

Б. П. Важенин

(Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН;
e-mail: vazhenin.bp@mail.ru)

АКТИВИЗАЦИЯ-ОБВАЛЬНО-ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРИМАГАДАНИЕ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

В начале XXI века в Примагаданье обнаружено и изучено полевыми и дистанционными методами – с использованием интернет-сервисов Google Earth и SASPlanet – множество современных обвалов, оползней и селей; выполнена их классификация по геолого-геоморфологической позиции и генезису; изложена гипотеза о причине резкой активизации склоновых процессов вследствие потепления климата.

Ключевые слова: обвалы, оползни, сели, палеосейсмодислокации, потепление климата, Магадан.

В начале XXI века в Магадане и его окрестностях обнаружено и изучено немало оползней, обвалов и селей [1-6] (рис. 1). Их большое количество, в сравнении с почти полным отсутствием подобной информации в прошлом, воспринимается как резкая геоморфологическая аномалия. Активизация склоновых процессов уже реально угрожает городской и транспортной инфраструктуре.

Все выявленные обвалы и оползни подразделяются в пределах характеризуемой территории по месту их возникновения, а точнее по геолого-геоморфологической позиции, на несколько групп:

1а – морских неустойчивых к размыву берегов;

1b – морских скальных берегов;

2а – склонов вне действия абразии, техногенно модифицированных;

2b – склонов вне действия абразии и техногенного влияния.

Группа 1а – морских неустойчивых к размыву берегов. Она включает несколько десятков обвалов, оползней, селей, возникших на обрывистых берегах магаданских бухт (Нагаева, Гертнера, Весёлая). Эти береговые обрывы высотой до 20-60 м сложены преимущественно слабо литифицированными супесями и суглинками нагаевской толщи миоцена [7]. Их подножья регулярно подвергаются воздействию волноприбойной деятельности при высоких – сизигийных – уровнях неправильных полусуточных приливов. Скорость размыва прибоем таких морских берегов, выполненных осадочными породами низкого – IV класса устойчивости (по Ю.Д. Шуйскому и Г.А. Симеоновой [8]), достигает 5-8 м в год. Реальная скорость абразионного отступления восточного берега бух. Нагаева ниже – около 1-2 м в год (рис. 2).

На Восточном нагаевском клифе изучено 7 сравнительно крупных обвалов и оползней объёмами от сотен кубометров до 14 тыс. м³, выявленных за период полустационарных наблюдений с 2002 по 2010 гг. [1] (рис. 3).

