

### Общие черты землетрясений на территории России.

Статистика природных чрезвычайных ситуаций за последние годы показывает, что в Российской Федерации доля землетрясений в ЧС составляет 8%. Территория России, подверженная землетрясениям с интенсивностью более 7 баллов, составляет 20%, около 6% территории занимают особо опасные 8-9 – балльные зоны (Камчатка, Сахалин, Северный Кавказ, Прибайкалье и Якутия). Более 20 миллионов россиян проживают в зонах возможных разрушительных землетрясений.

Прибайкалье представляет один из активных сейсмических районов, особенно в южной части. Эпицентры тянутся здесь полосой вдоль тектонических депрессий, начинающихся на юго-западе впадиной озера Хубсугул и далее проходящих по линии впадин Иркутта и Тунки, оз. Байкал, р. Баргузин. Местные землетрясения достигают иногда большой силы (Кударинское 1903 г., Моиндинское 1949 г.).

В последние годы резко усилилась сейсмическая активность на Дальнем Востоке. В 1993 г. зарегистрировано 36 землетрясений, в основном в районах Камчатки и Сахалина.

В районе Магадана и в Верхоянском хребте известны землетрясения 7-балльной силы. На Камчатке и в полосе Курильских островов тектонические землетрясения часты и сильны; одновременно отмечаются вулканические землетрясения, т. е. крупные волны на водной поверхности океана, которые при моретрясениях с большой скоростью устремляются на низменные берега суши и могут причинить большие бедствия (например, в 1923 г. близ Усть-Камчатска).

Заметные колебания ощущаются в Приморье и, особенно на Сахалине, где возможны 7-балльные землетрясения.

Шикотанское землетрясение 4 октября 1994 г. сопровождалось волной цунами и многочисленными повторными толчками. В зоне землетрясения на островах Малой Курильской группы возникли обвалы и оползни грунта.

27 мая 1995 г. на севере острова Сахалин произошло сильнейшее за всю историю наблюдений в данном районе землетрясение. Главный толчок сопровождался многочисленными афтершоками (повторными толчками). Эпицентр находился вблизи посёлка Нефтегорск, который и принял на себя основную тяжесть катастрофы. Землетрясение унесло 1841 жизнь. Очаг землетрясения проявился в виде системы сейсмических разрывов и трещин общей протяжённостью около 40 км. По своим масштабам, разрушениям и жертвам – это одно из крупнейших землетрясений двадцатого столетия.

В равнинных областях Сибири и Европейской части России землетрясения практически отсутствуют. Лишь изредка сюда доходят в ослабленной форме колебания, возникшие в результате сильных землетрясений южных районов, или же ощущаются слабые подземные толчки карстового происхождения (в северных районах Европейской части России, на Урале и в Донбассе).

### *Прогноз землетрясений и профилактические мероприятия*

#### Методы прогноза землетрясений и оценка их последствий.

Тщательный анализ имеющихся данных позволяет предвидеть, в каких районах, и с какой силой могут проявляться землетрясения в будущем. В этом заключается сущность проблемы сейсмического районирования России, на основании которого составляются специальные инструкции и правила,

регулирующие сейсмостойкое строительство. Мероприятия по сохранению зданий от разрушений при подземных толчках заключаются в обеспечении высокого качества строительства, в укреплении стен поэтажными железобетонными поясами, по ограничению этажности, по упрощению плана здания с приближением его к изометрическим формам и др.

Карта сейсмического районирования, составленная Геофизическим институтом Академии наук РФ, одобрена Советом по сейсмологии при Президиуме Академии наук РФ и утверждена Правительством РФ в качестве официального документа, по которому устанавливается исходная цифра сейсмической бальной (т. е. силы вероятных землетрясений) для всех населенных пунктов сейсмических районов РФ. Согласно этой карте, различные сейсмические зоны занимают соответствующие площади (таблице 3.3).

Проблема прогноза землетрясений состоит в последовательном уточнении места и времени, в пределах которых следует ожидать разрушительные землетрясения той или иной энергии.

