

также, по-видимому, находилась в прибрежных зонах древних мелководных морей, окруженных аллювиальными равнинами суши. Реки, стекавшие с этих равнин, в своих руслах и дельтах откладывали толщи осадков, весьма удобные для последующей аккумуляции нефти и газа. Поэтому для успешных их поисков необходимо прежде всего установить распространение древних морей и континентов, очертить их границы во времени и пространстве.

Изучение взаимосвязей между угленосными и нефтеносными отложениями, которые по своему генетическому характеру очень близки, приобретает важнейшее значение. Как те, так и другие формируются на едином материковом склоне и связаны с одними и теми же региональными климатическими, палеогеографическими и палеотектоническими зонами (рис. 3). А так как угленосные формации в сторону углубления общего бассейна седиментации, как правило, переходят в нефтематеринские, то пространственное размещение этих двух смежных формаций происходит параллельно береговым линиям морских бассейнов, иногда далеко заходя по заливам, эстуариям и речным долинам внутри континента. Такие площади или зоны могут протягиваться на сотни и тысячи километров вдоль древних морских побережий, где накопление органических веществ происходит особенно интенсивно.

Угленосные отложения, среди которых развиты породы с хорошими коллекторскими свойствами, могут быть одновременно и нефтеносными или нефтемещающими. После превращения органических веществ в жидкие и газообразные углеводороды, последние под воздействием различных природных факторов перемещаются в нефтемещающие породы, где и образуют промысленные скопления.

Приуроченность нижекарбонных месторождений нефти к береговой линии нижекарбонного моря четко прослеживается в Урало-Поволжье. Пространственное распространение фаций, а также восстановленная палеогеографическая обстановка формирования терригенной толщи нижнего карбона позволяют на юго-востоке Русской платформы на-

метить продуктивный пояс для данной толщи (рис. 4). Он представляет собой зону, в которой развиты достаточно мощные с высокой пористостью и проницаемостью коллекторские породы, а структурные и литологические условия благоприятны для промышленного скопления нефти. В него входит также часть морских и континентальных осадков, которые являлись нефтематеринскими. Ширина неустойчивой пограничной полосы море — суша может быть различной, но самой большой она будет в области распространения древних дельт.

Продуктивные пояса или зоны могут располагаться или сопредельно с региональными поясами угленакпления, либо совпадать с ними. В последнем случае продуктивные пояса будут отличаться максимальной концентрацией или насыщенностью угольных, нефтяных и газовых месторождений, что, собственно, и наблюдается вдоль юго-восточной окраины Русской платформы.

Подобное сочетание и взаимосвязь фаций и зон угленакпления, а также нефтеобразования могут существовать и в других районах. Использование этой связи для поисков месторождений нефти и газа может иметь большое практическое и научное значение.

Существующая в природе многообразная и сложная связь между угленосными и нефтеносными образованиями, конечно, не универсальна, и наличие в разрезе угля отнюдь не во всех случаях будет обязательным признаком нефтегазоносности: необходимо благоприятное сочетание палеогеографических, геотектонических и ряда других факторов.

Намеченная нами лишь самая общая сущность взаимосвязи между угленосностью и нефтеносностью, несомненно, нуждается в дальнейшем углубленном и детальном раскрытии. Но и произведенные уже наблюдения позволяют рекомендовать использование этой связи между углем и нефтью для прогнозирования нефтегазоносности новых территорий.

Н. И. Марковский

Кандидат геолого-минералогических наук

Всесоюзный научно-исследовательский угольный институт (Москва)

ЦУНАМИ ТИХООКЕАНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ СССР

Цунами — японское название необычайно больших волн, внезапно появляющихся на побережьях океана. Как правило, с ними связаны тяжелые стихийные бедствия. Цунами перекачиваются через Тихий океан от его окраин к берегам Гавайских островов, принося разрушения на побережьях.