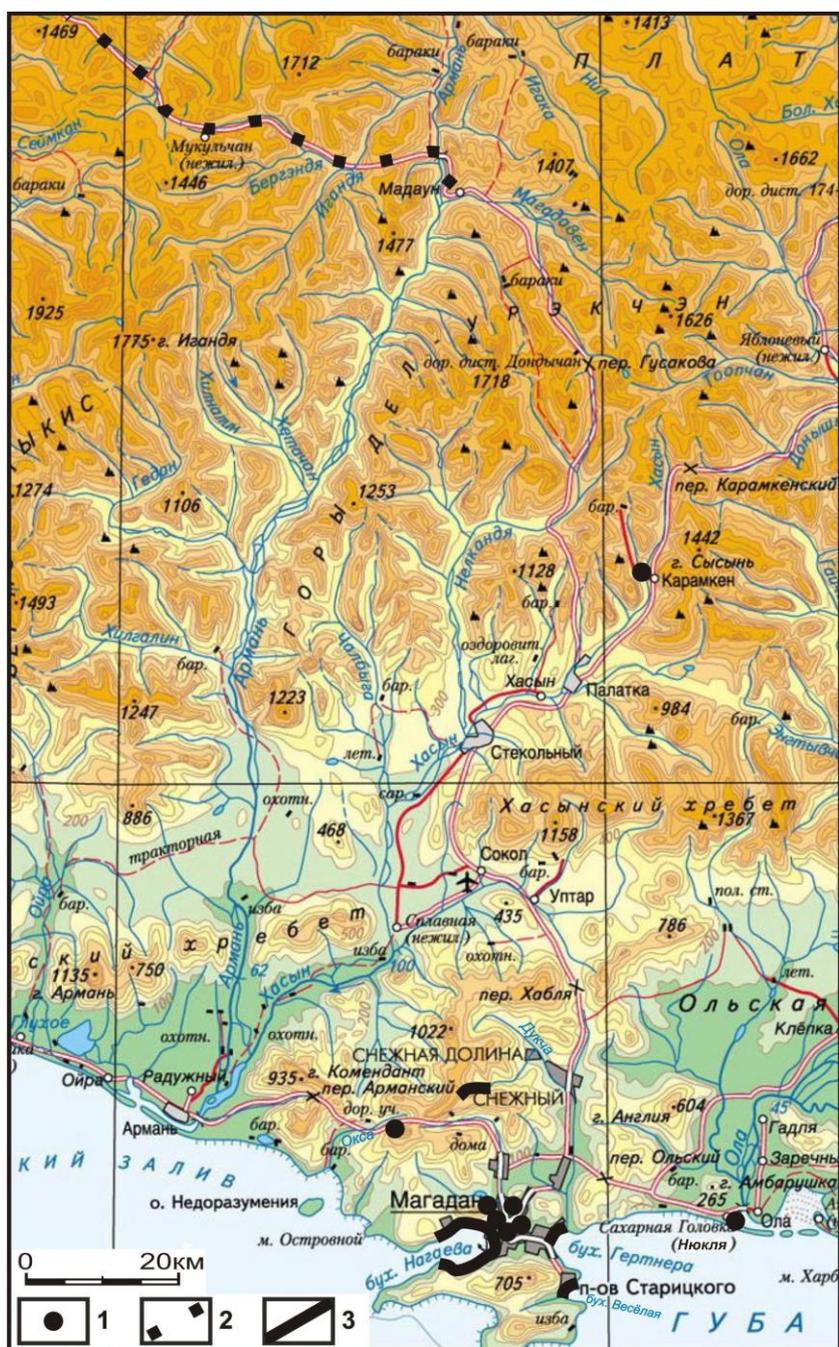


Рис. 1. Локализация обследованных обвально-оползневых и селевых участков в Приморье:

- 1 – отдельные оползни и обвалы в Магадане и окрестностях и место селевого прорыва плотины хвостохранилища Карамкенского ГОКа в 2009 г. [6];
- 2 – серия малых оползней-осовов с горных склонов на Тенькинской автотрассе на участке пос. Мадаун – р. Кулу;
- 3 – серии обвалов и оползней на берегах бухт Нагаева, Гертнера, Весёлая и в Дукчинских горах

Рис. 2. После сильного шторма осенью 2008 г. в нижней части Нагаевского клифа была выработана феноменальная волноприбойная ниша высотой до 1,5-3 м, глубиной около 1-1,5 м и длиной до 2 км. Причём, смёрзшийся к началу зимы осыпной и оползневой склоновый чехол (мощностью в первые дециметры) почти повсеместно удержался над ней в виде длинных пластин-козырьков. В течение двух последующих лет шло отступление склона с его выполаживанием за счет схода малообъёмных (кубометры) обрушений, оползней, осыпей, оплывин





Рис. 3. Два из семи обвалов и оползней, сошедших с Восточного клифа (берегового обрыва) бух. Нагаева за период полустационарных наблюдений с 2002 по 2010 гг. [1]:

а – обвал-оползень НК-0,00075 – объёмом около 750 м^3 , образовавшийся в октябре 2003 г.; *б* – НК-0,014 оползень объёмом около $14\,000 \text{ м}^3$, возникший осенью 2006 г. 1 – тело оползня; 2 – ниша отрыва. Объём $14\,000 \text{ м}^3$ имеет куб с ребром 24 м – с 8-этажный дом. Эти оползни, как и многие другие, уже размыты прибоем, и их материал перенесён на морское дно

Четыре оползня из семи (в том числе и самый крупный – НК-0,014) образовались осенью, два – весной и только один – летом (рис. 4). Из этого следует, что в провоцировании крупных склоновых смещений здесь, по-видимому, решающую роль играют сезонные промерзания и оттаивания верхнего слоя грунта берегового склона, вызывающие многократные изменения его объёма в период частых весенних и осенних переходов температуры грунта через $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

