

ОСОБО ОТВЕТСТВЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ КАМЧАТСКОГО КРАЯ: ОПЫТ УЧЕТА ОПАСНОСТИ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ

Делемень И. Ф.

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский;
Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга, г. Петропавловск-Камчатский;
delemen@kscnet.ru*

Введение

В соответствии со СНиП 22-01-95 [10], при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений, а также при проектировании их инженерной защиты необходимо выявлять геофизические воздействия, вызывающие проявления или активизацию опасных природных (геологических, гидрометеорологических и других) процессов.

Правительством Российской Федерации периодически утверждается перечень объектов, критически важных для национальной безопасности страны, других важных объектов и особенно ценных объектов культурного наследия народов, а также при проведении мероприятий федерального уровня с массовым сосредоточением людей. В настоящее время действует «Перечень критически важных объектов Российской Федерации», утвержденный Распоряжением Правительства Российской Федерации № 411-р от 23.03.2006 года, с изменениями № 1361-сс от 18.08.2010 г. В этот перечень внесены критически важные объекты, расположенные во всех регионах страны, в том числе в Камчатском крае (аэропорты, электростанции и т.д.). В каждом из регионов перечень критически важных объектов периодически уточняется. В частности, на Камчатке уточнение такого перечня производилось в 2012 году на основании плана реализации приоритетных направлений деятельности Главного управления МЧС России по Камчатскому краю по вопросам гражданской обороны и защиты населения на 2012 год. Вопросам обеспечения безопасности таких объектов, в том числе по отношению к природным воздействиям, оказывается особое внимание.

При изысканиях под строительство учитывается также уровень ответственности зданий и сооружений, который определяется экономическими, социальными или экологическими последствиями их отказов. Установлены три уровня – пониженный, нормальный и повышенный. К повышенному уровню ответственности относятся те из объектов строительства, отказы которых могут привести к тяжелым последствиям (крупные резервуары для нефтепродуктов, магистральные трубопроводы, производственные здания с пролетами 100 м и более, сооружения связи высотой 100 м и более, а также уникальные здания и сооружения) [3, 12, 13]. Строительные конструкции и основания должны быть запроектированы таким образом, чтобы они обладали достаточной надежностью при возведении и эксплуатации с учетом природных воздействий. Основная задача инженерно-геологических и инженерно-экологических изысканий в части изучения опасности воздействия природных процессов – получение количественных характеристик таких процессов, необходимых для проектирования.

В докладе представлены результаты многолетних исследований автора по оценке возможности развития опасных природных процессов при изысканиях под строительство особо ответственных объектов в Камчатском крае (электростанции, рудники, горнодобывающие комбинаты, аэропорты, портовые сооружения, административные здания и т.д.).

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки в рамках государственного задания № 5.3799.2011 и Программы стратегического развития КамГУ им. Витуса Беринга на 2012 – 2016 годы, а также проекта РФФИ № 11-05-00602а.

О классификации опасных природных процессов

Опасные природные процессы могут быть классифицированы по их происхождению, по площади проявления и масштабам воздействия, по тяжести последствий, по характеру воздействия и по продолжительности воздействия.

В настоящее время сложилась любопытная ситуация, когда в учебниках и учебных пособиях, посвященных опасным природным процессам, отсутствуют ссылки и любые указания на нормативные документы. Возможно, это связано с терминологией, т.к. в учебной и научной литературе допускаются разночтения в названиях терминов. Понятие «опасные природные

процессы» в основном используется в экологии, геоэкологии и в курсах обеспечения безопасности жизнедеятельности; в инженерной геологии и гидрогеологии они называются инженерно-геологическими и гидрогеологическими опасными процессами, а в нормативной литературе для них приняты термины «опасные геологические явления и процессы» [2], «природные чрезвычайные ситуации» [1] и «опасные природные воздействия» [10].

