

УСТОЙЧИВОСТЬ ТЕРРИТОРИИ СТУДЕНЧЕСКОГО ГОРОДКА В ЧС ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА

Тирасполь 2010 г

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
 ГЛАВА I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ	 8
1.1. Анализ исследований в области сейсмической опасности и сейсмического риска для территории Молдовы и ПМР.....	8
1.2. Региональная сейсмическая опасность территории РМ и Приднестровья.....	15
1.3. Проблемы сейсмического районирования.....	20
Выводы к Главе 1.....	26
 ГЛАВА II. УСТОЙЧИВОСТЬ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ И ИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	 28
2.1. Общие понятия об устойчивости работы объектов экономики и жизнеобеспечения населения.....	28
2.2. Порядок проведения исследования и оценки устойчивости функционирования объекта в ЧС мирного времени.....	31

2.3. Основные направления подготовки и проведения комплекса мероприятий по предупреждению ЧС и повышению устойчивости функционирования предприятий, организаций, учреждений.....	37
2.4. Основные направления повышения устойчивости функционирования организаций, предприятий, учреждений.....	42
Выводы к Главе 2	45

ГЛАВА III. МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ СТУДЕНЧЕСКОГО

ГОРОДКА.....	46
3.1. Оценка инженерной обстановки на территории городка.....	46
3.2. Оценка аварий на коммунально-энергетических сетях.....	50
3.3. Расчет показателей для планирования аварийно-спасательных работ (численность пострадавших, оказавшихся под завалами, потребность во временном жилье).....	52
Таблица 5. Расчетные данные.....	54
Гистограмма 1.....	55
Гистограмма 2.....	56
Гистограмма 3.....	57
3.4. Пожарная обстановка.....	58
3.5. Меры по повышению физической устойчивости зданий и сооружений, оборудования и повышение технологической стойкости объектов экономики	62
Выводы к Главе 3.....	65
Заключение.....	67
Список используемой литературы.....	68

УСТОЙЧИВОСТЬ ТЕРРИТОРИИ СТУДЕНЧЕСКОГО ГОРОДКА В ЧС ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА

Актуальность исследования состоит в том, что с рассмотрением проекта Закона ПМР «О гражданской защите, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» и принятием Закона РФ «О защите населения и территории от ЧС природного и техногенного характера» сущность устойчивости функционирования организации и объекта в ЧС была пересмотрена: на первый план поставлена задача защиты жизни людей [1].

Вопросы повышения устойчивости функционирования организаций в конце 90-х годов, в основном, рассматривались применительно к чрезвычайным ситуациям, характерным для военного времени. Вместе с тем в современных условиях на первое место вышли проблемы предупреждения ЧС мирного времени техногенного и природного характера, смягчения последствий стихийных бедствий и создания условий для быстрой ликвидации их последствий. До недавнего времени усилия многих стран по уменьшению опасности стихийных бедствий были направлены на ликвидацию последствий природных явлений, оказание помощи пострадавшим, организацию спасательных работ, предоставление материальных, технических и медицинских услуг, поставку продуктов питания и т.д. Однако необратимый рост числа катастрофических событий и связанного с ними ущерба делает эти усилия все менее эффективными и выдвигает в качестве приоритетной новую задачу: *прогнозирование и предупреждение природных катастроф*.

Анализ литературы по исследованию устойчивости объектов экономики и территорий в ЧС природного характера показал, что, несмотря на всю важность данного вопроса, исследователями эта тема мало освещена и недостаточно разработана. Тема повышения устойчивости функционирования объектов в современных условиях приобретает все

большее значение. Это связано с рядом причин, основными из которых являются:

1) ослабление механизмов государственного регулирования и безопасности в различных сферах, снижение трудовой дисциплины на всех уровнях, произошедшие в результате перестройки экономики и финансового кризиса;

2) высокий и прогрессирующий износ основных производственных фондов, с одновременным снижением темпов обновления этих фондов;

3) повышение технологических мощностей на ограниченных пространствах, продолжающийся рост объемов транспортировки, хранения и использования различных опасных веществ, материалов и изделий, представляющих угрозу населению и окружающей среде;

4) несовершенство законодательной и нормативно-правовой базы, обеспечивающей в новых экономических условиях устойчивое и безопасное функционирование объектов экономики, стимулирующей мероприятия по снижению риска ЧС и смягчению их последствий;

В результате теоретического изучения исследований в данном направлении были выделены **противоречия**, разрешение которых весьма необходимо для эффективной организации процесса обеспечения безопасности персонала:

1. между угрозой возникновения ЧС природного характера и разработанностью проблемы повышения устойчивости объектов и их территорий;

2. между необходимостью повышения уровня безопасности и недостаточного знания критического параметра поражающих факторов регионального значения;

3. между необходимостью сохранения материальных и духовных ценностей, созданных и накопленных учебными заведениями и реальной угрозой их уничтожения.

Данные противоречия обозначили **проблему** исследования, которая состоит в том, чтобы в условиях возрастающего риска ЧС природного характера обеспечить высокий уровень безопасности персонала и сотрудников ОУ.

С учетом вышеизложенного сформулирована **тема исследования**: «Устойчивость территории студенческого городка в ЧС природного характера».