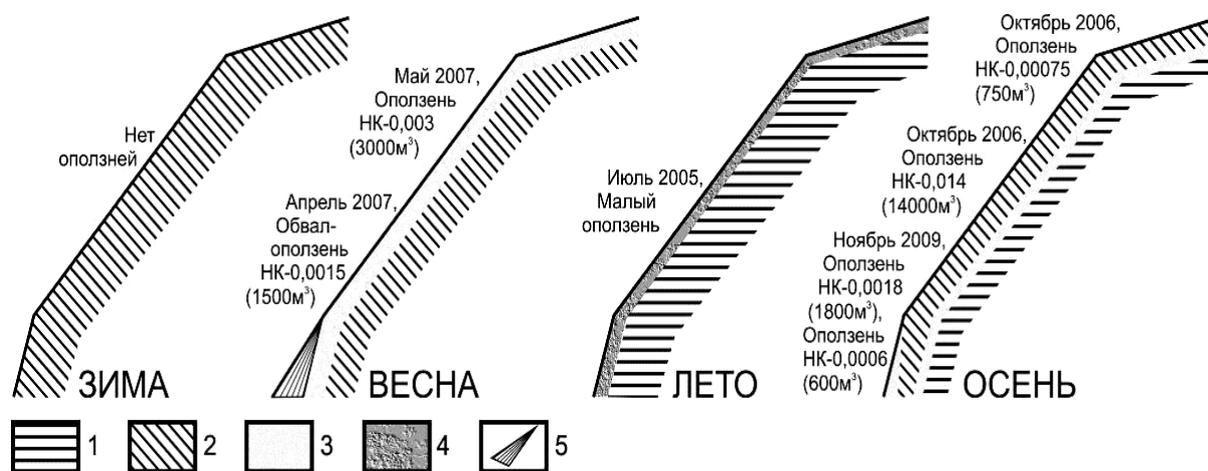


Рис. 4. Распределение по сезонам (за период 2002-2010 гг.) схода крупнообъёмных (более первых сотен м^3) обвалов и оползней с Восточного нагаевского клифа:

1 – коренной грунт Нагаевской толщи (слабо сцементированные преимущественно супеси и суглинки); 2 – замерзающий зимой поверхностный слой грунта на склоне; 3 – талый весной и осенью слой грунта; 4 – размокающий летом поверхностный слой грунта; 5 – обвалочно-оползневой и осыпной шлейф у подножья клифа

Летом 2014 г. в Примагаданье за несколько дней выпало 175 мм осадков, что составило более трёх месячных норм. Это вызвало сход около 30 оползней размерами до $50\text{-}120 \text{ м}$ (вместе с нишами отрыва) на берегах магаданских бухт Нагаева, Гертнера, Весёлая, сложенных отложениями нагаевской толщи.

Группа 1b – морских скальных берегов. После ливней 2014 г. с южного и северного берегов бух. Нагаева, сложенных гранитоидами магаданского батолита мелового возраста, сошло около двух десятков оползней типа осовов и селеподобных каменных лавин с глубиной захвата грунта в пределах мощности глыбово-щебнистого склонового чехла (рис. 5).

