

УДК 624. 131

Г. Л. Кофф, доктор геол.-мин. наук, профессор, главный научн. сотрудник**О. В. Борсукова**, канд. геол.-мин. наук, старший научн. сотрудник**И. В. Чеснокова**, доктор геол.-мин. наук, ведущий научн. сотрудник

Институт Водных проблем РАН, Москва

ул. Губкина, 3, Москва, 119333, Россия

О.В. Павленко, доктор геол.-мин. наук, ведущий научн. сотрудник

Институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН, Москва

Б. Грузинская ул., 10, стр. 1, Москва, 123995, Россия

ОЦЕНКА РИСКА ЦУНАМИ НА ПОБЕРЕЖЬЯХ ОХОТСКОГО И ЯПОНСКОГО МОРЯ В РОССИИ

Рассматриваются вопросы формирования риска цунами на побережье южных регионов Дальневосточного федерального округа. В качестве факторов риска используются такие характеристики, как взаимное расположение эпицентров цунамигенных землетрясений и берегов, подводный рельеф побережья, степень закрытости исследуемых бухт, наличие или отсутствие пляжа и широкой первой морской террасы, характеристики впадающих в изучаемые берега устьев рек. Исследованные факторы подвергнуты экспертным оценкам с учетом степени их влияния на формирование риска цунами.

Ключевые слова: риск, ущерб, уязвимость, цунами.

ВВЕДЕНИЕ

Морские побережья Хабаровского края и Приморья относятся к 6-9 балльным зонам сейсмической опасности. При сейсмическом районировании ОСР-97 территория Приморского края отнесена к 6-7 балльным зонам, при средних периодах повторяемости для 6-балльных зон $T = 1000$ лет, 7-балльных зон $T = 5000$ лет, а территория Хабаровского края к 8-9 балльным зонам при средних периодах повторяемости для зон с магнитудой $M = 7.5$ $T = 100 - 120$ лет.

В 1993 и 1986 гг. на побережьях наблюдались волны цунами, охватившие в Приморском крае 17 бухт. Тем не менее, в Хабаровском крае исследования этих цунами не проводились. Так же наводнения прибрежных зон из-за цунами наблюдались в поселке Морьяк-Рыболов, заливе Опричник, поселке Каменка, заливе Рында, бухте Морьяк-Рыболов (рис.1), бухте Преображения (рис. 2), бухте Валентин [1].

Цель работы состоит в оценки значимости зональных и локальных факторов формирования параметров риска цунами на побережье южных регионов Дальневосточного федерального округа России.

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наиболее вероятны землетрясения с очагами, приуроченными к двум линейам с максимальной возможной магнитудой $M = 7.5$: период повторяемости таких сильных событий оценивается всего в 100-120 лет.

Сравнительно близкие к поверхности очаги и высокие значения магнитуд показывают, что раз в 100-120 лет на всём протяжении Охотоморского побере-

жья Хабаровского края возможно генерирование волн цунами с высотой от 4-5 до 8-10 метров. Это подтверждается высотой волн цунами отмеченных в районе острова Монерон между Сахалином и Охотоморским побережьем Хабаровского края.



*Рис. 1. Центральная и южная часть бухты Моряк-Рыболов.
Бухта была затоплена цунами с высотой заплеска 4 м (1983 г.).
В зоне затопления свыше сорока одно-двух этажных зданий.*

Оценка риска цунами производилась по методике, предложенной Г.Л. Коффом и др. [2]. При этом учитывались следующие характеристики: характер подводного берегового склона, экспозиция берега по отношению к цунами, наличие пляжа или морской террасы, наличие речных долин в тыловой части бухты, степень открытости бухты.

В целом залив Находка и залив Восток имеют одинаковые показатели цунамиопасности -28,2 балла. Однако в пределах этих заливов выделяются отдельные бухты, имеющие повышенные оценки риска цунами. В заливе Находка, к ним относятся бухты Попова, Новицкого и Мусатого. В заливе Восток наибольшую цунамиопасность имеют бухты Гайдамак, Средняя, Подосенова. Необходимо отметить, что бухты в заливе Восток имеют более высокие значения показателей опасности проявления цунами. Из бухт, не входящих в данные заливы, следует отметить бухты Врангеля, Ливадия, Анны, Открытая. С нашей точки зрения максимального проявления волн цунами следует ожидать в бухтах Гайдамак, Подосенова.

Условно по степени цунамиопасности можно выделить три группы бухт: низкая (до 26 баллов), средняя (26-34 балла) и высокая (более 34 баллов) опасность. К первой группе относится бухта Находка [3], что связано с ее закрытостью от предполагаемого направления распространения волны. Ко второй группе относятся бухты Козьмино, Тунгус, Попова, Прогулочная, Прозрачная, Козина, Литовка, Восток, Рифовая и оз. Лебедино. В третью группу входят бухты Врангеля, Подосенова, Средняя, Гайдамак, Ливадия, Анна, Открытая. Определяющими факторами

их повышенной цунамиопасности являются крутой подводный склон и открытость бухт к предполагаемому направлению распространения волн цунами.