Установлено, что цунами обычно образуются в современных геосинклинальных областях, к которым принадлежат цепи островов в сопровождающих их глубоководных впадинах в северо-западной части Тихого океана. Главная причина возникновения цунами — тектонические землетрясения, происхо-

дащие на дне моря. В редких случаях цунами возникают в результате вулканических извержений, сопровождающихся сильными взрывами и быстрым падением в океан больших масс вулканических продуктов.

В районе Тихоокеанского побережья Камчатки и Курильских островов часты землетрясения с неглубокими очагами (до 60 км), происходящие на склонах глубоководных впадин, окаймляющих островные дуги. При таких землетрясениях на дне океана иногда образуются гигантские сбросы, по которым крупные участки дна испытывают внезапные смещения. Сбросы обычно сопровождаются подводными оползаниями рыхлых осадков. Скорость образования сбросов, вероятно, различна. Гравитационные сбросы — оползни на склонах глубоководных впадин — обладают меньшей скоростью движения, чем сбросы, связанные с освобождением энергии упругой деформации, вызывающим землетрясения. В последнем случае скорость возникновения сброса может быть близка к скорости звука в воде, и при этом возможно образование цунами (рис. 1).

Землетрясение на дне океана вызывает образование сейсмической продольной волны, передающейся из эпицентра землетрясения в толщу воды со скоростью около 1,5 км/сек.

В связи с преломлением упругих волн на границе земной коры и воды (в воде скорость распространения волн меньше), на кораблях землетрясение ощущается обычно в виде вертикальных толчков. Сотрясение корпуса судна, находящегося в районе эпицентра подводного землетрясения, способно привести значительные повреждения и вывести из строя машины. На поверхности океана возникнут небольшие волны, которые быстро затухают. Быстрое изменение объема бассейна вследствие подводного сброса, сопровождающего землетрясение, вероятно является причиной образования других волн давления, которые, выходя на поверхность океана, образуют гравитационные волны-цунами, достигающие длины иногда более 200 км и распространяющиеся по всему бассейну со скоростью до 0,3 км/сек, в районах глубокого океана.

Волны цунами, подобно приливным волнам, охватывают всю толщу океана, но на них, в отличие от приливной волны, существенно не сказываются силы притяжения Луны и Солнца.

Цунами, распространяясь в виде серии волн по океану, замедляет свое движение под влиянием уменьшения глубины океана. Скорость движения цунами в глубоких частях океана рассчитывается по формуле, применяемой для определения скорости распространения приливных волн, длина которых

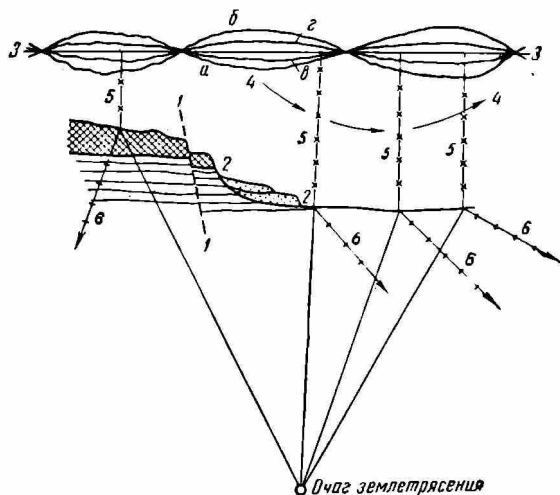


Рис. 1. Схема образования цунами на силоне глубоководной впадины. 1—1 — сброс; 2—2 — оползни; 3—3 — поверхность океана до сброса; а—б—в—г — последовательно изменяющаяся после сброса поверхность океана; 4—4 — распространение волн тынжести; сейсмические волны: б — продольные, б — поперечные.

во много раз превышает глубину океана: $c \approx 360\sqrt{h}$ км/час, где h — средняя глубина в км.