Таблица 3.3

Карта сейсмического районирования

| Район            | Баллы  |    |     |     |
|------------------|--|----|-----|-----|
|                  | 9  | 8  | 7   | 6   |
|                  | Площади сейсмических зон в тыс.км <sup>2</sup> |    |     |     |
| Кавказ           | 1  | 47 | 130 | 165 |
| Западная Сибирь  | –  | 23 | 246 | 411 |
| Восточная Сибирь | –  | 46 | 122 | 355 |
| Приморье         | –  | 12 | 108 | 270 |
| Камчатка         | 18   | 77 | 47  | 61  |

Различают несколько стадий прогноза: на годы (долгосрочный прогноз); на месяцы (среднесрочный прогноз); на неделю и меньше (краткосрочный прогноз); на дни и часы (непосредственный прогноз).

На территории страны развернута Единая система сейсмических наблюдений (ЕССН), включающая в себя сеть сейсмических станций, расположенных в разных точках страны, и вычислительные обрабатывающие центры, которая предназначена, в основном, для проведения долгосрочного прогноза. На территории Российской Федерации и бывших союзных республик работает Среднеазиатский региональный центр прогноза землетрясений, созданный на базе Института сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН Таджикистана. Действует Кавказский региональный центр прогноза землетрясений в Тбилиси. Проводятся исследования в территориальном центре прогноза на Камчатке.

Со среднесрочным прогнозом дело обстоит сложнее. Здесь счет идет уже на недели, для передачи и обработки данных дорог каждый день, и поэтому необходима автоматизированная система прогноза землетрясений. Элементы такой системы имеются в ряде регионов нашей страны.

С краткосрочным прогнозом положение тяжелое. Счет в таком прогнозе идет на дни и часы. Передачу данных надо вести в реальном времени. Это значит, что данные регистрации должны поступать в центр прогноза прямо после их получения на наблюдательных пунктах. В настоящее время системы

краткосрочного прогноза не созданы, однако технические средства для создания подобной системы у человека имеются.

Отсутствует также в нашей стране и за рубежом система осуществления непосредственного прогноза.

Методы прогноза землетрясений основываются на наблюдении аномалий геофизических полей, измерении значений этих аномалий и обработки полученных данных. Соответственно различают несколько методов прогноза землетрясений.

*Метод оценки сейсмической активности.* Месторасположение и число толчков различной магнитуды может служить важным индикатором приближающегося сильного землетрясения. Часто сильное землетрясение сопровождается большим числом слабых толчков. Выявление и подсчет землетрясений требует большого числа сейсмографов и соответствующих устройств для обработки данных.

*Метод измерения движения земной коры.* Географические съемки с помощью триангуляционной сети на поверхности Земли и наблюдения со спутников из космоса могут выявить крупномасштабные деформации поверхности Земли. На поверхности Земли проводится точная съемка с помощью лазерных источников света. Повторные съемки требуют больших затрат времени и средств, поэтому измерения производят один раз в несколько лет.

*Метод выявления опускания и поднятия участков земной коры.* Вертикальные движения поверхности Земли можно измерить с помощью точных нивелировок на суше или море, мореографов в море. Поднятие и опускание участков земной коры может свидетельствовать о возможности наступления сильного землетрясения.

*Метод измерения наклонов поверхности.* Для измерения вариаций угла наклона земной поверхности используются специальные приборы – наклономеры. Сеть наклономеров устанавливают около разломов на глубине 1–2 м и ниже поверхности земли, измерения указывают на изменения наклонов незадолго до возникновения землетрясений.

*Метод измерения деформации горных пород.* Для измерения деформаций горных пород бурят скважину и устанавливают в ней деформографы, фиксирующие величину относительного смещения двух точек.

*Метод определения уровня воды в колодцах и скважинах.* Уровень грунтовых вод перед землетрясением часто повышается или понижается из-за изменений напряженного состояния горных пород. Уровень воды в скважинах вблизи эпицентра часто испытывает стабильные изменения: в одних скважинах он становится выше, в других – ниже.

