

Б.П. Важенин

(Северо-Восточный комплексный НИИ им. Н.А. Шило ДВО РАН;
e-mail: vazhenin.bp@mail.ru)

ПАЛЕОСЕЙСМОДИСЛОКАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ г. МАГАДАН: ФАКТЫ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ (ЧАСТЬ 2)¹

Уточнено строение и размещение многочисленных гравитационных и тектонических палеосейсмодислокаций в административных границах г. Магадан, что позволяет по-новому оценить уровень сейсмической опасности в городе и его окрестностях. Материалы статьи могут быть полезны при решении проблем безопасности техносферы от землетрясений.

Ключевые слова: гравитационные и тектонические палеосейсмодислокации, обвалы, оползни, сбросы расщелины, сейсмический пояс Черского.

B.P. Vazhenin

PALEOSEISMIC DISLOCATIONS IN MAGADAN AREA: THE FACTS AND THEIR INTERPRETATIONS (PART 2)

Clarified the structures and distribution of gravitational and tectonic paleoseismic dislocations in administrative area of Magadan, which allows researchers to re-assess the seismicity danger level in town and its vicinities. The material can be helpful in solving the problems of technosphere safety from earthquakes.

Key words: gravitational and tectonic paleoseismic dislocations, rock fall, rockslide, fault, gap, Chersky seismic belt.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 16 июня 2014 г.

Недавнее дополнительное изучение территории Примагаданья по космоснимкам из интернет-сервиса Google Earth позволило закартировать в пределах Западнотарицкого суброя серию сбросовых уступов на северном склоне г. Марчеканская Сопка (рис. 12), а также несколько небольших обвалов в истоке руч. Озерный. Крупнейшие из них – Чаша-0,16 и Чаша-0,07 – жёстко "привязаны" к склонам с повышенным обвальным потенциалом [1], иссеченным тектоническими дислокациями.

Южнотарицкий суброй

Этот суброй включает 4 обвала объёмами свыше 100 тыс. м³, несколько малых обвалов, резкие сеймотектонические расщелины и сбросовые уступы (рис. 3). Он занимает часть п-ова Старицкого южнее руч. Весёлый. В него входит и близкий по форме к идеальному террасовидный сегментный обвал Восточный-0,3, который прежде рассматривался как отдельная сеймоструктура (рис. 13, 14). Тыльная его грань сложена остроугольными и трещиноватыми

¹ Продолжение статьи "Палеосейсмодислокации на территории г. Магадан: факты (часть 1)" [9]

глыбами, а фронтальный уступ – хорошо окатанными валунами, что свидетельствует в пользу длительного воздействия на обвал волноприбойной деятельности и ледового торошения.