Объектом исследования выступает процесс обеспечения безопасности персонала и студентов университета в ЧС природного характера.

Предметом исследования является устойчивость территории студенческого городка в ЧС природного характера.

Цель исследования состоит в создании модели сейсмического риска, как основы для разработки мероприятий по повышению устойчивости территории студенческого городка в геологических ЧС эндогенного характера.

Гипотеза исследования основана на предположении, что процесс обеспечения безопасности персонала и студентов университета в ЧС природного характера будет обеспечен на высоком уровне, если:

- выявлены особенности сейсмической опасности для региона и определены критические параметры поражающих факторов;
- проанализированы совокупность факторов, влияющих на устойчивость территории;
- результатом прогнозирования будет создание модели сейсмического риска, как основы для разработки комплекса мероприятий по повышению устойчивости территории.

Для подтверждения гипотезы необходимо выполнить следующие **задачи исследования**:

1. Выявить взаимосвязь между тенденцией развития сейсмической опасности для региона и разработанностью проблемы повышения безопасности населения в ЧС природного характера.

2. Оценить физическую устойчивость и уязвимость объектов территории университета в геологических ЧС эндогенного характера при помощи моделирования сейсмической опасности.

3. Создать модель сейсмического риска для разработки мероприятий по повышению устойчивости функционирования территории.

Для реализации первой задачи был проведен теоретический и статистический анализ исследований в данной области.

Для реализации второй и третьей задач были применены практические методы исследования – прогнозирование, т.е. исследование конкретных перспектив развития тектонического воздействия, и моделирование сейсмической опасности для территории студенческого городка.

ГЛАВА I. «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ»

1.1. Анализ исследований в области сейсмической опасности и сейсмического риска для территории Молдовы и ПМР.

Землетрясения по своим разрушительным последствиям, числу жертв и воздействию на среду обитания человека занимают одно из первых мест среди других природных катастроф. Они обусловлены продолжающейся сотни миллионов лет глобальной эволюцией литосферы нашей планеты[2].

В недрах земли постоянно происходят сложные процессы. Под действием глубинных тектонических сил возникают напряжения, слои земных пород деформируются, сжимаются в складки и с наступлением критических перегрузок смещаются и рвутся, образуя разломы земной коры. Разрыв сопровождается мгновенным толчком или серией землетрясений. Происходит разрядка энергии, накопившейся в недрах. Энергия, выделившаяся на глубине, передается посредством упругих волн в толще земной коры и достигает поверхности Земли, где и происходят разрушения. [3]

Основными понятиями, связанными с социально-экономическими последствиями землетрясений, являются следующие:

- *сейсмическая опасность* - вероятность возникновения (превышения, не превышения) сейсмического эффекта определенной величины в данном пункте в течение заданного интервала времени (измеряется в баллах, пиковых ускорениях и т.п.).

- *сейсмическая уязвимость* - отношение ожидаемых затрат по восстановлению объекта к его первоначальной стоимости (измеряется от 0.0 до 1.0).

- *сейсмический риск* - вероятность потерь от землетрясений за определенный промежуток времени в соответствии с сейсмической

опасностью и уязвимостью объектов (число возможных жертв, экономический и экологический ущерб и др.).

- *сейсмическое районирование* - это картирование сейсмической опасности.

Сейсмическая опасность с каждым годом не уменьшается, а растет в прямой связи с хозяйственным освоением сейсмоактивных территорий и воздействием человека на литосферную оболочку Земли (строительство крупных гидротехнических сооружений, добыча полезных ископаемых и т.п.). Повышенный сейсмический риск связан и с размещением в сейсмоактивных регионах атомных электростанций и других экологически опасных объектов, поскольку даже незначительные землетрясения могут нарушить их нормальное функционирование.

Территория Республики Молдова и ПМР подвержена сейсмической опасности очень высокого уровня. В определенных локальных зонах, возможны сотрясения в 9 баллов по шкале MSK, что может повлечь за собой катастрофические последствия для населения соответствующих зон. Опыт сильных последних землетрясений (4 марта 1977, 30 августа 1986 гг.) показал, что даже в относительно стабильных условиях землетрясения могут нанести значительный ущерб экономической и социальной жизни Республики. Так, например, в результате землетрясения 30 августа 1986 было 2 погибших, 561 раненый, 1169 полностью разрушенных и более 7000 сильно поврежденных зданий; только прямой ущерб составил около 700 миллионов долларов США.

Основное сейсмическое воздействие на территорию Молдовы и ПМР оказывают землетрясения, очаги которых расположены вблизи ее южных и юго-западных границ. Можно выделить несколько сейсмических районов и регионов:

1. Район гор Вранча – расположен на территории Румынии в месте сочленения Восточных и Южных Карпат.
2. Район Добруджа – расположен на территории Румынии, южнее дельты р. Дунай.

3. Крымско-Черноморский регион – охватывает акваторию Черного, Азовского морей и территорию Автономной Республики Крым.

4. Карпатский регион – занимает территорию Украинских Карпат, Закарпатье, Буковину и прилегающие районы Словакии, Венгрии, Румынии и Молдовы.

5. Район Украинского Щита - составляет платформенную часть Украины.