*Метод оценки изменения скорости сейсмических волн.* Скорость сейсмических волн зависит от напряженного состояния горных пород, через которые волны распространяются, а также от содержания воды и других физических характеристик. При землетрясениях образуются различные типы сейсмических волн. Наибольший интерес среди этих волн представляют продольная  $P$  и поперечная  $S$  волны. Установлено, что перед сильным землетрясением наблюдается резкое уменьшение отношения скоростей волн  $P$  и  $S$ , что может явиться признаком, подтверждающим возможность землетрясения.

*Метод регистрации изменения геомагнитного поля.* Земное магнитное поле может испытывать локальные изменения из-за деформации горных пород и

движений земной коры. С целью измерения малых вариаций магнитного поля используют специальные приборы – магнитометры.

*Метод регистрации изменения земного электросопротивления.* Одной из причин изменения электросопротивления горных пород может явиться изменение напряженности горных пород и содержания воды в земле, что, в свою очередь, может быть связано с возможностью возникновения землетрясения. Измерения электросопротивления проводятся с помощью электродов, помещаемых в почву на расстоянии нескольких километров друг от друга. При этом измеряется электрическое сопротивление толщи земли между ними.

*Метод определения содержания радона в подземных водах.* Радон – это радиоактивный газ, присутствующий в грунтовых водах и в воде скважин. Период полураспада его равен 38 суткам, радон постоянно выделяется из земли в атмосферу. Перед землетрясением происходит резкое изменение количества радона, выделяющегося из воды глубоких скважин.

*Метод наблюдения за необычным поведением животных, птиц, рыб.* Необычное поведение многих живых существ объясняется тем, что они гораздо более чувствительны к звукам и вибрациям, чем человек.

Для принятия решения по ликвидации последствий землетрясений важно умение оценить эти последствия.

Существует несколько способов оценки последствий землетрясений. Их основу составляют использование карт сейсмического районирования, на которых выявлены очаги будущих землетрясений, построение для этих очагов моделей изосейст (т. е. линий равной бальности) и оценка вероятностей разрушения зданий различных типов, попадающих в область действия землетрясения. Оценка последствий землетрясений для региона рассматривают в виде суммарного ущерба всех землетрясений в течение заданного интервала времени. Методика получения данных оценок разработана в ИФЗ АН РФ. Данные оценки получены в виде величин сейсмического риска за интервал времени 20–25 лет. Методика основана на том, что землетрясения представляют собой случайный поток Пуассона, не учитывает ущерб от повторных толчков (афтершоков) и представляет интерес для долгосрочного прогнозирования ущерба от землетрясений.

Прогнозировать последствия от разрушительных землетрясений можно также с помощью сейсмических шкал. Например, в шкале *MSK–64* принята следующая классификация: по типам зданий (таблица 3.4); по процентному количеству разрушенных зданий с учетом отдельных разрушений, многих и большинства зданий; по степени повреждений зданий: учитываются повреждения зданий, соответствующие 1-й, 2-й, 3-й, 4-й и 5-й степени повреждения зданий и сооружений, а также последствия по масштабам разрушений.

Таблица 3.4

Сейсмическая шкала для различных типов зданий

| Типы зданий | Описание зданий  |
|-------------|--|
| А           | Здания из рваного камня, сельские постройки, дома из кирпича-сырца, глинобитные дома       |
| Б           | Кирпичные дома, дома крупноблочного типа, здания из естественного тесаного камня           |
| В           | Здания панельного типа, каркасные железобетонные здания, деревянные дома хорошей постройки |

### Оценка последствий катастрофических землетрясений.

Методики прогнозирования последствий катастрофических землетрясений предназначены для решения следующих задач: оценки и прогнозирования разрушений зданий и сооружений на территории населенного пункта; определения характеристик степеней разрушения; оперативного построения изосейст, в том числе на основе сейсмического микрорайонирования; определения зоны средней бальности и бальности для различных зданий и сооружений.

Воздействие землетрясений на здания и сооружения вызывается интенсивными колебаниями грунтов. В качестве обобщенной характеристики сейсмического воздействия землетрясения на здания и сооружения принята интенсивность землетрясения, выраженная в баллах.