Предполагается, что при цунами, возникающих в связи с вулканическими взрывами, волна достигнет побережья вначале в виде гребня, в то время как при цунами, образующихся вследствие подводного землетрясения, вначале произойдет отступление океана от берега, а затем накатится гребень волны. Такое отступление вод океана перед приходом крупных волн — характерная черта альшинства цунами. Это отступление длится от 5 до 35 мин., причем морское дно обнажается на расстоянии сотен метров, а при небольшой глубине моря — на несколько километров. На Курило-Камчатском побережье подобное отступление океана перед приходом цунами продолжается не более 10—15 мин., после которых приходит высокая волна цунами.

Отход океана от берега после сильного землетрясения является предупреждением о неизбежности цунами. В некоторых районах Тихоокеанского побережья СССР мореографы с автоматической сигнализацией, установленные перед входом в проливы и бухты, могут играть важную роль для предупреждения о цунами.

Представление о колебаниях уровня океана в закрытой бухте с узким входом дает мореограмма во время цунами 4—5 ноября 1952 г. в г. Петропавловск-Камчатский. Причиной цунами было землетрясение у юго-восточных берегов Камчатки (52° с. ш. 161° в. д.) в 3 час. 58 мин. по петропавловскому времени. В 4 час 24 мин., через 26 мин. после

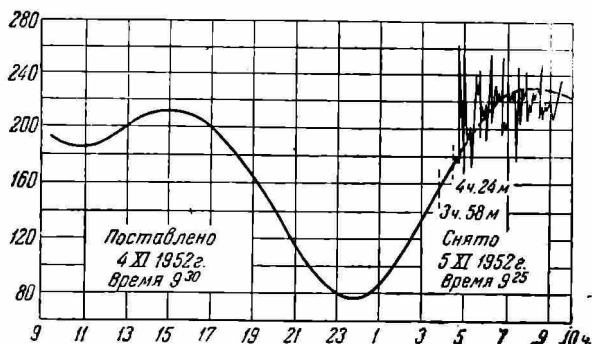


Рис. 2. Мореограмма за 4—5 ноября 1952 г. (ГМС, г. Петропавловск-Камчатский)

землетрясения, уровень воды быстро упал (на 5 см в течение 10 мин.), а затем резко повысился (95 см за 5 мин.). Вскоре произошло новое падение уровня (на 100 см.) и новое повышение его на 110 см за 15 мин. (рис. 2). У открытого побережья, в отличие от этого случая, не будут возникать отраженные волны.

При большой скорости цунами, достигающей около 900 км в час, и при длине волны более 200 км, высота ее в открытом глубоком море редко превышает 1—2 м. Поэтому цунами проходит незаметно для судов. Характер стихийного бедствия цунами приобретает лишь у побережья, на которое обрушивается в виде серии огромных волн, иногда достигающих высоты более 20 м.

У побережья скорость движения цунами значительно уменьшается под влиянием уменьшения глубин и неровностей дна. Наибольшая известная скорость цунами у входа в залив Сан-Франциско была около 40 км в час. Цунами 1952 г. на Камчатке имело при выходе на побережье скорость 10—20 км в час. На мелководье высота волны возрастает и увеличивается крутизна ее переднего фронта; волна, надвигаясь в виде водяной стены, опрокидывается с разрушительной силой, сметая все на своем пути.

Наибольших высот (15—20 м) цунами достигают в глубоких и узких фиордообразных и серповидных бухтах вследствие быстрого нагона в них больших масс воды. Двигаясь вверх по долинам рек, цунами, сталкиваясь с встречным течением, вызывает образование высокого водяного вала (бара). Цунами средних высот (до 10 м) обычно образуются на открытых участках побережья и на низких песчаных косах. Закрытые бухты с узким входом, типа Авачинской на Камчатке, безопасны во время цунами, вызывающими в них лишь небольшое повышение уровня воды у берегов. По узким долинам рек, впадающих в фиордообразные бухты, и на плоских

берегах с прилегающими к ним значительными глубинами океана, цунами могут заходить в глубь суши на расстояние 2—3 км.