Сейсмичность территории Республики Молдова определяют, в основном, землетрясения промежуточных глубин зоны Вранча, находящейся на территории Румынии.

Зона Вранча представляет собой активный и постоянный источник землетрясений, обладающий особыми характеристиками, почти уникальными на планете. Всемирно известный сейсмолог Ч.Рихтер [Richter,1977] отмечал, что "нигде в мире нет другого такого центра сосредоточения населения, подверженного периодическому воздействию землетрясений, генерируемых из одного и того же очага (Вранча)". Средняя периодичность мощных землетрясений в регионе Вранча - одно землетрясение в 30 лет, а малой мощности - около 100 в год.

В числе сильнейших следует упомянуть события, которые произошли в 1471, 1620, 1738, 1802, 1838, 1868, 1908, 1940, 1977, 1986 годах. Сведения о сейсмичности района Вранча известны с 984 г. За второе тысячелетие в этом районе наблюдалось 28 разрушительных землетрясений с интенсивностью в эпицентральной зоне более 8 баллов.

Регион Вранча характеризуется большой глубиной очагов землетрясений (75% всех землетрясений с $M \geq 4$ происходит на глубинах $H = 100 - 170$ км) и частыми землетрясениями больших магнитуд ($M > 7$). Здесь в малом объеме ($100 \times 70 \times 150 \text{ км}^3$) выделяется колоссальное количество энергии (около $8,57 \cdot 10^{11} \text{ Дж/год} \cdot \text{км}^3$). Это приводит к тому, что область разрушительных и ощутимых изосейст простирается на большие расстояния, охватывая всю территорию Молдовы и Украины, ощущается на территории

Греции и доходит до Финляндии. По глубинам очаги распределены неравномерно: основные диапазоны 130-160 и 100-110 км. Установлена тенденция к заглублению очагов с увеличением магнитуды.

Район Добруджа в отличие от зоны Вранча в сейсмическом отношении изучен слабо. Здесь отмечаются две группы эпицентров:

1. Северная часть Добруджи (вблизи городов Рени, Килия, Тульча и Исакча). Интенсивность на поверхности достигает примерно 6 баллов. Последнее по времени землетрясение произошло здесь 13 ноября 1981 г в дельте реки Дунай и было зарегистрировано многими сейсмическими станциями.

2. Центральная и южная Добруджа (район городов Кыршелаг, Бабадаг, Хыршов). К этой группе относится сильное землетрясение 14 октября 1892 г ($M=7,2$ и интенсивность 7-8 баллов). Предполагают, что именно оно вызвало сотрясения в Измаиле в 7-8 баллов. Семибальными сотрясениями была охвачена площадь около 4500 км².

В **Крымско-Черноморском регионе** землетрясения происходят значительно реже, чем в Карпатах. Очаги наиболее сильных землетрясений Крыма находятся в пределах земной коры на глубинах 10-40 км и образуют сравнительно узкую зону, протянувшуюся от Севастополя до Анапы, почти параллельно Южному берегу Крыма. Региональный каталог Крыма содержит сведения о 3800 землетрясений в диапазоне магнитуд $M=0-7,8$ с древнейших времен и до 2009 г. За три тысячелетия по данным следов сейсмических воздействий в археологических памятниках и палеосейсмодислокациях известно 10 сильных землетрясений с магнитудами более 6 и интенсивностью сотрясений в эпицентральной зоне более 8 баллов.

Из разрушительных достаточно полно изучены землетрясения **26 июня и 11 сентября 1927 г** с магнитудами 6 и 6,8 соответственно. Очаги этих землетрясений располагались в шельфовой части Черного моря вблизи г. Ялта.

Район Прикарпатья и Закарпатья относятся Западно-Украинской сейсмотектонической провинции, которая охватывает западные и юго-западные области Украины. Очаги землетрясений этого района локализованы в земной коре вдоль зон крупных разломов в пределах Закарпатья, Предкарпатья и на прилегающих склонах Восточно-Европейской платформы. По данным литературных источников землетрясения этого района не представляют особой опасности для строений и жизнедеятельности людей.

Если говорить о сейсмической опасности в Молдове и ПМР, то территория страны разбита на три сейсмоопасных зоны, в которых по данным многолетних наблюдений: в южной зоне возможны землетрясения интенсивностью 8 баллов, в центральной - 7 баллов на северо-востоке - 6 баллов

Кроме того, разрушительные последствия землетрясения зависят от особенности локально-грунтовых условий. К примеру, Кишинев находится в 7-балльной сейсмической зоне, но в разных районах столицы, из-за особенностей грунта, подземные толчки могут достигать где 6,7, а где и 8 баллов.

В Молдове имеются данные за последние 1000 лет о землетрясениях во Вранче. И согласно тысячелетнему учету, можно сделать выводы, что разрушительные землетрясения, были в конце 70-х и начале 80-х. Согласно наблюдениям, они повторяются примерно раз в 30 лет. Получается, что со времени того же землетрясения 1977 года в Румынии, либо 1982 в Молдове, прошел как раз тот период, после которого снова следует ожидать разрушительных толчков. Но это не означает, что они могут быть ровно через 30 лет. Землетрясения бывают несколькими годами раньше или позже. Предугадать никто не может, но важно быть готовыми, так как это может произойти в любой день.