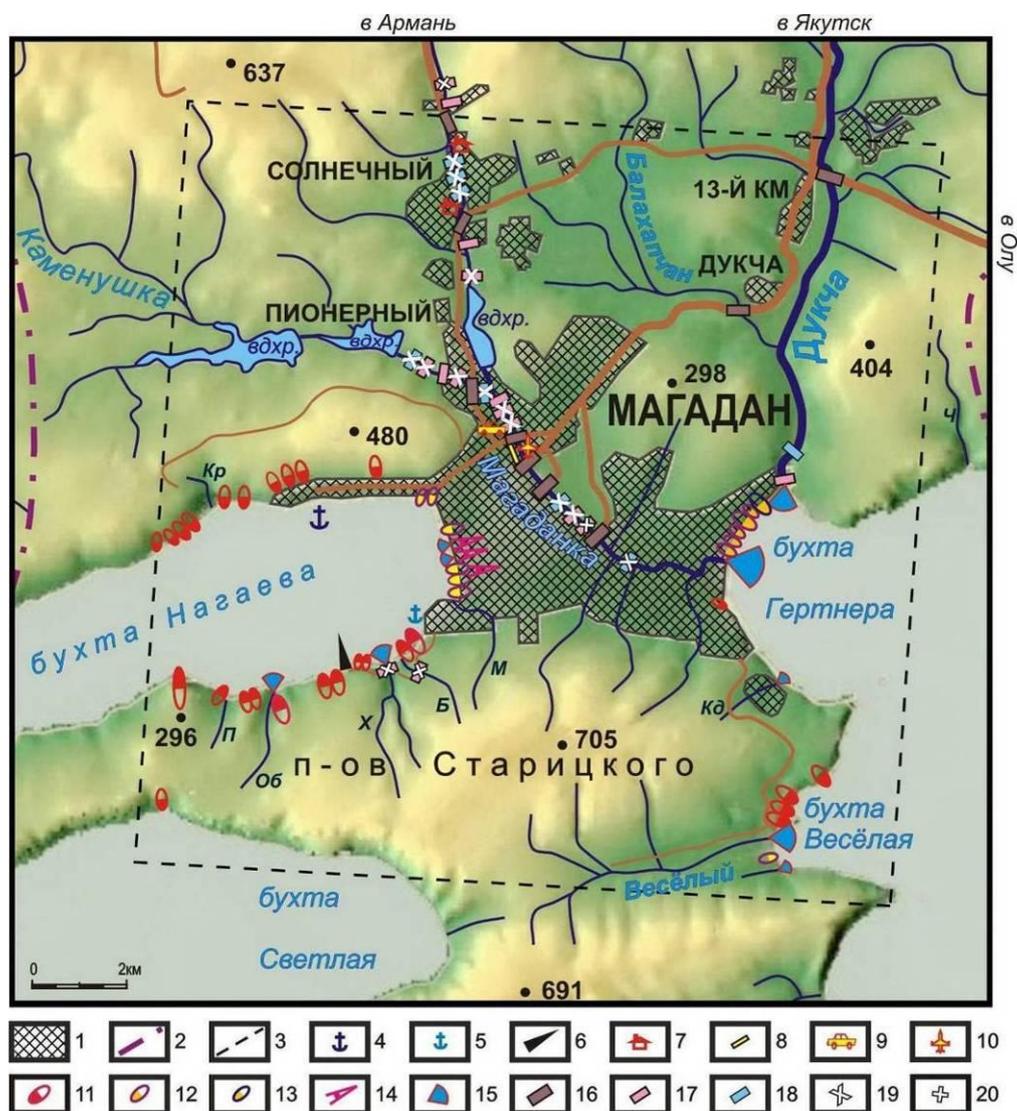


Рис. 5. Южная ("центральная") часть территории г. Магадан, наиболее пострадавшая от экстремальных ливней летом 2014 г.:

- 1 – застроенная часть города с пригородными и дачными посёлками; 2 – фрагменты административных границ города; 3 – участок, на который в интернет-сервисе *Google Earth* размещены крупномасштабные космоснимки с датами до и после ливней; 4 – морской торговый порт; 5 – рыбный порт; 6 – каменный мол; 7 – частные жилые дома и дачные домики, разрушенные водной эрозией; 8 – частные гаражи (около 20 шт.), смытые рекой; 9 – автостоянка с подтопленными и частично снесенными в реку автомобилями; 10 – разрушенный музей военной техники; 11 – оползни и обвалы-оползни со скальных склонов; 12 – оползни со склонов, сложенных алевролитами и аргиллитами миоценовой нагаевской толщи; 13 – селевые выносы; 14 – новообразованные или резко увеличившиеся после ливней овраги; 15 – устьевые конусы выноса и подводные дельты, возникшие или заметно изменившиеся после паводка; 16 – мосты на магистральных автодорогах; 17 – мосты на второстепенных автодорогах; 18 – пешеходные мосты; 19 – полностью разрушенные паводком мосты; 20 – сильно поврежденные паводком мосты;
- Кр – руч. Корейский, Ч – руч. Чёрный, П – руч. Подвечный, Об – руч. Обручальный, Х – руч. Холодный, Б – руч. Берёзовый, М – руч. Марчекан, Кд – руч. Кедровый Ключ

Крупнейший из них, сорвавшийся с г. Каменный Венец в бухту Нагаева, имел вид обвала-оползня, каменной лавины и даже селя (рис. 6). Длина его – вместе с нишей отрыва – около 480 м по падению склона. Менее крупные оползни длиной до 90-230 м возникли вблизи устьев ручьев Обручальный, Подвенечный, Холодный Берёзовый, у каменного мола и торгового порта [2].