Наиболее детально разработаны генетические классификации. Так, например, И.И.Мазур и О.П. Иванов выделяют следующие группы опасных природных процессов: космогенные (гелиомагнитные, вещественные и импактные, гравитационные); космогенно-климатические (климатические циклы, длитльные и кратковременные колебания уровня мирового океана, современное потепление климата, озоновые дыры); атмосферные (атмосферные фронты, торнадо, смерчи и т.д.); метеогенно-биогенные (природные пожары); гидрологические и гидрогеологические (наводнения, половодья, паводки, ледовые опасные процессы, ветровое гидрологическое воздействие, цунами и опасные процессы у побережий; подземные воды и их воздействие); геологические опасные процессы (эндогенные и экзогенные опасные процессы) [8]. Однако при проведении инженерно-геологических изысканий необходимо придерживаться классификаций, представленных в нормативных документах [1; 11]. Далее мы будем следовать именно этим классификациям, хотя существующие классификации не в полной мере учитывают все многообразие опасных природных процессов, которые могут воздействовать на ответственные здания и сооружения.

Так, например, установлено, что происшедшая 17 августа 2009 года на Саяно-Шушенской гидроэлектростанции катастрофа была вызвана тем, что энергосеть была переведена в нелинейный режим работы за счет появления в ней дополнительного к вырабатываемому электростанцией квазипостоянного тока. Такой ток мог быть вызван солнечно-земными взаимодействиями в ионосфере во время магнитной бури, и такие опасные процессы входят в нормативные классификации. Однако в данном случае ток, по мнению специалистов, был генерирован в недрах планеты в зоне глубинного разлома [14]. По мнению авторов, эти процессы привели к авариям на Нурекской ГЭС (1983 год) и на Памирской ГЭС (2007 год). Между тем, существующие классификации рассматривают геоэлектричество только с точки зрения коррозии подземных металлических конструкций и обеспечения катодной защиты для трубопроводов.

Пока еще очень слабо разработана также проблема опасных природных процессов, связанных с гидротермальной деятельностью [5]. Одна из мало разработанных проблем классификации опасных природных процессов – соотношение между собственно механизмами подготовки природных катастроф, и их триггерами (механизмами спускового крючка). Так, например, до сих пор нет четких критериев различия сошедших в прошлом оползневых тел сейсмогенных и не связанных генетически с землетрясениями. Нет также четких диагностических признаков для оползней, при образовании которых сейсмические колебания послужили причиной потери устойчивости склона, или лишь триггером. Решение этих вопросов очень важно, например, для сейсмического районирования, т.к. о сейсмической активности прошлого для построения графиков повторяемости мы можем судить по небольшому объему сейсмогеологических данных, и исследование сейсмогенных оползней занимает здесь не последнее место.

Проявление опасных природных процессов при строительстве и эксплуатации особо ответственных зданий и сооружений в Камчатском крае

Для тектонически активных территорий характерно взаимодействие экзогенных и эндогенных процессов, при котором эндогенные процессы приобретают некоторые черты экзогенных, а экзогенные – эндогенных. Наиболее ярко это видно в процессах обрушения вулканов [6], бортов вулканических кальдер [9], формирования гейзеров и т.д.

Рассмотрим некоторые мало изученные особенности воздействия опасных процессов на особо ответственные здания и сооружения в условиях Камчатского края. До настоящего времени не известны аварийные ситуации, связанные с такими опасными процессами, как разуплотнение массивов порода вследствие разгрузки естественных напряжений; выветривание с образованием дисперсной обломочной и трещинной зон разрушенных пород.

Разрывные и складчатые тектонические движения, чаще дифференцированные должны характеризоваться скоростью движений, которые рассматриваются в СНиП 2.01.15-90 как градиенты неравномерных движений, отнесенных ко времени [11]. На Камчатке проводятся специализированные наблюдения за такими движениями с использованием различных методов (геодезические методы, GPS-измерения, дистанционное зондирование), однако они направлены в