Проведенный анализ литературных источников показал, что среди ученых нет единого мнения относительно модели глубинной сейсмичности зоны Вранча и Преддобружья и величины максимальной возможной

магнитуды. Произошедшие в конце 20–го столетия сильные Карпатские землетрясения выявили ряд характерных особенностей в проявлении сейсмического эффекта на поверхности в условиях многослойных толщ грунтов региона. Так, по мнению ученых, интенсивность на поверхности для территории Молдовы должна рассчитываться по формуле:

$$I_6 = 1.5M - 4.5 \lg \sqrt{(R^2 + H^2)} + 7.0 \quad (1)$$

Ранее использовалась формула:

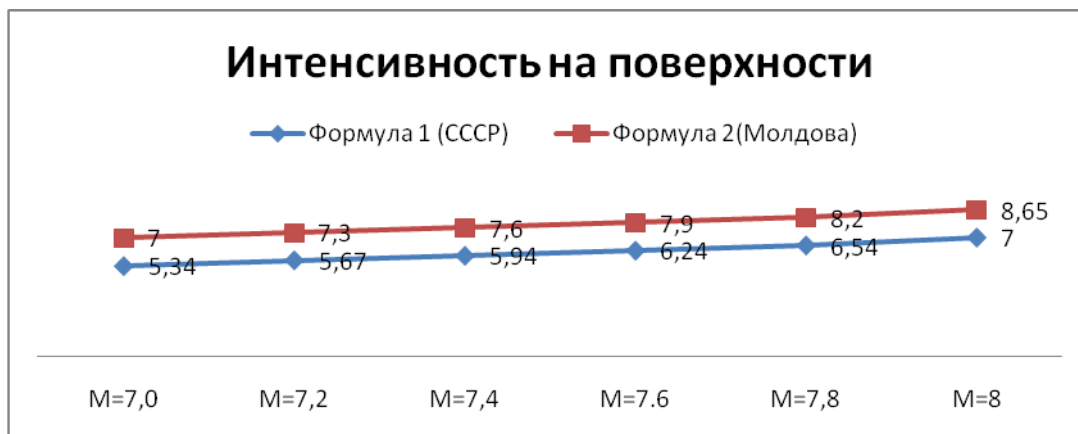
$$I_6 = 1.5M - 3.5 \lg \sqrt{(R^2 + H^2)} + 3.0 \quad (2)$$

Для подтверждения этих данных проведем расчет по двум формулам при различных интенсивностях и магнитудах и данные сведем в таблицу 1.

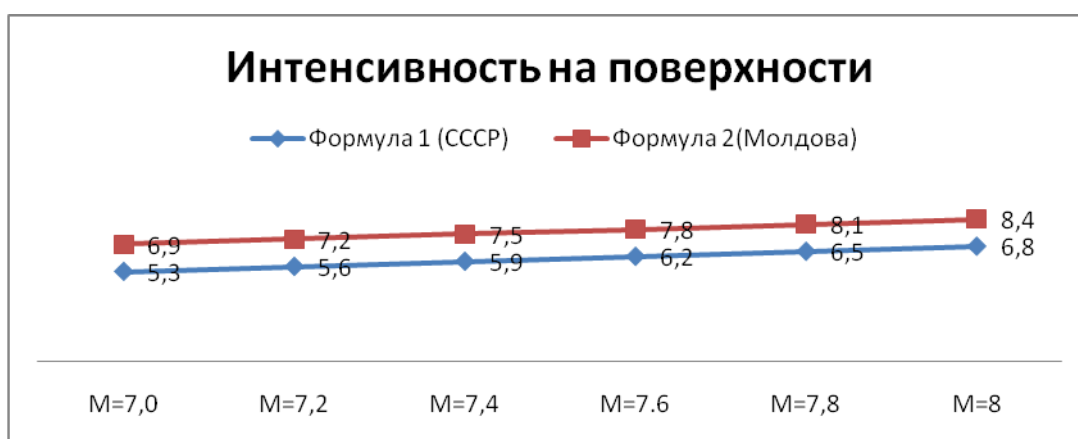
№ п/п	M=7	M=7,2	M=7,4	M=7,6	M=7,8	M=8
H=80 км						
По формуле 1	7	7,3	7,6	7,9	6,2	8,65
По формуле 2	5,34	5,67	5,94	6,24	6,54	7
H=100 км						
По формуле 1	6,9	7,2	7,5	7,8	8,1	8,4
По формуле 2	5,3	5,6	5,9	6,2	6,5	6,8
H=160 км						
По формуле 1	6,8	7,1	7,4	7,7	8,	8,3
По формуле 2	5,1	5,4	5,6	6,1	6,4	6,7

Таблица 1. Сравнительные величины интенсивности землетрясения.