В Тихом океане, берега которого окаймлены зонами землетрясений большой силы, цунами возникают чаще, чем в других океанах. Наиболее подвержены действию цунами побережья Японии, Гавайских и Алеутских островов, восточное побережье Курильских островов и Камчатки.

Для Курильских островов и Камчатки опасны те цунами, которые возникают при подводных землетрясениях в ближайших к ним участках океана (рис. 3). Один из главных районов сильных подводных землетрясений, вызывающих цунами, расположен у северо-восточных берегов Камчатки, близ Командорских островов, второй — у юго-

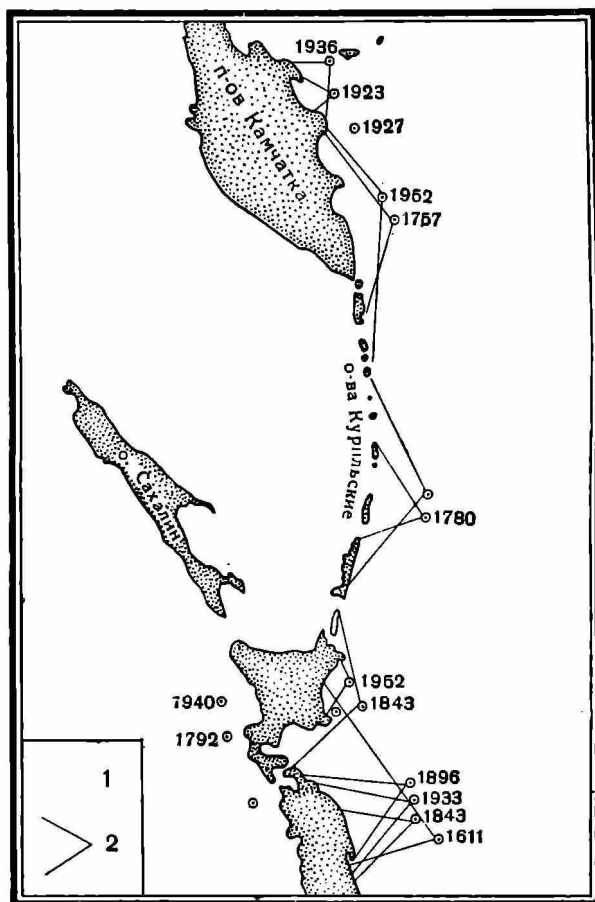


Рис. 3. Схема охвата побережий волной цунами в зависимости от расположения эпицентра землетрясений. 1 — эпицентры землетрясений, вызывающих цунами; 2 — участок побережья, охваченный сильной волной

восточных берегов Камчатки, близ мыса Шипунского, третий в районе Курильских островов, восточнее пролива Буссоль. В каждом из трех отмеченных выше районов восточного побережья Камчатки и Курильских островов в историческое время происходили крупные цунами и собраны данные о их разрушительной силе и высоте.

В Охотском море крупных землетрясений, сопровождающихся подводными сбросами, не происходит, и поэтому западные берега Камчатки и побережье Сахалина не страдают от цунами.

Низменные участки побережья, долины рек и песчаные косы, иногда отделенные лагунами от берегов, наиболее удобны для строительства рыбацких поселков и рыбоконсервных заводов; между тем именно эти участки подвержены угрозе цунами высотой до 10—15 м, как это видно на схеме расположения участков побережья, пострадавших при цунами 1923 г. в северо-восточной части Камчатки (рис. 4), а также при цунами 1952, г. во Втором Курильском проливе.

Быстрый рост населения на советских побережьях Тихого океана заставляет обратить серьезное внимание на проблему катастрофических цунами. Важное научное и практическое значение имеет предсказание цунами и своевременное предупреждение населения.