Рис. 6. Оползни на скальном берегу бух. Нагаева, сошедшие после ливней 2014 г.

Малый скальный обвал объёмом в десятки кубометров без видимых причин сорвался летом 2016 г. с невысокого (до 40 м) обрыва над Ньюклинской косой у пос. Ола во время празднования там эвенского нового года "Бакалдыдяк" (рис. 7). При этом, к счастью, никто не пострадал.



Рис. 7. Малый обвал каменных глыб (в правой части панорамы), сошедший летом 2016 г. с обрыва над Ньюклинской косой во время празднования эвенского нового года "Бакалдыдяк". В 26 км к востоку от Магадана (по прямой). Фото 4 августа 2016 г.

Группа 2а – склонов вне действия абразии, техногенно модифицированных. Небольшой оползень объёмом до первых десятков кубометров, сошел на Арманскую автотрассу в бас. р. Окса в августе 2016 г. (рис. 8)



Рис. 8. Небольшой оползень-осов, перегородивший Арманскую автотрассу в бассейне р. Окса в августе 2016 г., в 18 км к западу от центра Магадана. Фото 29 августа 2016 г.

Обвал-оползень объёмом около 40 тыс. м³ обрушился 17 октября 2016 г. на Портовое шоссе у причалов Портофлота (рис. 9). Его тело сложено валунным суглинком, залегающим на коренных гранитоидах магаданского батолита и перекрытым курумным чехлом. Высокая вероятность новых крупных и малых обрушений грунта на этом участке, угрожающая разрывом Портового шоссе, вынуждает перенести его на 60-70 м южнее – в сторону моря, на территорию Портофлота.

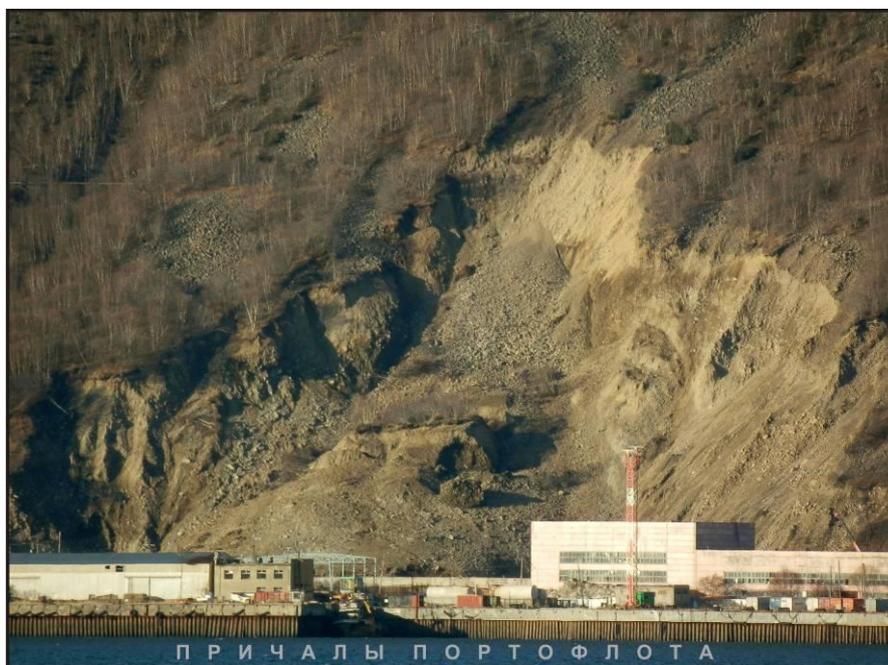


Рис. 9. Обвал-оползень Портофлот-40 объёмом около 40 тыс. м³ (60×60×12=40 000, по усреднённым размерам), сошедший на Портовое шоссе 17 октября 2016 г. Такой объём имеет куб с ребром 34 м, это более высоты 11-этажного дома. Фото 17 октября 2017 г.

В разных частях г. Магадана (с двух сторон дома № 38 по ул. Портовой, у Магаданского политехникума, у дома № 10 по ул. Колымской, у дома № 27 А по ул. Новой) деформированы бетонные подпорные стенки в результате оползания склонового грунта под действием его пучения от переувлажнения и промерзания (рис. 10).