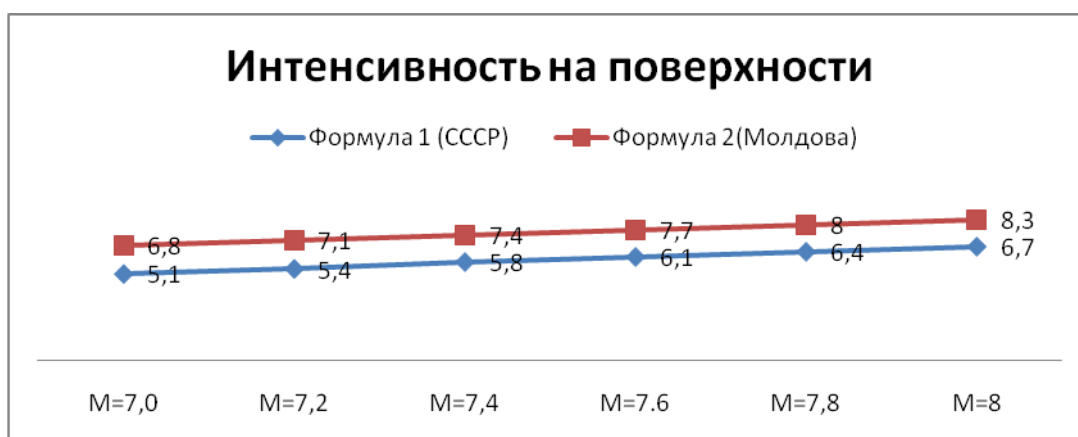
Для наглядности расчетов построим гистораммы 1-3.



Гистограмма 1. Интенсивность землетрясения на поверхности при H=80 км.



Гистограмма 2. Интенсивность землетрясения на поверхности при H=100 км.



Гистограмма 3. Интенсивность землетрясения на поверхности при H=160 км.

Проведенный анализ показал, что по новым формулам интенсивность на поверхности выше ранее рассчитанным почти на 1,5-2 балла. Применение

методики районирования, действующей на пространствах бывшего СССР, оказалось неправомерным на территории Молдовы и ПМР и существует необходимость в разработке современной карты сейсмического районирования и микрорайонирования [4].

1.2. Региональная сейсмическая опасность территории РМ и Приднестровья.

Земная кора на территории Молдавии осложнена серией тектонических разломов, которые дробят её на различные по размерам геологические структуры. Многие из них под влиянием эндогенных процессов испытывают поднятия и опускания. Так, например, Кодринская структура испытывает наиболее интенсивные поднятия, а Нижнеднестровская — опускания. Эти движения земной коры иногда провоцируют отдельные слабые землетрясения [4].

Но в Молдавии имели место и сильные землетрясения, как это было в 1865, 1894, 1934, 1940, 1977 и 1986 годах, которые связаны с более активными и мощными движениями земной коры, происходящими в соседних молодых Карпатских горах, имеющими нередко большую разрушительную силу. Так как карпатские землетрясения вызывают разрушения на территории многих стран Европы, данные об интенсивности сотрясений собирались специалистами многих стран, пользовавшихся разными шкалами для своих оценок [5].

Первым сильным событием IVIII века было землетрясение **11 июня 1738 г.** В истории Молдовы его называют страшным и ужасным, когда развалилась старая башня монастыря Голия в Яссах, а другие монастыри получили повреждения, и большинство домов было разрушено. В Бухаресте рухнула башня господарского двора, разрушено большое количество домов и церквей. В каталоге оно представлено как вранчское промежуточное с интенсивностью в эпицентре $I_0 = 8-9$ баллов.

Следующее сильное землетрясение произошло **6 апреля 1790 г.** и сопровождалось афтершоками в течение нескольких суток. Оно вызвало сотрясения в Галиции, Трансильвании, Молдавии и Валахии. Область осязаемости простирается от Житомира до Киева на севере, Херсона и Крыма на востоке. В Кишиневе, Бендерах появились трещины в зданиях, отпадала штукатурка, были трещины в печах. В Бельцах упали дымовые трубы, появились трещины в стенах, падали карнизы.

В следующем XIX веке разрушительное землетрясение произошло **26 октября 1802 г.** Оно известно в литературе под названием «великое». Сотрясениями была охвачена почти вся Европа от острова Итака и Константинополя до Варшавы, Москвы и Петербурга. С наибольшей силой проявилось в Валахии, Молдавии и южной части Трансильвании. В плейстосейстовой области интенсивность превышала 8 баллов. В Бухаресте невымощенная часть города опустилась, и там появилось озеро, испаряющее серный запах. Сильно повреждены были церкви. Не устояла и рухнула известная своей архитектурой высокая башня Колца, выдержавшая в течение ста лет несколько землетрясений. В Болгарии сильные колебания наблюдались в Рушуке, Силистре, Варне, Видине, Землине. В Константинополе (Турция) землетрясение большого вреда не причинило, в предместьях Пера, Галата и Сараил несколько домов были повреждены.

На территории Молдовы имеется, к сожалению, мало конкретных данных об осязаемости события 1802 г., время возникновения которого совпало с периодом турецкого владычества. В Гербовецком и Каприяновском монастыре сохранились сведения о нем. Село Гербовец, стоявшее на горе, в результате землетрясения сместилось, что, вероятно, объясняется возникшим при землетрясении крупным оползнем. Исчезло озеро вследствие изменения в положении выходов подземных вод. Интенсивность землетрясения можно здесь оценить приблизительно в 7 баллов по шкале MSK – 64. Огромная каменная церковь в Каприяновском монастыре была сильно повреждена. В Сороках была повреждена каменная

церковь настолько сильно, что служить в ней больше не стали, и она впоследствии развалилась. На территории Украины землетрясение с наибольшей силой ощущалось на его – западе. В Черновицах некоторые дома были повреждены. В Киеве звонили сами собой колокола на здании городского управления. В России сейсмические колебания ощущались на всем побережье правого берега Оки, в городах Тула, Орел, Калуга, тогда как на левом берегу его совсем не было заметно [8].