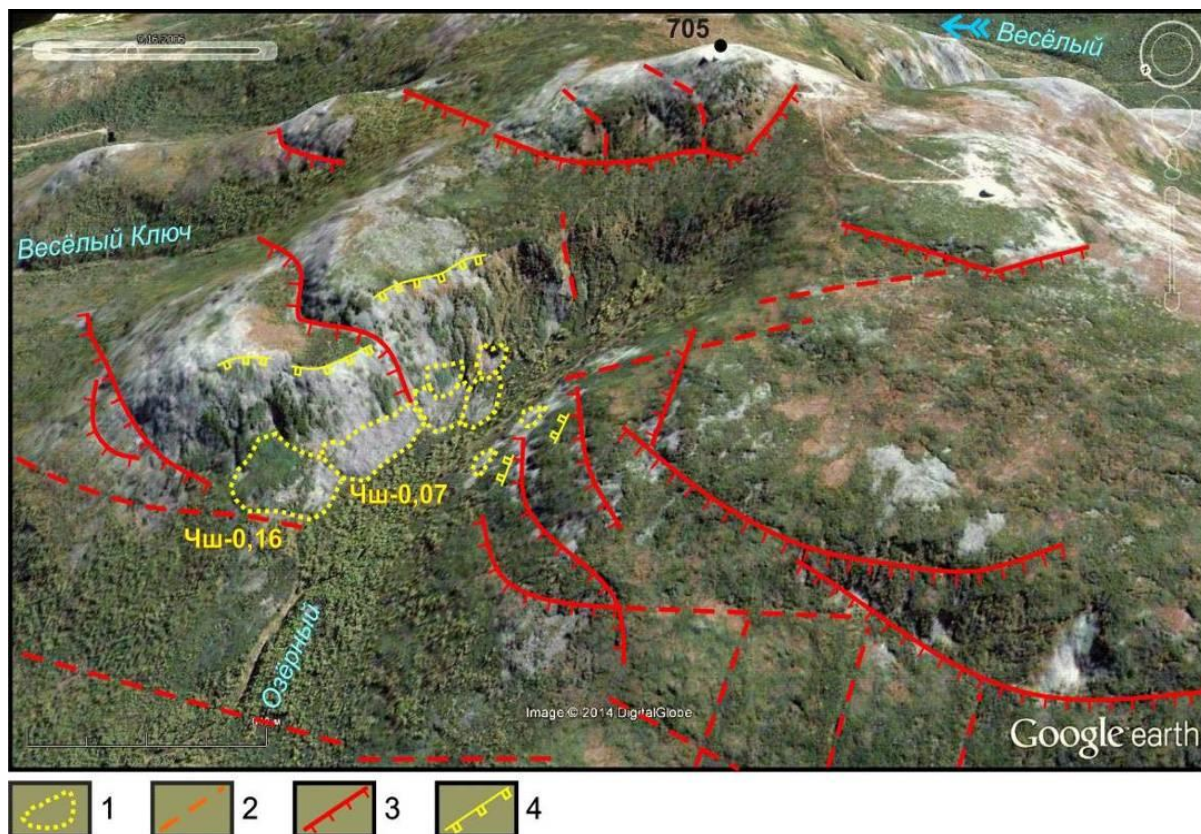


Рис. 12. Деформации северного склона г. Марчечанская Сопка:

1 – контуры скальных обвалов; 2 – свежие, выраженные в рельефе, разломы без видимого смещения по ним; 3 – сбросовые уступы; 4 – бровки стенок срыва обвалов.

Буквами: ЧШ в индексации дислокаций обозначены их названия – Чаша, а цифрами – их объёмы в млн м³

В западной половине Южностарицкого суброия закартированы три глыбовых обвала-потока объёмами от 100 до 700 тысяч кубометров: Южностарицкий-0,1, Южностарицкий-0,4, Светлый-0,7 (рис. 15). Они тесно связаны с хорошо выраженными в рельефе сбросовыми уступами и с аномально многочисленными крупными и резкими расщелинами, пересекающими обрывистые склоны пологовершинного плато, сложенного, как и большая часть п-ова Старицкого, раннемеловыми гранодиоритами и перекрывающими их местами позднеюрскими вулканитами Магаданского батолита.

