Геоморфология. 1995. № 4. С. 35–42.
11. Александров С.М. Контрастность морфоскульптур подвижных поясов // Геоморфология. 1992. № 4. С. 3–13.
12. Александров С.М. Нелинейность рельефообразующих процессов и экстремальные ситуации. М.: РФФИ, ИГ РАН, 1996. 112 с.
13. Солоненко В.П. Землетрясения и рельеф // Геоморфология. 1973. № 4. С. 3–13.
14. Жидков М.П. Поперечные морфоструктурные линейменты Анд // Геоморфология. 1981. № 2. С. 47–54.
15. Рациман Е.Я., Гласко М.П. Морфоструктурные узлы – места экстремальных природных явлений. М.: Медиа-ПРЕСС, 2004. 223 с.

16. Кожурин А.И. Активная геодинамика северо-западного сектора Тихоокеанского тектонического пояса (по данным изучения активных разломов): Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. М.: ИФЗ РАН, 2013. 46 с.
17. Кожурин А.И., Трифонов В.Г. Молодые сдвиги периферии Тихого океана // Геотектоника. 1982. № 2. С. 3–18
18. Уломов В.И., Шумилина Л.С. Комплект новых карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации // Сейсмостойкое строительство. 1998. № 4. С. 30–34.
19. Уломов В.И. Общее сейсмическое районирование территории Российской Федерации – ОСР-2012 // Вопр. инженерной сейсмологии. 2013. Т. 4. № 4. С. 5–20.
20. Короткий А.М. Террасовые ряды речных долин Сихотэ-Алиня (условия формирования, возраст и корреляция) // Геоморфология. 2004. № 1. С. 64–78.
21. Готванский В.И., Лебедева Е.В. Влияние природных и антропогенных факторов на напряженность геоморфологических процессов на Дальнем Востоке // Геоморфология. 2010. № 2. С. 26–36.
22. Горелов С.К., Тимофеев Д.А. Эколого-геоморфологические карты Северной Евразии. Краткая объяснительная записка. М.: ИГ РАН, 2007. 12 с.
23. Горелов С.К. О проблеме эколого-геоморфологического картографирования (на примере территории Северной Евразии) // Геоморфология. 2008. № 2. С. 61–66.
24. Тимофеев Д.А., Былинская Л.Н. Карта оценки эрозионной опасности рельефа СССР // Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях. М.: Изд-во МГУ, 1987. С. 24–25.
25. Казаков Н.А. О возможном механизме образования сейсмогенных лавин // М-лы гляциологич. исследований. 2000. Вып. 88. С. 102–106.
26. Готванский В.И. Следы современных тектонических движений в юго-западной части Джугджура // Регион. и прикладная геоморфология Приамурья: вопр. геогр. Дальнего Востока. Хабаровск: ХабКНИИ, 1977. № 18. С. 49–56.
27. Опасные природные процессы Дальневосточного региона России / В.В. Разумов, А.П. Притворов. М.: Дизайн. Информация. Картография, 2008. 342 с.

Поступила в редакцию 30.04.2014

DUE-TO-NATURAL TENSITY OF GEOMORPHOLOGIC PROCESSES IN THE RUSSIAN FAR EAST

E.V. LEBEDEVA, S.V. SHVAREV, V.I. GOTVANSKY

Summary

A map of dew-to-natural “tensity” of geomorphologic processes in the scale 1 : 8000 000 on the territory of the Russian Far East was compiled. The “tensity” is the readiness of geomorphologic system to come out of the equilibrium state and risk of the catastrophic processes rise under the action of external and/or internal forces. Zones with different tensity of geomorphologic processes were distinguished; the tensity value ranges from 3 to 16 balls in the region and depends on the degree of ecologic hazard of contemporary geomorphic processes, depth of dissection, seismicity, precipitation, and presence of thick loose permafrost. The early stated supposition about increasing of the nature-defined tensity of geomorphologic processes in the North-Western Pacific Ocean coast area from West to East was confirmed. Thus, processes tensity of the Western Okhotsk Sea coast was estimated at 7–10 points, in the Sakhalin – 10–12, in the Eastern Kamchatka – 13–15, and in some Kuril Islands – at 16 points.

An analysis of the areas with different tensity showed near-normal distribution of this parameter with the maximum at 6–8 points; corresponding areas occupy about half of the territory (47%). Potentially catastrophic areas (over 15 points) occupy near 0.3% of studied territory, but in certain regions such as the Kurils, their rate rise up to 49%. Sites with very high intensity (10–15 points) occupy 15.2% of the territory, sites with high intensity (5–9 points) – 76.2% , sites with low intensity (less then 5 points) cover just near 8.3% of the territory.