Рис. 10. Место обрушения в 2006 г. железобетонной подпорной стенки в Моргородке у дома № 38 по ул. Портовой.
Другая подпорная стенка разрушена во дворе этого дома

По свидетельству Н.Е. Докучаева и В.Б. Докучаевой [4], в 2013 г. с горных склонов вдоль Тенькинской автотрассы (но не подрезанных ею) на участке пос. Мадаун – р. Кулу (115-320 км к северо-западу от Магадана) сошло из-за дождевого переувлажнения не менее 30 малых оползней в виде осовов.

Группа 2b – склонов вне действия абразии и техногенного влияния.
В результате землетрясения 26 декабря 2009 г. магнитудой лишь 4,7, в Дукчинских горах (в административных границах города) возник компактный рой из 7 каменных лавин длиной от 70 до 1 270 м (рис. 11).

Изученные склоновые деформации в Магадане и его окрестностях подразделяются *по генезису* на:

- а) абразионно-криогенные (на обрывах бухт Нагаева, Гертнера, Весёлой);
 - б) криогенные (Портофлот-40);
 - в) весеннего и летнего переувлажнения (на обрывах бухт Нагаева, Гертнера, Весёлой, на Тенькинской автотрассе);
 - г) техногенно спровоцированные (Портофлот-40, малый оползень на Арманской автотрассе в бас. р. Окса);
- склонового чехла;
- д) сейсмогенные (рой дукчинских каменных лавин 2009 г.).

Реальная это активизация склоновых процессов или мнимая, например, обусловленная тем, что раньше на такие малые (в сравнении с крупными и огромными палеосейсмообвалами [9]) современные оползни и обвалы просто не обращали внимания? Представляется, что, всё-таки, верно первое предположение. Тогда возникает новый вопрос: "чем обусловлена такая активизация"? На этот случай имеются два взаимосвязанных предположения: 1) глобальным потеплением климата, в связи, с чем ослабевает "консервирующее" действие мерзлоты на смещение склоновых масс; 2) повышением уровня Мирового океана, вызванным глобальным (или не глобальным, но всё же, реальным) потеплением, усиливающим абразию.



Рис. 11. Западный фланг группы (роя) каменных лавин, возникших после землетрясения 2009 г. [3]:

- 1 – вершины глыбовых лавин сошедших по сеймотектоническим трещинам и их длина в метрах; 2 – контур палеосейсмообвала Снежжа-0,1 объемом 100 тыс. м³;
3 – трасса смещения обвала; 4 – контуры пролювиально-селевых конусов выноса;
5 – разломы, выраженные в рельефе, без видимого смещения по ним; 6 – сбросовые уступы

Сход обвалов и оползней уже не раз реально угрожал разрывом транспортной связи Магаданской области и северо-востока Якутии с Магаданским торговым портом (на Портовом шоссе у Моргородка и у причалов Портофлота); осложнением движения по Арманской и Тенькинской автотрассам; создавал угрозу жизни людей на пляжах Нюклинской косы и бухты Нагаева. Их действием сокращаются территории видовой площадки, частных огородов по Приморскому переулку. Под угрозой оползания находится береговой блок, на котором расположена Областная инфекционная больница, а также опоры новой ЛЭП-35. Тенденция к дальнейшему сохранению и даже росту обвально-оползневой активности сохраняется.

Осознаваемая уже всеми опасность активизации склоновых процессов, особенно очевидная в береговой зоне бух. Нагаева, побуждает городскую и областную администрацию к действиям по берегоукреплению. С этой целью разрабатываются проекты по защите берегов, строений и коммуникаций от обвально-оползневой деструкции. Все три, предлагавшиеся в течение двух последних лет, проекта нацелены на устранение лишь волноприбойного воздействия на склон и ослабление склоновой эрозии. Но, ни один из них не способен противостоять действию морозного и влажностного пучения грунтов, как важнейшему фактору провоцирования обвалов и оползней, и, тем более, сейсмичности, которая представляет собой, хотя и редко проявляющуюся, но постоянную угрозу всей инфраструктуре, включая и недостаточно надёжные берегозащитные сооружения. Все эти защитные устройства напоминают заплатки, накладываемые на прорехи в ветхой ткани. При этом они локализованы только на малом отрезке берега у дома № 38 по Портовой ул. в Моргородке. Защита всех остальных протяжённых (около 3 км) участков обвально-оползневых берегов бухты Нагаева в этих проектах совершенно не предусмотрена.