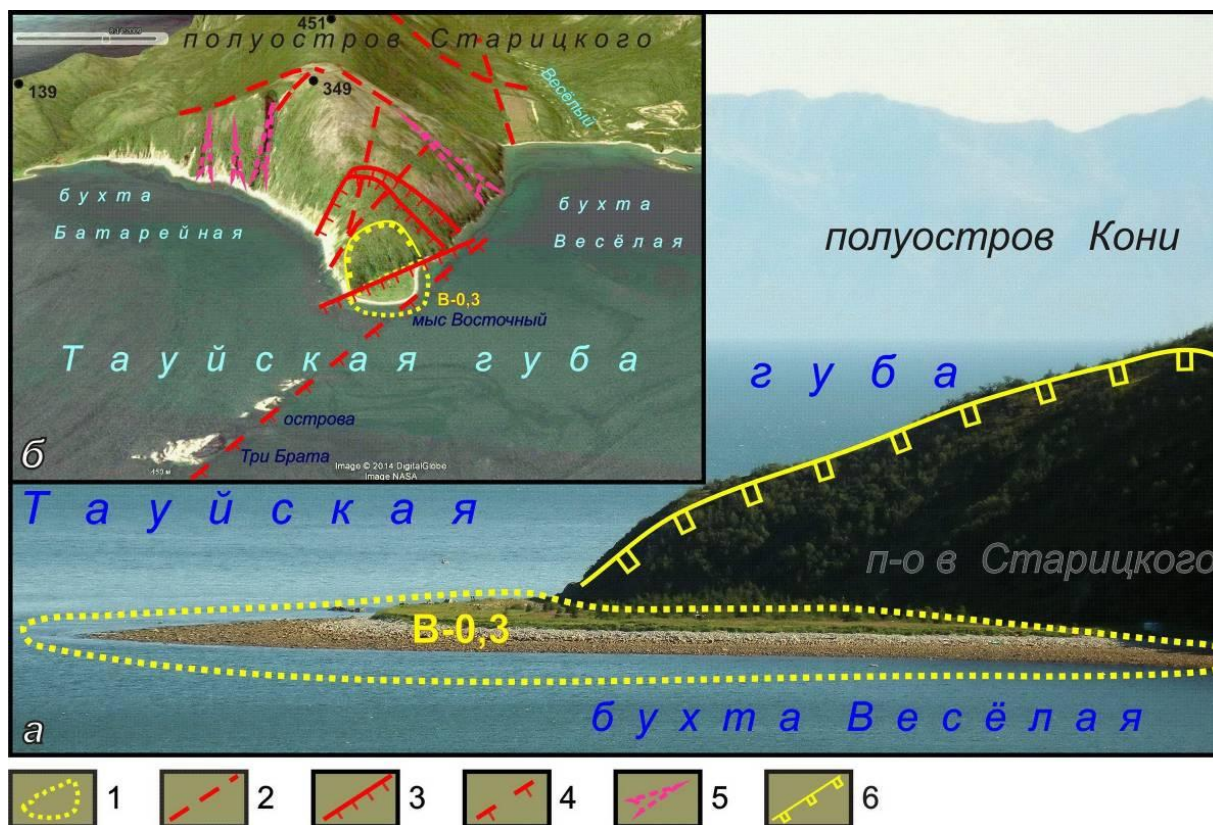


Рис. 13. Сегментный террасовидный обвал Восточный-0,3.

Наземный (а) и космический (б) снимки. Наземный снимок сделан при низшем отливном уровне (0,1 м, при максимуме 5 м), поэтому видна значительная подводная часть обвала, переработанная морем. 1 – контуры скальных обвалов; 2 – свежие, выраженные в рельефе, разломы без видимого смещения по ним; 3 – сбросовые уступы; 4 – предполагаемый сброс; 5 – расщелины; 6 – бровки стенок срыва обвалов



Рис. 14. Снимок почти "в профиль" правого фланга сегментного террасовидного обвала Восточный 0,3.

Хорошо видны контруклон и вогнутость тыльной грани, характерные для идеального обвала, а также высокая окатанность валунов фронтального уступа, тогда как тыльная грань сложена остроугольными и трещиноватыми глыбами