Степень разрушения зданий и сооружений определяется превышением фактической интенсивности землетрясения (в баллах) над расчетной в месте их расположения. Под расчетной сейсмостойкостью понимается максимальная интенсивность сейсмического воздействия землетрясения, при котором здания и сооружения не получают разрушений либо получают допускаемые повреждения, сохраняя при этом свои эксплуатационные качества и обеспечивая безопасность людей и сохранность оборудования.

При оценке и прогнозировании характера и степеней разрушения зданий и сооружений рассматриваются три типа объектов – элементов застройки населенного пункта: точечные, площадные и протяженные.

Точечные объекты характеризуются размерами в плане (длина и ширина), каждый из размеров превышает ширину зоны средней бальности.

Площадные объекты характеризуются размерами в плане (длина и ширина), один из размеров, которых значительно превышает другой и превышает ширину зоны средней бальности.

Протяженные объекты характеризуются размерами в плане (длина и ширина), один из размеров значительно превышает другой и превышает ширину зоны средней бальности.

Сейсмическое микрорайонирование – количественная оценка изменения (увеличения или уменьшения) сейсмической бальности по сравнению с ее исходной величиной на основе комплексного изучения сейсмических свойств грунтов, инженерно-геологических и гидрогеологических особенностей площадок строительства.

При выборе типа наземного здания используется следующая классификация зданий по этажности: малоэтажные (высотой до 4-х этажей); многоэтажные (от 5 до 8 этажей); повышенной этажности (от 9 до 25 этажей); высотные (более 25 этажей).

Здания и сооружения с сейсмической защитой отличаются от аналогичных зданий и сооружений, расположенных в несейсмических зонах тем, что в них применены инженерные мероприятия и технические решения, позволяющие повысить расчетную сейсмостойкость до 7–9 баллов.

Для оценки последствий требуются следующие исходные данные: план или карта местности (населенного пункта, объекта) с нанесенными изосейстами прогнозируемых землетрясений с учетом сейсмического микрорайонирования; детальная характеристика застройки с указанием типов и конструктивных особенностей зданий и сооружений.

В случае отсутствия плана или карты местности с нанесенными изосейстами прогнозируемых землетрясений вместо них должны быть: мощность очага землетрясения, характеризующаяся магнитудой; глубина очага землетрясения. При необходимости построения изосейст на основе микрорайонирования к указанным данным добавляются инженерно-геологические условия местности (населенного пункта, объекта).

### **Рекомендации населению по поведению при землетрясении.**

Существенной особенностью опасного природного явления – землетрясения является то, что поражающее воздействие на людей, разрушение жилых домов, производственных зданий, сооружений и других народнохозяйственных объектов происходит в короткие сроки – считанные десятки секунд. При этом очень редко причиной человеческих жертв бывает непосредственное движение (колебание) почвы. Большинство жертв является результатом падения предметов, стекол, камней, стен и т. д., когда сильные колебания сотрясают, разрушают здания, сооружения.

Основными причинами несчастных случаев при землетрясениях являются:

- падение кирпичей, дымовых труб, карнизов, балконов, лепных украшений, облицовочных плит, рам, осветительных установок, обрушение частей здания;
- падение (особенно с верхних этажей) битых стекол;
- зависание и падение на проезжую часть улицы разорванных электропроводов;
- падение тяжелых предметов в квартире;
- пожары, вызванные утечкой газа из поврежденных труб и замыканием электролиний;
- неконтролируемые действия людей в результате паники и др.

Относительно слабые землетрясения (до 5 баллов) не причиняют ущерба. Если сила землетрясения сразу или постепенно достигла 5–6 баллов, следует запомнить его описание и опасные признаки. После этого колебания становятся еще сильнее, достигая 7 баллов и более. Если начинаются 8–9-балльные толчки до того времени, когда последуют самые сильные колебания и возникает опасность разрушения здания, пройдет 15–20 секунд. Наиболее сильные колебания длятся несколько десятков секунд, расшатывая здания. Затем колебания идут на убыль в течение 30 секунд или более.