Авторами выполнена оценка значимости зональных и локальных факторов формирования параметров риска цунами: высоты заплеска волны цунами над урезом и величины горизонтального заплеска. Работа выполнена с помощью корреляционного и регрессионного анализа по пяти выборкам:

Выборка 1, включает все семнадцать бухт исследованные авторами в июне 2009 года.

Выборка 2, так называемый первый кластер включающий бухты в Заливе Петра Великого.

Выборка 3, второй кластер бухты на восточном, северо-восточном побережье Приморского края, расположенные ближе всего к эпицентрам цунамических землетрясений.

Выборка 4, бухты третьего кластера расположенные на удалении от эпицентров цунамических землетрясений.

Выборка 5, группа бухт характеризующихся наиболее существенными значениями высоты заплеска и горизонтального заплеска (Валентин, Морьяк-Рыболов, Рудная Пристань, Каменка и Пластун, Терней и Джигит).



Рис. 2. Бухта Преображение. Бухта закрытая, заплеск волны цунами в 1983 г. - 1,5 м. В зоне влияния цунами первая морская терраса шириной до 25 м.

Первая выборка, включающая бухты, существенно различные по сейсмологическим, геоморфологическим, тектоническим и гидрогеографическим параметрам. Естественно, что коррелятивные зависимости оказались не высокими. Так, на высоту заплеска существенно влияет лишь гидролого-геоморфологический фактор. Тем не менее, и в этой выборке прослеживается параболическая зависимость меж-

ду суммами факторов и величинами горизонтального и вертикального заплеска. При анализе зависимости в кластере 1 следует принять во внимание извилистость Залива Петра Великого и наличие многочисленных денферов, в виде извилистых заливов второго и третьего порядков и островов. В этом кластере более существенной, оказалась роль речных долин в тыловой части бухт. Более яркими оказались зависимости между факторами риска цунами и параметрами цунами.

Так во втором кластере весьма информативными оказались зависимости между параметрами цунами с одной стороны и двумя факторами риска: характером подводного берегового склона и наличием речной долины тыловой части бухты. В этом кластере оказался весьма существенным коэффициент множественной корреляции между горизонтальными заплесками и суммой факторов. Однако наиболее существенными оказались корреляционные зависимости между параметрами цунами наиболее цунамиопасных бухт и факторами риска. Здесь наибольшую роль играет наличие на фронте бухты пляжа или широкой первой террасы, а также экспозиция берегового участка по отношению к коэффициенту цунамигенного землетрясения. Но наиболее существенно, как и в других кластерах, наличие в бухте пляжа или широкой первой террасы.

ВЫВОДЫ

Впервые для указанных территорий выполнена характеристика цунамиопасности побережий. Анализ полученных материалов позволил выделить наиболее цунамиопасные зоны и рекомендовать использование определенных участков из планируемой застройки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кофф Г. Л. Оценка риска цунами / Г. Л. Кофф, К. С. Ганзей К.С. Изд-во Дальнаука, Владивосток, 2007.
2. Иващенко А. П. Шикотанское цунами 5 октября 1994 г. / А. П. Иващенко, В. К. Гусяков, Джумагалиев и др // доклады РАН, 1996.
3. Г. Л. Кофф. Оценка воздействия опасных природных процессов на территории Находкинского городского округа / Г. Л. Кофф, С. С. Ганзей, А. И. Иващенко, А.Т. Беккер // Владивосток, Дальнаука, 2007.

Статья поступила в редакцию 25.06.2013

Г.Л. Кофф, доктор геол.-мін. наук, професор

О. В. Борсукова, канд. геол.-мін. наук

І. В. Чеснокова, доктор геол.-мін. наук

Институт Водних проблем РАН, Москва

О. В. Павленко, доктор геол.-мін. наук

Институт фізики Землі ім. О. Ю. Шмідта РАН, Москва

ОЦІНКА РИЗИКУ ЦУНАМІ НА УЗБЕРЕЖЖЯХ ОХОТСЬКОГО І ЯПОНСЬКОГО МОРЯ В РОСІЇ

Оцінка ризику цунамі була зроблена за методикою, запропонованою Г. Л. Коффом. Наступні характеристики були прийняті до уваги: характер підводного берегового схилу, експозиція берега по відношенню к цунамі, наявність пляжу або І морської тераси, наявність річкових долин в тилловій частині бухти, ступінь відкритості бухти.

Ключові слова: ризик, збиток, вразливість, цунамі.

G. L. Koff, doctor of geology, professor

O. V. Borsukova, PhD geology

I. V. Chesnokova, doctor of geology

Institute of Water Problems of RAS, Moscow

O. V. Pavlenko, doctor of geology

Institute of Physics of the Earth, Schmidt Russian Academy of Sciences

RISK ASSESSMENT OF THE TSUNAMI ON THE SHORES OF THE SEA OF OKHOTSK AND THE SEA OF JAPAN IN RUSSIA

Summary

Risk assessment of the tsunami produces by the method proposed by G. Koff et al. The following characteristics was taken into account: the nature of the underwater coastal slope, exposure, banks in relation to the tsunami, the presence of the beach or I marine terrace, etc.

Keywords: risk, damage, vulnerability, tsunami.