Разрушительное землетрясение **26 ноября 1829** г. описано во многих работах, однако данных об эпицентральной области очень мало. Зато по Молдове, Украине и России конкретных сведений больше, чем для предыдущего события 1802 г. Землетрясению предшествовал ряд толчков 17, 20 и 23 ноября. В Бухаресте было разрушено 130 домов и ранено около 60 человек. Землетрясение ощущалось во всей Болгарии и в Польше в Хадинковце, Дубках, Потоцке, Хороденке, Орижковце. В Дубоссарах двери отворялись сами собой, с потолков сыпалась глина, в печах появились заметные скважины. В Бендерах повреждены трубы на зданиях, в казарме крепости образовались трещины, и во многих местах обвалилась штукатурка. В Тирасполе землетрясение продолжалось 4 минуты, во многих домах образовались трещины и побиты стекла. Повсеместно толчки сопровождались подземным гулом. В Одессе наблюдались 3 толчка, самым сильным был второй. Сотрясения шли с юго-востока на северо-запад и продолжались 4 минуты. Сейсмическое событие 1829 г. ощущалось также в Аккермане, Измаиле, Очакове, Черновцах, Бердичеве и Николаеве. К северо-востоку от эпицентра сотрясениями была охвачена территория вплоть до Львовского уезда Курской губернии. В Крыму землетрясение проявилось интенсивностью до 4 баллов. На юго-запад от эпицентра пределом ощущаемости явилась Мондавия близ Урбино на Адриатическом побережье Италии.

Следующее разрушительное землетрясение **23 января 1838** г. отмечено во многих литературных источниках. Основному событию за 12 минут

предшествовал слабо ощутимый в Бессарабии толчок. После него наблюдались афтершоки небольшой интенсивности. Землетрясение охватило Валахию, Молдавию, Трансильванию, юго-запад России и весь Балканский полуостров. В эпицентральной области были жертвы, большие разрушения. По берегам рек образовались многочисленные трещины и провалы с выбросами черной воды, оползни. В Бухаресте сотрясения продолжались в течение трех минут, почти все дома пострадали. В Бельцах колебания продолжались около 4 минут, в каменном соборе возле окон образовались трещины, и был сильно поврежден купол. На колокольне звонили сами собой самые малые колокола, в некоторых домах были повреждены стены, крыши, трубы. В Сороках в течение трех минут ощущались сильные сотрясения, здания колебались, мебель двигалась, двери распахивались настежь, птицы падали с насестов. Однако только в некоторых домах образовались трещины.

По историческим данным в районе села Копанка течение Днестра отошло на 5 км к востоку и стало омыwać левобережные села Слободзия и Чобручи. После данного разрушительного события 1838 г. царское правительство запретило строить в Кишиневе дома выше двух этажей.

В XX столетии наиболее сильные сейсмические события с интенсивностью в эпицентре 7 и выше баллов произошли 6 октября 1908 г., 29 марта 1934 г., 10 ноября 1940 г., 4 марта 1977 г., 30 августа 1986 г., 30 и 31 мая 1990г.

Землетрясение **6 октября 1908** г. охватило территории Румынии, Болгарии, юго-запада России, Польши. Граница ощущаемости на востоке доходит до Днепра. В Кишиневе многие здания получили значительные повреждения. Особенно сильно пострадали дома в нижней части города. В Тирасполе и Тигине люди в панике выбегали из квартир.

Землетрясение **29 марта 1934** г. с балльностью в эпицентре $I_0=7$ и глубиной порядка 90 км ощущалось в Румынии, Болгарии, Молдове и на Украине вплоть до Львова, Житомира, Киева, Днепропетровска.

За две недели до разрушительного землетрясения **10 ноября 1940 г.** произошел его форшок 22 октября интенсивностью в эпицентре 6-7 баллов. Землетрясение охватило всю Юго-Восточную Европу (Румынию, Болгарию, Югославию, Венгрию), докатилось до Турции, а в Советском Союзе – до Москвы и Ленинграда. Область, охваченная ощутимыми сотрясениями, составляет около 2 млн. кв. км. Землетрясение вызвало сильные разрушения во многих населенных пунктах Румынии, значительные повреждения зданий и сооружений в Болгарии. В пределах СССР землетрясение с максимальной силой проявилось на территории Молдавской ССР и юго-западных районах Украинской ССР.

Через 37 лет происходит следующее разрушительное землетрясение, близкое к максимальным возможным в Карпатском регионе. Землетрясение **4 марта 1977 г.** по величине магнитуды несколько слабее, чем событие 10 ноября 1940 г. однако очаг землетрясения 4 марта был примерно на 40 км ближе к поверхности Земли, и эффекты на поверхности оказались сравнимыми по величине площади осязаемости колебаний. Крайними пунктами его проявления были на севере г. Петрозаводск, на востоке – побережье Кавказа. В Румынии особенно пострадал Бухарест. В Молдавии наибольший сейсмический эффект в 7 баллов наблюдался в юго-западной ее части. На территории Молдовы землетрясение 1977 г. было зарегистрировано двумя инженерно-сейсмометрическими станциями, расположенными в Кишиневе и Кагуле.