Автор предлагает защитить берега посредством отсыпки в прибрежье волноломов и искусственной террасы, а Портовое шоссе проложить по этой террасе в обход сразу двух современных обвалоопасных участков: у Моргородка и причалов Портофлота. Подробное описание проблемы берегоукрепления в бух. Нагаева предполагается сделать в следующих статьях.

Литература

1. *Важенин Б. П.* Морфодинамика берегов бухты Нагаева (Охотское море) // Геоморфология, 2012. № 4. С. 45-53.
2. *Важенин Б. П.* Экологические и техносферные последствия экстремальных ливней 2014 г. в г. Магадан // Технологии техносферной безопасности. Вып. 2 (60). 2015. С. 263-276. <http://academygps.ru/ttb>.
3. *Важенин Б. П.* О минимальной силе землетрясений, вызывающей сейсмодетонации // Технологии техносферной безопасности. Вып. 3 (61). 2015. С. 290-299. <http://academygps.ru/ttb>.
4. *Докучаев Н. Е., Докучаева В. Б.* Массовый сход оползней вдоль Тенькинской трассы (Магаданская область) в 2013 г. // Чтения памяти академика К.В. Симакова: матер. всеросс. научн. конф. Магадан: ООО "Типография", 2015. С. 78-80.
5. *Глотова Л. П.* Активизация опасных инженерно-геологических процессов на Северо-Востоке России при глобальном потеплении климата // Геология, география, биологическое разнообразие и ресурсы Северо-Востока России: матер. III всеросс. конф., посвященной памяти А.П. Васильковского и в честь его 105-летия. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2016. С. 42-44.
6. *Моторов О. В., Гулый С. А.* Учёт опыта аварии карамкенского хвостохранилища в современных проектах накопителей отходов в условиях криолитозоны // Матер. XI междунар. симпозиума по проблемам инженерного мерзлотоведения. Якутск: изд-во ин-та мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН. 2017. С. 279.
7. Стратиграфический словарь СССР. Палеоген, неоген, четвертичная система. Л.: Недра, 1982. 616 с.
8. *Каплин П. А., Леонтьев О. К., Лукьянова С. А., Никифоров Л. Г.* Берега. М.: Мысль, 1991. 479 с.
9. *Важенин Б. П.* Принципы, методы и результаты палеосейсмогеологических исследований на Северо-Востоке России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2000. 205 с.

Материал поступил в редакцию 4 октября 2017 г.

Для цитирования: *Важенин Б. П.* Активизация-обвальнo-оползневых процессов в Примагаданье в начале XXI века // Технологии техносферной безопасности. – Вып. 3 (79). – 2018 – С. 36-46. DOI: 10.25257/TTS.2018.3.79.36-46.

B. P. Vazhenin

THE COLLAPSE AND LANDSLIP PROCESSES ACTIVATION WITHIN MAGADAN REGION IN 21ST CENTURY

Many new rockfalls, landslides and mudflows have been registered and studied by virtue of field and remote sensing methods, and using the Google Earth and SASPlanet systems in the territory of Magadan Region since the beginning of the 21st century. Slope destruction processes are reported as becoming more intense and much hazardous for the city and road infrastructures.

All registered rockfalls and landslides are distinguished by their geology and geomorphology into the following types: 1a – sea coastal sequences non-resistant to sea wave's action; 1b – sea cliffs; 2a – industrially modified slopes not subject to abrasive processes; 2b – non-industrial slopes not subject to abrasive processes.

By their character, all gravitational deformations are classified as abrasive-cryogenic, cryogenic, also those caused by excessive wetting in spring and summer time, and industrial and seismic ones.

Since 2002 through 2016, major coastal rockfall and landslide events reveal the following seasonal distribution: 62,5 %, 25 % and 12,5 % in fall, spring and summer time respectively (many frequent small landslides caused by heavy showers in 2014 and seismic rock falls in 2009 are not included). Proceeding from this, we can conclude that major slope processes are basically caused by seasonal freeze-and-thawing processes within the upper layers of coastal slopes, the results of which are repeated changes in slope's size in spring and fall seasons, when soil temperatures often come from below to above zero values and vice-versa.