основном на решение научных задач (прогноз землетрясений и извержений вулканов). С началом эксплуатации ряда промышленных объектов, в Камчатском крае были начаты работы по геодезическому мониторингу деформаций земной поверхности на территориях их размещения. Однако работы по прогнозу таких движений не выполнялись. Между тем, такие движения представляют особую опасность для линейных, протяженных объектов, и возрастает по мере длительности их эксплуатации. На Камчатке к таким объектам относятся магистральный газопровод «УКПГ-2 Нижне-Квакчикского ГКМ – АГРС г. Петропавловска-Камчатского» (Соболево – Петропавловск-Камчатский), дороги федерального значения с асфальтовым покрытием, высоковольтные линии электропередачи и кабельные федеральные линии связи, протяженные трубопроводы для воды и нефтепродуктов и т.д. Длительность эксплуатации таких объектов пока невелика, поэтому крупных аварий не наблюдалось. Есть основания полагать, что часть повторяющихся во времени повреждений полотна дорог в одних и тех же местах косвенно (посредством скопления влаги в зонах трещиноватости) связаны с медленными одно- или разнонаправленными движениями в зонах активных разрывных нарушений. Не исключается вариант того, что сформировавшийся в конце 1990-х – начале 2000-х годов ареал загрязнения грунтовой толщи нефтепродуктами в районе 22 км автодороги Петропавловск-Камчатский – Елизово, был вызван повреждением трубопровода на участке прохождения здесь разрывного нарушения сбросового типа.

В данном докладе не рассматривается сейсмическая опасность, связанная с сейсмическими колебаниями, т.к. это – наиболее хорошо изученная проблема, и ей при строительстве особо ответственных объектов уделяется особое внимание. Следует только учесть, что не всегда при проектировании и изысканиях под строительство линейных объектов на Камчатке рассматривается опасность удаленных землетрясений, которую следовало бы учитывать ввиду их большой протяженности.

Уточнение сейсмогеологических условий входит в обязательный перечень работ при строительстве любых особо ответственных объектов на территории края. Это вызвано двумя причинами. Во-первых, только в отдельных случаях были проведены работы по детальному сейсмическому районированию. Во-вторых, если такие работы и проводились, то они требуют обновления в связи с появившимися новыми данными. Так, например, при выборе площадки под строительство Мутновской геотермальной электростанции проектировщики столкнулись с большими проблемами по выбору местоположения участка для размещения основных объектов ГеоЭС. По итогам выполненных ранее исследовательских работ, на территории размещения предполагаемых эксплуатационных скважин для извлечения теплоносителя во всех точках проведения инструментальных определений сейсмических свойств грунтов, были получены высокие значения приращения сейсмической интенсивности, превышающие фоновые¹.

Перемещение участка к востоку и к северу было невозможно из-за резкого увеличения длины паропроводов от скважин к турбинам, а при смещении участка к югу и западу резко возрастала вулканическая опасность от Мутновского и Горелого вулканов². Поэтому при проведении инженерно-геологических изысканий под строительство Мутновской ГеоЭС нами (совместно со специалистами ОАО «КамчатГИСИЗ») был выполнен анализ сложившейся ситуации. Сделан вывод о том, что все точки инструментальных определений сейсмических условий располагались в местах, где на поверхности, или близко от поверхности, залегали слабые грунты, в том числе гидротермально-измененные породы. Было учтено блоковое строение территории, в котором блоки с выходящими на поверхность гидротермально-измененными породами чередуются с блоками, где на поверхность выходят скальные игнимбриты с мощностью 5-10 метров и более. Комплекс зданий электростанции был возведен на одном из таких блоков. На основании последующих изысканий был сделан вывод, что скальное основание представляет собой хрупкую жесткую плиту (игнимбриты), залегающую на вязко-пластичном основании (гидротермально-измененные породы). При дополнительной нагрузке (вследствие строительства зданий или воздействия инерционных сил

¹ Отчет по теме хозяйственного договора № 505 «Оценка сейсмической опасности площадок строительства Мутновской ГеоТЭС» / А.А. Гусев, В.Н. Чебров, И.В. Мелекесцев и др. Петропавловск-Камчатский: ИВ ДВО АН СССР. 1988.

² Отчет по теме хозяйственного договора № 15/88 «Вулканическая опасность для района предполагаемого строительства Мутновской ГеоЭС и трассы автодороги ГеоТЭС – пос. Термальный» (заключительный этап / И.В. Мелекесцев (научный руководитель, к.г.-м.н.), В.В. Пономарева (ответственный исполнитель) и др. Петропавловск-Камчатский: ИВ ДВО АН СССР. 1989.