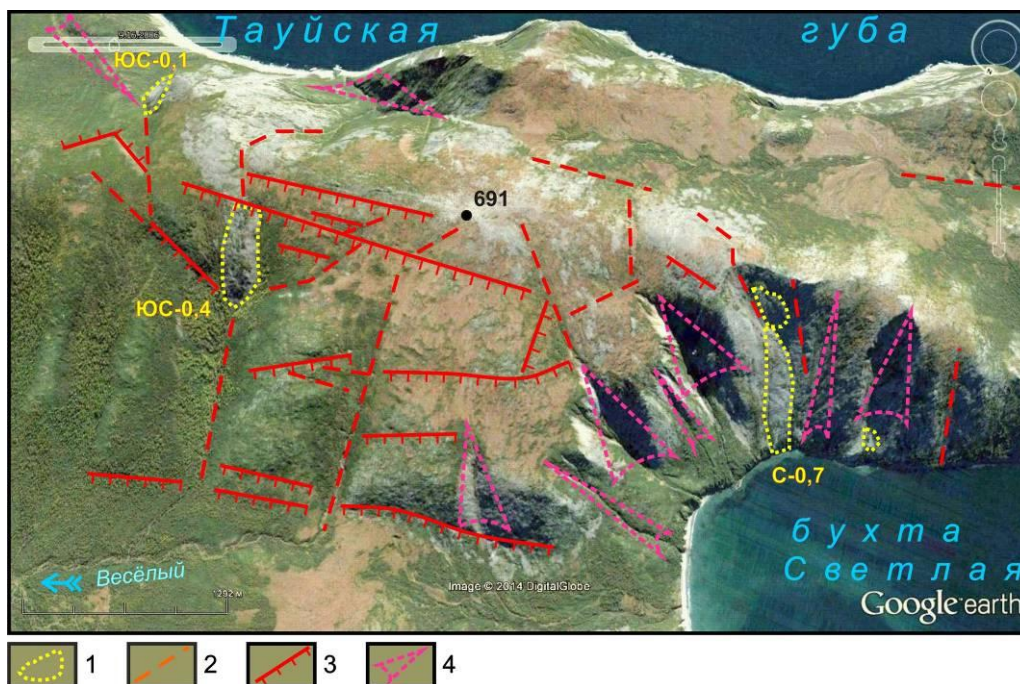


Рис. 15. Плато в юго-западной части п-ова Старицкого с многочисленными тектоническими деформациями и несколькими глыбовыми обвалами-потоками: 1 – контуры скальных обвалов; 2 – свежие, выраженные в рельефе, разломы без видимого смещения по ним; 3 – сбросовые уступы; 4 – расщелины. Буквами: С, ЮС в индексации дислокаций обозначены их названия – Светлый и Южностарицкий, соответственно, а цифрами – их объёмы в млн м³

Северонагаевский суброй

Суброй жёстко "привязан" к узкой полосе северного берега бух. Нагаева. Он отличается наличием блоковых скальных оползней – "висящих" на склоне – как Портофлот-14 и Нагаева-6 и сползших в море малых оползней (рис. 2, 16). Вероятно, пониженный здесь, сравнительно с обрывистым северным клифом бух. Гертнера, обвальный потенциал оказался недостаточным для высокодинамичных обрушений, несмотря на тесную связь оползней с вдольбереговыми и диагональными разломами, в том числе, сбросового типа.

Генетическая и сейсмологическая интерпретация палеосейсмодислокаций

В пользу сейсмического происхождения многочисленных дислокаций роя Магадан свидетельствует высокая их концентрация, особенно гравитационных, в пределах сравнительно небольшой территории, при отсутствии подобных образований на большей части Североохотоморского побережья, что характерно именно для сейсмодислокаций (рис. 1). Полностью исключаются даже предположения о ледниковом генезисе гравитационных дислокаций, жестко привязанных к обрывистым берегам моря (рис. 4, 6). Подобным образом – весьма избирательно – вдоль Североохотоморского побережья с преимущественно выровненными высокими обрывистыми клифами не действует и морская абразия.

К тому же ей не под силу вызывать крупнообъемные обрушения с устойчивых к абразии скальных берегов без ведущей роли сильных землетрясений. Кроме того, и четко выраженное комплексирование гравитационных и тектонических дислокаций в пределах роя весьма характерно именно для сейсмогенных образований, что видно практически на всех иллюстрациях данной статьи.