The author presents his hypothesis to explain the drastic intensification of slope and coastal processes as due to climate warming effects.

The author has made an assessment of existing shore consolidation projects for Nagaeva Bay and proposes an alternative project of an all-round protection of coastal areas and industrial facilities from slope destruction processes.

Key words: collapse, landslide, mud-stream, paleoseismic dislocation, global warming, Magadan.

References

1. Vazhenin B. P. The morphodynamics of Nagaev bay coasts, the sea of Okhotsk. *Geomorfologiya / Geomorphology RAS*, 2012, no. 4, pp. 45-53 (in Russian).
2. Vazhenin B. P. Environmental and industrial consequences of disastrous showers in Magadan area in 2014. *Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti / Technology of Technosphere Safety*, vol. 2 (60), 2015, pp. 263-276. Available at: <http://academygps.ru/ttb> (in Russian).
3. Vazhenin B. P. The minimum earthquake energy to produce seismic deformations. *Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti / Technology of Technosphere Safety*, vol. 3 (61), 2015, pp. 290-299. Available at: <http://academygps.ru/ttb> (in Russian).
4. Dokuchaev N. E., Dokuchaeva V. B. *Massovyi shod opolznei vdol' Ten'kinskoi trassy (Magadanskaja oblast') v 2013* [Continuous rockslides by Tenkinskaya road in 2013, Magadan Region]. *Chtenija pamjati akademika K.V. Simakova: mater. vseross. nauch. konf.* [Proceed. of the materials of All-Russian Scientific Conference "Readings in memory of academician K.V. Simakova"], Magadan, OOO "Tipografiya" Publ., 2015, pp. 78-80.
5. Glotova L. P. *Aktivizacija opasnyh inzhenerno-geologicheskikh processov na Severo-Vostoke Rossii pri global'nom potepnenii klimata* [High-active industrially hazardous geological processes in North-East Russia in warmer climate conditions]. *Geologiya, geografiya, biologicheskoe raznoobrazie i resursy Severo-Vostoka Rossii: mater. III vseross. konf., posvyashchennoj pamyati A.P. Vas'kovskogo i v chest' ego 105-letiya* [Proceed. of the materials of III All-Russian Conference dedicated to the memory of A.P. Vaskovsky and in honor of his 105th anniversary "Geology, geography, biological diversity and resources of the North-East of Russia"], Magadan, Northeastern Integrated Research Institute of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences Publ., 2016, pp. 42-44.
6. Motorov O. V., Gulyi S. A. *Uchet opyta avarii karamkenskogo hvostohranilisha v sovremennykh proektakh nakopitelei othodov v uslovijah kriolitozony* [Consideration of Karamken Disaster in modern designs of tailing pond structures in permafrost conditions]. *Mater. XI mezhdunar. simpoziuma po problemam inzhenernogo merzlotovedeniya* [Proceed. of the International Symposium on Permafrost Engineering], Yakutsk, Melnikov Permafrost Institute of the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences Publ., 2017. p. 279.
7. *Stratigraficheskij slovar' SSSR. Paleogen, neogen, chetvertichnaja sistema* [Stratigraphic Dictionary of the USSR. The Paleogene, the Neogene, the Quaternary], Leningrad, Nedra Publ., 1982. 661 p.
8. Kaplin P. A., Leont'ev O. K., Luk'janova S. A., Nikiforov L. G. *Berega* [The coasts]. Moscow, Mysl' Publ., 1991, 497 p.
9. Vazhenin B. P. *Principy, metody i rezul'taty paleosejsmogeologicheskikh issledovanij na Severo-Vostoke Rossii* [The Principles, Methods and Results of Paleoseismic Geological Studies in North-East Russia]. Magadan, Northeastern Integrated Research Institute of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences Publ., 2000, 205 p.

For citation: Vazhenin B. P. The collapse and landslide processes activation within Magadan region in 21st century. *Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti / Technology of technosphere safety*, vol. 3 (79), 2018, pp. 36-46 (in Russian). DOI: 10.25257/TTS.2018.3.79.36-46.