сейсмики) система будет работать как демпфер, причем в зонах возникновения концентраций напряжений они будут гаситься посредством возникновения небольших локальных трещинных деформаций игнимбритов. Действительно, на этапе строительства при возведении металлического каркаса зданий между двумя наиболее крупными из них произошло раскрытие до 10 см ранее существовавшей трещины в игнимбритах (вследствие воздействия зданий на основания в качестве штампа), и в последующем никаких деформаций основания не происходило.

Вулканическая опасность для особо ответственных объектов, как правило, учитывается на основе хорошо составленных карт вулканической опасности, поэтому до настоящего времени каких-либо аварийных ситуаций для таких объектов не отмечалось, за исключением разрушения полотна дорог потоками, сходящими с вулканов при их извержениях.

В условиях горного рельефа Камчатки наибольшую опасность представляют *гравитационно-склоновые процессы* (обвалы, оползни), *подтопление территорий* и *разжижение грунтов*. Примеры воздействия этих процессов на особо ответственные объекты неоднократно публиковались нами ранее, а также представлены в другом докладе, представленном в данном сборнике³ [5,6,7].

Абразионные процессы оказывают существенное влияние на безопасность эксплуатации береговых и прибрежных сооружений. В частности, при проведении исследований по устойчивости склонов для реконструкции очистных сооружений г. Петропавловска-Камчатского на мысе Чавыча было установлено, что именно подмыв трещиноватого скального основания является причиной формирования оползней на данном участке берега Авачинской бухты.

Заключение

Из вышесказанного следует, что необходимо обращать внимание на то, что перечень природных процессов, опасных для особенно ответственных объектов, может быть различен для объектов различного типа.

При изысканиях под строительство линейных ответственных объектов опасными могут быть процессы, эффект от воздействия которых нарастает со временем (тектонический крип, современные движения земной коры, процессы связанные с потеплением климата).

Впрочем, изучение современных разрывных и складчатых тектонических движений сдерживается во многом плохой разработанностью данной проблемы для условий Камчатки. Случаи выявления таких медленных деформаций крайне малочисленные, в основном деформации (в том числе вдоль разломов) происходят при сильных землетрясениях. Это дало основание И.В. Мелекесцеву (устное сообщение) полагать, что крип и медленные тектонические движения вообще не характерны для полуострова. Так это или нет, останется загадкой до тех пор, пока не будут проведены специальные исследования. Цена вопроса – безопасная эксплуатация линейных особо ответственных сооружений.

При изысканиях под строительство следует учитывать взаимодействие процессов между собой (в т.ч. экзогенных и эндогенных). В частности, при выполнении работ в условиях Камчатки, следует учитывать процессы, которые по тем или иным причинам не вошли в перечни, представленные в нормативных документах. Так, не следует пренебрегать изучением процессов, вероятность которых невелика, однако чрезвычайно велики масштабы разрушений (например, сход гигантских лавин при катастрофических обрушениях вулканов).

При уточнении сейсмогеологических условий на участках будущего строительства особо ответственных объектов следует обращать внимание на те характеристики территории, которые традиционно рассматриваются при детальном сейсмическом районировании. Помимо оценки параметров макросейсмического поля, затухания амплитуд сейсмических волн и других собственно сейсмологических и инженерно-сейсмологических характеристик, следует обращать внимание на возможность возникновения необратимых подвижек по существующим разрывам и других сейсмогеологических деформаций, а также учитывать взаимное влияние сейсмических и инженерно-геологических процессов, что может приводить к проявлению при сильном землетрясении вторичных опасных процессов.