Предсказание цунами основано на том, что скорость распространения волны землетрясения, вызывающего цунами (5—8 км/сек), значительно выше скорости распространения цунами (0,1—0,3 км/сек.). Это позволяет заблаговременно оповещать население о возможности появления цунами. Например, цунами 4—5 ноября 1952 г., вызванное землетрясением у побережья Камчатки, достигло побережья Гавайских островов (город Хило) через 6 ч. 32 мин.,

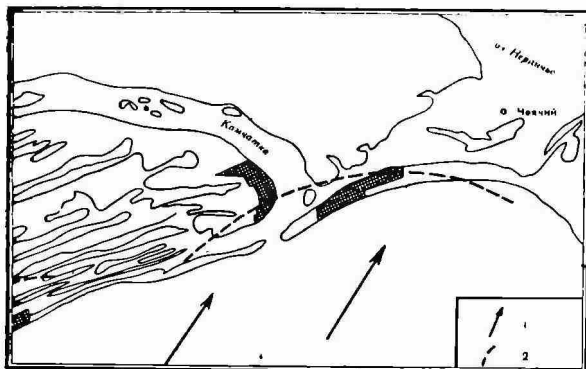


Рис. 4. Участки побережья Усть-Камчатского района, затопленные цунами 14 апреля 1923 г. 1 — направление распространения цунами, 2 — зоны затопления до высоты 11 м

что дало возможность жителям своевременно принять меры предосторожности.

Камчатско-Курильское побережье находится близ зоны образования угрожающих ему цунами, и поэтому условия для оповещения населения здесь значительно хуже: цунами достигает побережья через 15—40 мин. после землетрясения. Однако сильные землетрясения, происходящие в зоне глубоководной Курило-Камчатской впадины на расстоянии 100—200 км от побережья, хорошо ощущаются жителями на берегах, и это — естественное предупреждение о возможности цунами. На Гавайских островах, лежащих на расстоянии нескольких тысяч километров от зон землетрясений, последние ощущаются только чувствительными сейсмографами, и поэтому возможна только инструментальная служба предсказания цунами.

В Японии, где землетрясения, образующие цунами, происходят как к востоку, так и к западу от островов (в Тихом океане и в Японском море), также существует инструментальная служба предупреждения цунами, основанная на данных сейсмической службы. Прогноз цунами составляется в пределах 20 мин. после землетрясения. Определяется местоположение эпицентра землетрясения, расстояние до него, а также максимальная амплитуда колебаний наносятся на специальную номограмму (рис. 5).

По положению этих точек определяется возможность образования цунами и его сила. При этом учитываются исторические данные о прошлых цунами, происходивших в данном районе. Сильные цунами в Японии связаны с землетрясениями у восточных ее берегов. Землетрясения менее двух баллов не вызывают цунами. Для оповещения населения об ожидаемых цунами, помимо использования проводочной и беспроводной связи, применяются специальные сигналы с самолетов, низко пролетающих над угрожаемыми районами побережий.

Аналогичные методы сейсмического прогноза и предупреждения цунами возможно применять и на Тихоокеанском побережье СССР, причем приход цунами наши сейсмические станции могут предсказать примерно за 20—30 мин. Возможно прогнозирование цунами при помощи регистрации гидроакустическими приборами (САФАР) звуковых волн, возбуждающихся в океане при подводных землетрясениях и сопровождающих их процессов изменения рельефа на дне океана. Звуковые волны (фаза Т) распространяются в воде на большие расстояния и, имея скорость 1500 м/сек, достигают побережий значительно раньше цунами. Для изучения цунами, возникающих при подводных вулканических извержениях, гидроакустические методы прогнозируют

вания имеют особое значение, так как подводные извержения вулканов не всегда сопровождаются землетрясениями. Наконец, регистрации при помощи мореграфа колебания уровня океана после сильного землетрясения играет большую роль для предупреждения цунами, подтверждая угрозу приближающейся катастрофы.