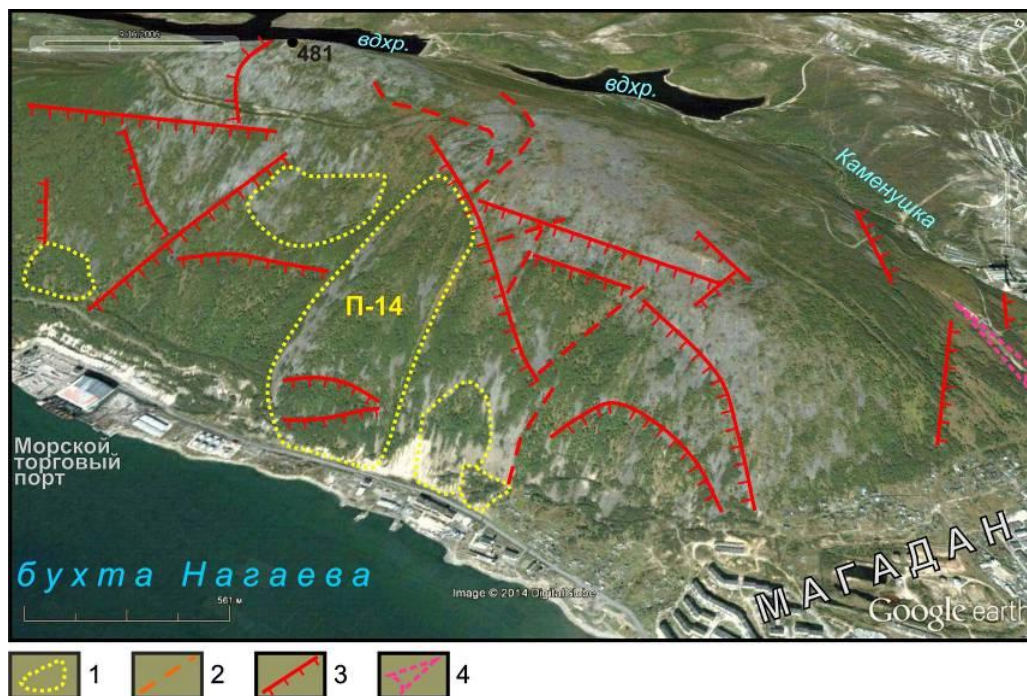


Рис. 16. Оползневые и тектонические деформации на северном побережье бух. Нагаева: 1 – контуры блоковых скальных оползней и блоков отседания; 2 – свежие, выраженные в рельефе, разломы без видимого смещения по ним; 3 – сбросовые уступы; 4 – расщелины

Возраст большинства изученных палеосейсмодислокаций оценивается как не менее первых тысяч лет, что определяется по размыву морем фронтальной части обвала Чёрный-7, а также по высокой освоенности растительностью его верхней половины; по окатанности глыб фронтальных уступов обвалов Горняк-0,3, Чёрный-0,1 и Восточный-0,3 (рис. 2, 4, 7, 8, 13, 14). Кроме того имеется радиоуглеродная датировка археологической стоянки на обвале Восточный-0,3 – около 2 тыс. лет [3]. Из этого следует, что возраст самого этого обвала и других – с такими же признаками постгенетической эволюции – превышает 2 000 лет. При этом некоторая часть малых, труднодоступных и ещё недостаточно изученных, обвалов, вероятно, имеет более молодой возраст.

Вывод об одно- или многоактности возникновения четырех магаданских суброёв палеосейсмодислокаций может существенно менять представление о максимальной силе и повторяемости древних землетрясений в Примагданье. Суждение об одноактности формирования крупного оползня Портофлот-14 следует из полного отсутствия признаков его медленного или эпизодического сползания на проходящее у его подножья Портовое шоссе и деформаций пересекающего его трубопровода (рис. 17).

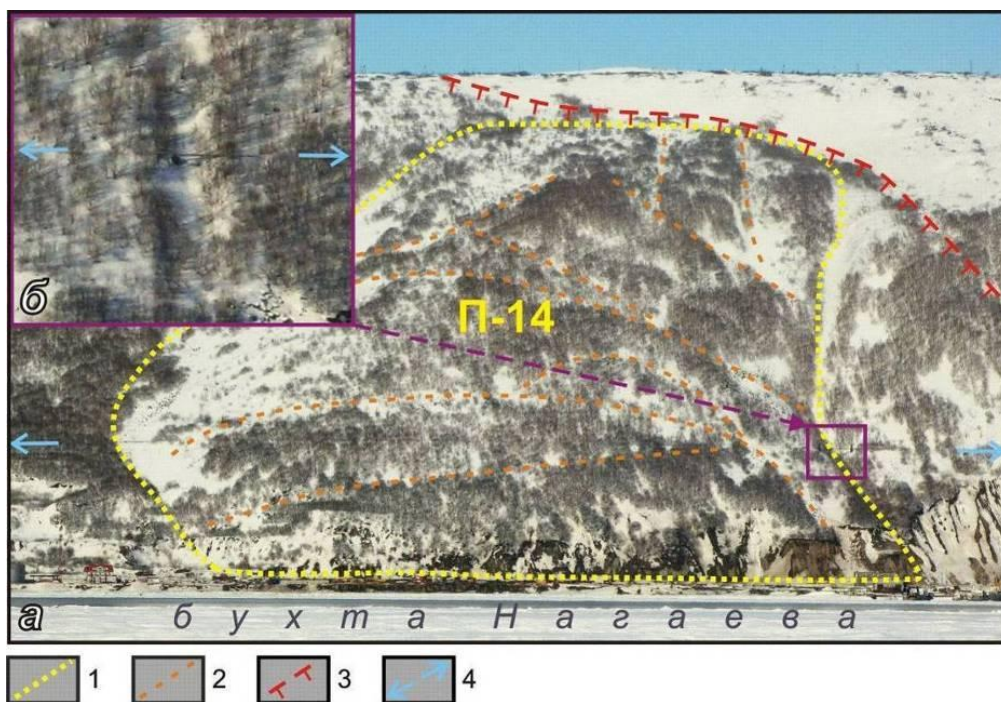


Рис. 17. Оползень Портофлот-14 (а) и доказательство его стабильности по отсутствию каких-либо деформаций пересекающего его трубопровода, в течение около 50 лет (б):
 1 – контуры блоковых скальных оползней; 2 – свежие, выраженные в рельефе, разломы;
 3 – сбросовые уступы; 4 – ось трубопровода