После землетрясения **31 августа 1986** года были повреждены 55 тысяч жилых домов (из них 4500 находились в аварийном состоянии), сотни школ, дошкольных учреждений и промышленных предприятий. Свыше 12,5 тыс. человек лишились крова. Общий материальный ущерб, причинённый республике, превысил 500 млн рублей.

Землетрясение **30 мая 1990 г.** ощущалось на значительной территории Юго-Восточной Европы: в Румынии (до 8 баллов в эпицентральной зоне), Молдове (5-7 баллов), Болгарии (5-6 баллов), Украине (3-7 баллов), Беларуси

(2-4 балла), России (до 2-3 баллов). Землетрясение также ощущалось на территории Югославии, Греции, Турции, Венгрии и Польши.

Для пополнения и уточнения макросейсмических данных об исторических землетрясениях в Опытно-методической партии Института геофизики и геологии АН РМ был собран большой фактический материал за 1091-1940 гг. из архивов и библиотек и составлен макросейсмический каталог, материалы которого были использованы для составления новых вариантов карт изосейст карпатских землетрясений в шкале MSK-64 [6].

Динамику изменения интенсивности I землетрясений в районе Вранча за VIII-XXI вв можно проследить на диаграмме 1.



Диаграмма 1. Сильные землетрясения зоны Вранча за период 1790-2009 гг

1.3. Проблемы сейсмического районирования

Исследования в области сейсмического районирования базируются на детальном и комплексном изучении глубинной структуры земной коры и

всей литосферы, современной геодинамики, региональной сейсмичности, сейсмотектоники и инженерной сейсмологии. Они включают в себя идентификацию сейсмоактивных зон, определение параметров их сейсмического режима и затухания генерируемого ими сейсмического эффекта с расстоянием, вероятностный расчет и картирование сейсмической опасности на земной поверхности [8].

В зависимости от задач, степени детальности и масштаба исследований сейсмическое районирование может быть: общим (ОСР, масштаб 1:5-млн – 1:2,5-млн), детальным (ДСР, масштаб 1:500-тыс – 1:100-тыс) и микросейсмическим (СМР, масштаб 1:50-тыс и крупнее). Карты ОСР характеризуют степень сейсмической опасности всей территории страны и сопредельных сейсмоактивных регионов и используются для социально-экономического планирования, рационального землепользования и сейсмостойкого строительства. Только на их основе могут и должны составляться более детальные карты ДСР и СМР, учитывающие наряду с региональными локальные сейсмотектонические, сейсмические, грунтовые и другие природные условия.

Первая в Европе и мире официальная нормативная карта общего (обзорного) сейсмического районирования всей территории бывшего СССР была опубликована в 1937г. Г.П.Горшковым, положившим начало регулярному их составлению в качестве основы, регламентирующей проектирование и строительство в сейсмоактивных районах страны. В конце 40-х годов исследования И.Е.Губина, Г.А.Гамбурцева, С.В.Медведева, Ю.В.Ризниченко, И.Л.Нерсесова и других ученых заложили основы нового метода оценки сейсмической опасности с элементами прогноза: на первой стадии выделяются реальные и потенциальные очаговые зоны, на второй - рассчитываются ожидаемые сотрясения на земной поверхности.

Сейсмическое районирование - одна из наиболее сложных и чрезвычайно ответственных проблем современной сейсмологии. Каждая из составленных в прошлые годы карт сейсмического районирования

территории бывшего СССР часто оказывалась неадекватной реальным природным условиям, т.к. составлялась фрагментарно в разных регионах и в республиках, по разнотипной методике и на основе разрозненного сейсмологического и сейсмогеологического материала, что наряду с некачественным строительством нанесло народному хозяйству огромный материальный ущерб и повлекло за собой многочисленные человеческие жертвы.

В течение последнего десятилетия практически ежегодно на территории бывшего СССР возникали разрушительные 8–9- и даже 9–10-балльные землетрясения в зонах, опасность которых по карте ОСР-78 оказалась заниженной на 2–3 балла. К их числу относятся: катастрофическое Спитакское землетрясение 1988 г. в Армении, сопровождавшееся десятками тысяч человеческих жертв, Зайсанское землетрясение 1990 г. - в Казахстане, Рача-Джавское 1991г. - в Грузии, Суусамырское 1992 г. - в Киргизии, Хаилинское 1991 г. и Нефтегорское 1995 г. - в России (в Корякии и на Сахалине). Последнее, произошедшее на севере Сахалина, повлекло за собой гибель около двух тысяч человек и полную ликвидацию городского поселка. Оно было самым разрушительным из известных в прошлом землетрясений на территории Российской Федерации.