Вулканическая опасность должна учитываться при выборе линейных трасс в условиях Камчатки. Так, при выборе возможных вариантов прохождения трассы газопровода «УКПП-2 Нижне-

³ Константинова Т.Г., Делемень И.Ф. Техногенные отложения на территории города Петропавловска-Камчатского

Квакчикского ГКМ – АГРС г. Петропавловска-Камчатского» на стадии ТЭО, пришлось учитывать требование удаленного прохождения трассы от границ населенных пунктов. Существующее положение трассы было выбрано с учетом преобладания эрозионного разрушения верхней части грунтовой толщи при схождении селей и лахаров непосредственно у подножий вулканов, и повреждения трубопровода из-за аккумуляции отложений на удалении от подножия вулканов. Эти особенности учитывались также при выполнении изысканий под реконструкцию аэропорта «Елизово».

Одной из новых проблем, с которым сталкиваются сейчас – стремление строителей сэкономить на изысканиях. Так, например, проектирование строительства Верхне-Мутновской ГеоЭС было проведено на основании изысканий, при которых объем буровых работ и инструментальных наблюдений был невелик. В итоге, уже на стадии заложения фундаментов пришлось вносить корректировки в проект, т.к. они начали размываться грунтовыми водами, поступающими по разрывному нарушению, которое не было обнаружено из-за редкой сети наблюдений.

Необходимо создание региональной системы нормативов, учитывающих специфические условия Камчатки и не допускающие пренебрежения детальностью изысканий.

Список литературы

1. ГОСТ 22.0.03-95. Государственный стандарт Российской Федерации. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения. М.: Госстандарт России, 1995.
2. ГОСТ 22.1.06-99. Государственный стандарт Российской Федерации. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов. Общие требования. М.: Госстандарт России, 1999.
3. ГОСТ 27751-88*. Государственный стандарт СССР. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету. М.: Госстандарт России. Восстановлен на территории РФ 30.12.2004 г. 2004.
4. Григорьева И.Ю., Мамаев Ю.А. Общая классификация опасных природных процессов в проблеме природной безопасности // Труды научной конференции «Теоретические проблемы инженерной геологии». М.: Изд. МГУ, 1999. С. 139-140.
5. Делемень И.Ф. Опасные природные процессы на геотермальных системах // История и проблемы правоприменительной деятельности органов государственной власти Камчатского края в сфере природопользования и охраны природных ресурсов. Петропавловск-Камчатский: Издательство КамГУ им. Витуса Беринга, 2009. С. 135-140.
6. Делемень И.Ф. О механизмах ослабления склонов при подготовке катастрофических гравитационных обрушений вулканических построек и кальдерных уступов // Вулканизм и геодинамика. Материалы IV Всероссийского Симпозиума по вулканологии и палеовулканологии, 22-27 сентября 2009 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2009. С. 340 - 343.
7. Делемень И.Ф., Константинова Т.Г. Оценка оползневой опасности на территории Петропавловска-Камчатского при ожидаемом сильном землетрясении. Труды Второй научно-технической конференции Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России. 11-17 октября 2009 г. Петропавловск-Камчатский, 2010. С. 116-120.
8. Мазур И.И., Иванов О.П. Опасные природные процессы. Вводный курс. М.: Экономика, 2004. 702 с.
9. Пинегина Т.К., Делемень И.Ф., Дроздин В.А. и др. Камчатская Долина Гейзеров после катастрофы 3 июня 2007 г. // Вестник ДВО РАН, 2008. № 1. С. 33 – 45.
10. СНиП 22-01-95. Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации. Геофизика опасных природных воздействий. М.: Минстрой России, 1996.
11. СНиП 2.01.15-90. Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. М.: Минстрой России, 1990.
12. СНиП 2.01.07-85*. Система нормативных документов в строительстве. Строительные нормы и правила Российской Федерации. Нагрузки и воздействия. М.: Минстрой России, 1996.
13. Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» // Российская газета. 2009. № 5079. www.rg.ru/2009/12/31/tehreg-zdaniya-dok.html
14. Черненко А.Н., Вахнина В.В., Селемир В.Д., Карелин В.И., Горохов В.В., Шаповалов В.А. Расчеты функционирования региональных энергосистем при развитии аварийных ситуаций // Повышение надежности и эффективности эксплуатации электрических станций и энергетических систем. Энерго-2010: труды Всероссийской научно-практической конференции. М.: МЭИ, 2010. С. 123-124.