Также нет признаков многоактности в облике высокодинамичных глыбовых обвалов-потоков Светлый-0,7, Южностарицкий-0,4, Южностарицкий-0,1, Чёрный-7 и сегментных террасовидных обвалов – Восточный-0,3, Горняк-0,3, близких по форме к идеальному обвалу. Из этого можно сделать более-менее обоснованный вывод об одновозрастности крупнейших гравитационных дислокаций роя Магадан.

В то же время, разделение всей совокупности дислокаций на четыре более компактных суброя со значительным по площади пробелом вокруг перешейка п-ова Старицкого (рис. 3) может служить некоторым основанием для интерпретации этих суброёв в качестве самостоятельных и, вероятно, разновозрастных роёв.

Но и в отношении этого вывода имеется существенное возражение, основанное на хорошо выраженной привязанности суброёв к берегам бухт Гертнера, Нагаева, Светлой и п-ова Старицкого, а также к северному склону г. Марчеканская Сопка с повышенным там обвальным потенциалом, что служит поводом для квалификации их в качестве все же, по-видимому, единого роя, возникшего на подвижной южной границе Магаданского батолита (рис. 18).

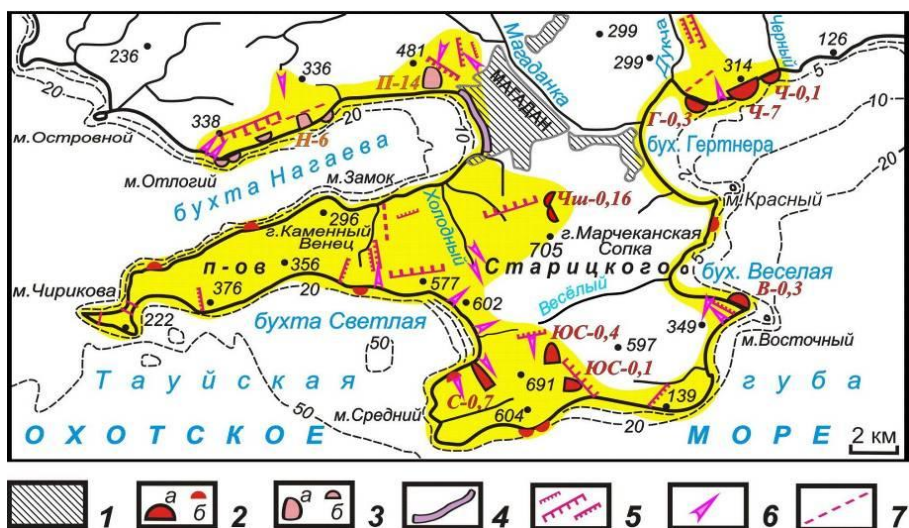


Рис. 18. Приуроченность магаданских палеосейсмодислокаций к участкам с повышенным обвальным потенциалом: преимущественно по морским берегам, совпадающим с подвижной южной границей Магаданского батолита, что позволяет интерпретировать их в качестве генетически единого роя (выделен желтым цветом): 1 – застроенная часть территории г. Магадан; 2 – скальные обвалы: *a* – крупные, объемами более 100 тыс. м³, *b* – малые, объемами менее 100 тыс. м³; 3 – блоковые оползни: *a* – объемами свыше 100 тыс. м³, *b* – мелкие, объемами менее 100 тыс. м³; 4 – Восточный клиф бухты Нагаева, сложенный слабо литифицированными отложениями нагаевской свиты, подверженный абразионной и обвально-оползневой деструкциям; 5 – свежие сбросовые уступы разной протяженности; 6 – расщелины в скальных горных породах; 7 – разломы свежего облика. Буквами В, Г, Н, П, С, Ч, ЮС в индексации дислокаций обозначены их названия: Восточный, Горняк, Нагаева, Портофлот, Светлый, Чёрный, Южностарицкий, соответственно, а цифрами – их объёмы в млн м³