После сильной раскачки и толчков здание может начать разрушаться (падение отдельных плит перекрытия или блоков капитальных стен), в этом случае попытка покинуть здание может быть менее рискованной, чем пребывание внутри здания.

В сейсмоопасных районах с целью уменьшения числа травм и человеческих жертв необходимо заблаговременно:

- наметить план действий в чрезвычайной обстановке и договориться о месте сбора семьи после землетрясения, составить список телефонов, чтобы можно было вызвать противопожарную, медицинскую помощь, милицию или представителей МЧС РФ;
- определить путь движения с учётом малого запаса времени до наибольших колебаний и толчков. Землетрясение может случиться ночью, при этом двери и проходы будут местами скопления людей, что может помешать быстрому выходу из здания. В этом случае для эвакуации необходимо использовать окна первого этажа;
- определить безопасные места, где можно переждать толчки. Это могут быть – проёмы капитальных внутренних стен; углы, образованные капитальными внутренними стенами; места у капитальных внутренних стен, у колонн и под балками каркаса. Наиболее опасными местами в зданиях во время землетрясения являются большие застеклённые проёмы наружных и внутренних стен, угловые комнаты, особенно последних этажей, лифты;

- проверять состояние электропроводки, водопроводных и газовых труб. Все взрослые члены семьи должны быть обучены отключению электричества, газа и воды в квартире, подъезде, доме, а также оказанию первой медицинской помощи, прежде всего, при травмах;

- подготовить самые необходимые вещи (предметы) и хранить их в месте, известном членам семьи (радиоприемник на батарейках; запас консервированных продуктов и питьевой воды из расчета на 3–5 сут.; аптечку первой медицинской помощи с двойным запасом перевязочных материалов и с набором лекарств, необходимых хронически больным членам семьи; переносной электрический фонарь, ведро с песком, огнетушитель автомобильный);

- подготовить документы и хранить их в одном легкодоступном месте недалеко от входа в квартиру. Там же хранить рюкзак, в котором должны быть фонарь, топорик (секач), спички, немного еды, аптечка, свечи, запасная одежда и обувь (по сезону) в расчете на всю семью; при наличии гаража или садового домика их можно использовать как убежища в первые дни после землетрясения. При этом менее надежными являются постройки, расположенные на оползневых склонах;

- прочно прикрепить к стенам или к полу шкафы, этажерки, стеллажи; мебель разместить так, чтобы она не могла упасть на спальные места, перекрыть выходы из комнат, загородить двери; тяжелые вещи, лежащие на полках или на мебели, прочно закрепить или переместить вниз;

- проверить отсутствие полок над спальными местами, входными дверями, плитами, раковинами, унитазами; закрыть переднюю часть полок с посудой, надежно закрепить люстры и люминесцентные светильники;

- проверить, что емкости с легковоспламеняющимися веществами и едкими жидкостями содержатся надежно закупоренными и хранятся так, чтобы они не могли упасть и разбиться при колебании здания;

- проводить тренировки (репетиции), продумать, как повысить безопасность детей, пожилых людей, инвалидов и больных.

#### Ликвидация последствий землетрясений.

Массовые разрушения жилых и общественных зданий на значительной территории, повреждение дорог, железнодорожных путей, выход из строя объектов энергообеспечения и коммунальных сетей, телефонной связи, гибель людей и животных вызывают необходимость решения ряда задач по ликвидации последствий землетрясений.

В ходе ликвидации последствий землетрясения можно выделить два основных этапа:

- аварийно-спасательных и других неотложных работ;
- восстановление социально-экономического потенциала зоны бедствия.