Организация службы предупреждения цунами на побережье Камчатки и Курильских островов — важная задача ближайшего времени. Поскольку цунами, возникающие в районах подводных землетрясений, охватывают определенные участки побережья, станции предупреждения должны иметь возможность действовать независимо друг от друга, в пределах своего угрожаемого района.

Наряду с организацией специальной службы прогнозов цунами, важно осуществить специальные меры по предупреждению стихийных бедствий в районах, подверженных цунами. Специальное районирование побережья позволяет определить расположение участков побережья, удобных для строительства предприятий и поселков и в различной степени подверженных опасности. Такое районирование основано на сопоставлении данных о расположении эпицентров сильных подводных землетрясений с глубиной и рельефом дна океана и конфигурацией прилегающих побережий. При этом учитываются высоты крупных цунами, бывавших в данном районе. На основе известной зависимости между высотой волн, глубиной океана и рельефом прибрежной полосы можно рассчитать высоту волн цунами в различных пунктах побережья, при различных расположениях эпицентров землетрясений. Сопоставляя эти данные с фактическими высотами цунами, установленными для некоторых пунктов побережий, при планировании населенных пунктов следует составлять крупномасштабные карты участков побережий, удобных для строительства, и по изогипсам выделять зоны возможного затопления цунами. Вследствие многочисленных трудно поддающихся

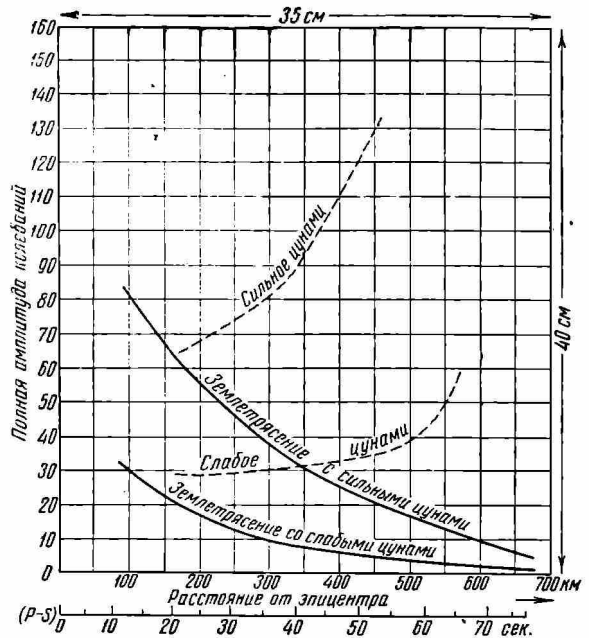


Рис. 5. Номограмма для прогноза цунами

оценке факторов, определяющих высоту цунами, мелкие детали рельефа прибрежной полосы при оценке высоты возможных будущих цунами не играют роли.

Цунами — стихийное бедствие, охватывающее побережья Тихого океана многих стран. Поэтому проблему изучения цунами следует включить в число международных океанологических проблем и производить обмен результатами научных исследований по цунами между заинтересованными странами.

А. Е. Святловский

Кандидат геолого-минералогических наук

Лаборатория вулканологии Академии наук СССР (Москва)

НОВОЕ В ИЗУЧЕНИИ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Согласно учению И. П. Павлова, в основе поведения человека и животного лежит взаимоотношение основных нервных процессов — возбуждения и торможения. И. П. Павлов созданным им условнорефлекторным методом доказал, что необычное, большое поведение человека или животного определяется сдвигами в соотношении этих основных процессов. Отсюда следует, что

изучить эти процессы, научиться управлять ими, — значит содействовать избавлению человека от ряда тяжелых заболеваний и таким образом способствовать продлению его жизни.

С точки зрения изложенного большого интерес представляет исследование взаимоотношений основных нервных процессов при помощи звуковых раздражений. Этот способ разработан в лаборатории