Магнитуда Северогертнеровского суббоя, вычисленная по длине разлома, совпадающего с подножьем клифа, от устья р. Дукча до мыса Нюкля (11 км), составила 6,7 ($M = 5,73 + 0,96 \lg L$ [4]). Определение величины магнитуды по площади суббоя ($M = 0,5 \lg S + 5,9$ [5]), включающей обе группы дислокаций (13 км²), дало близкий результат – 6,4. Магнитуда Южностарицкого суббоя, подсчитанная по величине его площади (42 км²), составила 6,7; Западностарицкого (по площади 50 км²) – 6,7; Северонагаевского (по площади 23 км²) – 6,3. Площадь роя Магадан составляет около 380 км², из чего магнитуда вероятного землетрясения, его породившего, определена величиной 7,2.

Если же попытаться определить магнитуду роя Магадан по длине древнего разрыва длиной 26 км (рис. 10, поз. 5), протягивающегося от мыса Нюкля по северному берегу бух. Гертнера и через п-ов Старицкого до северного берега бух. Светлой, то она будет равна 7,1. Хотя, вероятно, такое определение некорректно, поскольку он не является новообразованным – сейсмогенным – и даже заметных признаков его подновления в постмезозойских отложениях нет. Но эта величина очень близка к магнитуде 7,2, вычисленной по площади роя.

Глубина очага древнего землетрясения, исходя из сравнительно небольшой площади роя, вероятно, не превышала 15 км.

Заклучение

Сейсмическая опасность в Примагаданье и на территории области бесспорно существует, что доказывается не только современными сейсмостатистическими данными, но и результатами изучения палеосейсмодислокаций [1]. Однако средняя повторяемость наиболее опасных разрушительных землетрясений с интенсивностью 8 баллов и более, вычисленная по палеосейсмогеологическим данным, составляет для Магаданской области с прилегающими районами Якутии и Хабаровского края одно событие в 70 лет или одно событие в 50 тыс. лет для каждого участка площадью 1 000 км² в её пределах [1]. Приблизительно такую площадь имеет г. Магадан с окрестностями.

Но за последние 12 лет произошло 11 землетрясений с магнитудой 4,2-5,4 в окрестностях г. Магадан в радиусе до 220 км от него, а пять из них в радиусе – 140 км (рис. 19). Таким же – не самым сильным – было Ташкентское землетрясение 1966 г. с магнитудой всего 5,1 и глубиной очага 8 км, однако эпицентр его пришелся на центр города, что вызвало массовое разрушение зданий, потерю 2 млн м² жилой площади, повреждение 245 промышленных объектов [6]. Суммарный ущерб в Магадане может быть меньше при таких же по силе, глубине очага и локализации толчках только за счет меньшего размера города. Несколько успокаивает то, что Магаданская область заселена неравномерно и недостаточно плотно. Очередному сильному и не самому сильному землетрясению трудно попасть в довольно маленькие и редкие населенные пункты на большой территории.

На таком сейсмологическом фоне на территории Магадана весьма активно проявляются современные обвально-оползневые и обвально-осыпные процессы. У левого фланга оползня Портофлот-14 (рис. 16-18 и 20) интенсивно идет образование довольно крупного обвально-осыпного конуса выноса под действием весеннего оттаивания и летнего дождевого увлажнения курумного чехла. Этот процесс в значительной мере вызван искусственной подрезкой основания склона при прокладке у его подножья Портового шоссе.



Рис. 19. Близповерхностные землетрясения с магнитудой 4,2-5,4 в Примагаданье за последние 12 лет (по данным Google Earth)