*Этап 1.* В первые часы и сутки после землетрясения в кратчайшие сроки взять под жесткий контроль и организовать целенаправленную деятельность всех местных и прибывающих органов и сил в целях спасения людей, оказавшихся в завалах разрушенных зданий и сооружений. Для этого: восстановить нарушенное управление, оценить обстановку и масштабы последствий землетрясения, усилить комендантскую службу и охрану общественного порядка, изолировать от посторонних пострадавшие районы, создать группировку сил и организовать проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ, обеспечить минимально необходимые условия жизни населения в районе бедствия. При создании группировки сил учитывать необходимость проведения всего комплекса работ в возможно короткие сроки. При выполнении аварийно-спасательных и других неотложных работ, а также мероприятий по обеспечению жизнедеятельности населения основными задачами являются:

*по аварийно-спасательным работам:*

- определение объемов и степени повреждений различных зданий и сооружений, определение мест наибольшего скопления пострадавших в завалах и рассредоточение на их спасение сил и средств;
- поиск и извлечение пострадавших из-под завалов, оказание им первой помощи с последующей эвакуацией в стационарные лечебные учреждения;
- извлечение из-под завалов погибших людей, их регистрация и организация захоронения;

*по другим неотложным работам:*

- расчистка подъездных путей и площадок для расстановки прибывающей техники, устройство проездов и поддержание в исправном состоянии маршрутов движения; восстановление разрушенных железнодорожных магистралей;
- локализация и тушение пожаров, ликвидация аварий и их последствий на коммунально-энергетических и технологических сетях, угрожающих жизни пострадавших и затрудняющих ведение аварийно-спасательных работ;
- обрушение конструкций зданий и сооружений, угрожающих обвалом, крепление неустойчивых частей завалов от перемещений в процессе работ;
- восстановление стационарных электросетей для освещения основных транспортных магистралей городов и населенных пунктов, а также объектов, на которых проводились аварийно-спасательные работы;
- организация комендантской службы и охраны общественного порядка (ООП) в целях упорядочения движения транспорта на объектах работ и прилегающих автомагистралях;
- контроль за применением техники в соответствии с её предназначением, пресечение случаев воровства и мародерства;
- учет и передача в соответствующие органы обнаруженных в ходе работ ценностей (денег, ювелирных изделий и т. д.);
- организация комплекса противоэпидемических и санитарно-гигиенических мероприятий в целях предупреждения заболеваний среди личного состава, привлекаемого для аварийно-спасательных работ;
- организация захоронения животных, погибших во время землетрясения;

*по материальному и техническому обеспечению:*

- укомплектование формирований автокранами, экскаваторами, погрузчиками, бульдозерами, автосамосвалами и средствами малой механизации;
- техническое обслуживание и текущий ремонт техники и обеспечение ее горюче-смазочными материалами;
- своевременное обеспечение личного состава сменным обмундированием, средствами индивидуальной защиты, необходимым инструментом и оборудованием;
- обеспечение жизнедеятельности личного состава, привлекаемого для проведения работ, размещение, организация питания, банно-прачечного и медицинского обслуживания, работы почтовой связи;

*по обеспечению жизнедеятельности населения пострадавших городов и населенных пунктов:*

- временное отселение из пострадавших районов нетрудоспособного населения, в первую очередь женщин и детей, в не пострадавшие районы и области;
- обеспечение пострадавшего населения теплыми вещами и предметами первой необходимости, организацию питания и обеспечение водой, временное размещение в палатках, домиках и сохранившихся сейсмоустойчивых зданиях;

- профилактика и предупреждение возникновения инфекционных заболеваний среди населения, выявление и изоляция заболевших;

- проведение комплекса мероприятий по ликвидации психологических травм и шоковых состояний, организация справочно-информационной службы о местах и времени захоронения погибших, размещение пострадавших в лечебных учреждениях и местах расселения эвакуированного населения.

*Этап 2.* При ликвидации последствий землетрясений развертываются работы по экономическому и социальному восстановлению пострадавших районов: возобновление производственной деятельности промышленности и объектов инфраструктуры, обеспечение жизнедеятельности населения в пострадавших районах. Параллельно со строительно-монтажными работами, выполняются следующие работы:

- разборка завалов и вывоз поврежденных конструкций и строительного мусора в отвалы;

- санитарная очистка городов и населенных пунктов;

- доставка домиков-вагонов со станций разгрузки в назначенные места, сбор и сдача металлолома;

- другие работы в интересах обеспечения жизнедеятельности населения.