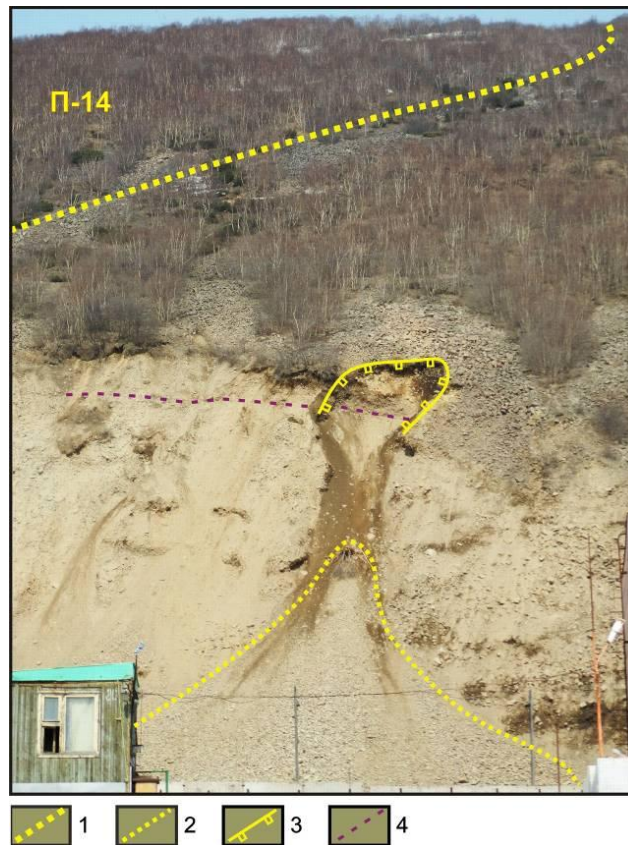


Рис. 20. Активизация склоновой денудации у левого фланга оползня Портофлот-14 из-за подрезки подножья склона с курумовым чехлом на нем после строительства Портового шоссе в 1930-е годы. Снимок сделан 4 мая 2013 г. 1 – контур левого фланга оползня Портофлот-14; 2 – контур современного активно формирующегося обвально-осыпного конуса выноса; 3 – бровка новой обвально-осыпной ниши отрыва; 4 – нижняя граница курумового чехла, залегающего на коренных кварцевых диоритах раннемелового Магаданского батолита

Восточный клиф бух. Нагаева, сложенный слабо литифицированными песками и супесями миоцена, в последние десятилетия отступает в сторону суши со средней скоростью около 1 м в год [7]. Это происходит за счет активизации обвально-осыпных и оползневых процессов под действием морской абразии. Особенно быстро (около 2 м/год) этот процесс идет на северном фланге клифа (рис. 21). Здесь денудации осталось "съесть" лишь 17 м берегового уступа, чтобы оборвалось Портовое шоссе, связывающее с морским торговым портом город и всю Магаданскую область.



Рис. 21. Активизация склоновой денудации на северном фланге Восточного клифа Нагаевской бухты: 1 – ширина берега, уничтоженного обвально-оползневыми процессами за период 2002-2013 гг.; 2 – ширина Портового шоссе с обочиной; 3 – ручьи

Отмеченные склоновые процессы могут быть резко усилены – вплоть до катастрофического уровня – даже слабыми сейсмическими воздействиями. Также могут выйти из равновесного состояния и крупные "висячие" оползни и блоки отседания на склонах, такие как Портофлот-14, Нагаева-6 и др. При обрушении их в бух. Нагаева возможно возникновение локальных, но высоких и опасных обвально-оползневых цунами.

Литература

1. **Важенин Б.П.** Принципы, методы и результаты палеосейсмогеологических исследований на Северо-Востоке России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2000. 205 с.
2. **Важенин Б.П.** Уточнение параметров Ямского землетрясения 1851 г. в Северном Приохотье с использованием палеосейсмогеологической методики // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. Вып. № 5 (45). 2012. 10 с. <http://ipb.mos.ru/ttb>.
3. **Лебединцев А.И.** Древние приморские культуры Северо-Западного Приохотья. Л.: Наука, 1990. 260 с.
5. **Хромовских В.С., Обухова Л.Г.** Количественные соотношения между магнитудами и длинами зон видимых сейсмогенных разрывов по наиболее полной выборке сильных землетрясений мира // Современная динамика литосферы континентов. Методы изучения. М.: Недра, 1989. С. 240-255.
6. **Adams J.** Earthquake-dammen lake in New Zealand // *Geology*, 1981. Vol. 9. P. 215-219.
7. **Андродов В.А.** Зоны землетрясений. (Природа мира). М.: Мысль, 2000. 461 с.
8. **Важенин Б.П.** Морфодинамика берегов бухты Нагаева (Охотское море) // *Геоморфология*, 2012. № 4. С. 45-53.
9. **Важенин Б.П.** Палеосейсмодислокации на территории г. Магадан: факты (часть 1) // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. Вып. 4 (56). 2014. 11 с. <http://ipb.mos.ru/ttb>.