В середине 40-х годов С.В. Медведев предложил ввести в зоны сейсмической опасности дифференцирование в соответствии с периодом повторяемости сильных землетрясений и с предполагаемыми сроками службы различных типов сооружений, т.к. расчеты показали, что реальный инженерный риск, определяемый картой ОСР-78, оказался не единым для всех сейсмоопасных районов страны.

В 1991-1997 гг. проводились комплексные исследования по общему сейсмическому районированию территории Российской Федерации и всей Северной Евразии, охватывающей также территорию бывших союзных республик. Исследования проводились по программе "Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии", разрабатываемой под

руководством ОИФЗ РАН в рамках Государственной научно-технической программы России "Глобальные изменения природной среды и климата" и явились продолжением работ по сейсмическому районированию территории бывшего СССР, однако выполнялись на ином концептуальном, методологическом и научно-организационном уровне.

Новая программа работ по общему сейсмическому районированию выполнялась большим коллективом соисполнителей из нескольких десятков научно-исследовательских институтов Российской Академии наук и академий наук бывших союзных республик. Оценка сейсмической опасности и сейсмическое районирование осуществлялась не для фрагментов сейсмоактивных регионов или для отдельных республик, как было прежде, а для всей Северной Евразии, охватывающей территории России, Украины, Беларуси, Молдовы, республик Закавказья, Средней Азии и Казахстана. Вся территория Северной Евразии была разделена на несколько крупных регионов взамен многочисленным и мелким административным подразделениям, традиционно на протяжении десятилетий использовавшихся при изучении сейсмичности и сейсмическом районировании территории бывшего СССР. В 1992 г. Программа "Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии" была скоординирована с новой Международной программой оценки глобальной сейсмической опасности (Global Seismic Hazard Assessment Program - GSHAP) и вошла в нее составной частью. В результате комплексных исследований 1991–1997 гг. получен унифицированный исходный сейсмологический и сейсмогеологический материал по всей территории Северной Евразии, позволивший с принципиально новых позиций подойти к изучению структуры региональной сейсмичности и оценке сейсмической опасности на территории России и каждого из Содружества независимых государств (СНГ). Использование при расчетах сейсмической сотрясаемости повышенных значений частоты возникновения землетрясений с $M_{\max} \geq 6.5$, наблюдаемых в каждом из сейсмоактивных регионов, привело к более реалистичным оценкам

сейсмической опасности по сравнению с сильно заниженными прежними оценками карты ОСР-78.

Разработаны и созданы две основополагающие модели, необходимые для оценки сейсмической опасности и общего сейсмического районирования Северной Евразии (СЕА):

- а) модель зон возникновения очагов землетрясений (зоны ВОЗ);
- б) модель сейсмического эффекта, определяющего сейсмическую сотрясаемость земной поверхности.

Новый комплект карт рекомендован Госстроем России для использования в Строительных нормах и правилах (СНиП) II-7-81 "Строительство в сейсмических районах". Внесение изменений в СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах» (Госстрой России, М., 2001) и опубликование каталога общего сейсмического районирования территории Российской Федерации – ОСР-97 (Дополнение к СНиП II-7-81) существенно изменили представления о сейсмичности территории восточно-европейской платформы.

Карты общего сейсмического районирования (ОСР) являются основой для адекватной оценки сейсмической опасности и сейсмического риска. Они необходимы для детального районирования (ДСР) сейсмоактивных территорий, микрорайонирования (СМР) городов и населенных пунктов, для рационального землепользования и долгосрочного государственного социально-экономического планирования, для оценки сейсмической уязвимости, сейсмического риска и обеспечения готовности к сейсмическим явлениям в каждом из конкретных регионов.

Согласно комплекту карт ОСР-97 сейсмичность районов существенно изменилась по сравнению с сейсмичностью района, установленной по карте ОСР-78 в период их проектирования и строительства.

Сейсмические наблюдения с помощью техники проводятся в Молдавии более пятидесяти лет. Также существует каталог более старых наблюдений, составленный по историческим и архивным данным. Исходя из них,

высчитано, что в среднем в Молдавии происходит от 50-ти до 120-ти слабых землетрясений в год. Мощные землетрясения (в 7,5 баллов) по статистике, случаются раз в 30-40 лет. При этом на территории Молдавии незначительные колебания до 4,5 баллов регистрируются регулярно. Это происходит потому, что Республика Молдова (особенно её южная часть) территориально близка к европейскому эпицентру землетрясений — восточной части Карпатских гор (район Вранча, Румыния). Расстояние между Молдавией и источником землетрясений составляет не больше 150—200 км.

В настоящее время Молдавия располагает пятью сейсмическими станциями. Опорная станция находится в Кишинёве. Три станции находятся ближе к Карпатскому очагу — в Джурджулештах, Кагуле и Леово, и одна на севере республики — в Сороках.

Данные, зарегистрированные молдавской сейсмической сетью, передаются в Информационный центр стран СНГ в Обнинске, а потом заносят

ВЫВОДЫ К ГЛАВЕ 1.

Проведенный анализ литературных источников показал, что среди ученых нет единого мнения относительно модели глубинной сейсмичности зоны Вранча и величины максимальной возможной магнитуды. Произошедшие в конце 20-го столетия сильные Карпатские землетрясения выявили ряд характерных особенностей в проявлении сейсмического эффекта на поверхности в условиях многослойных толщ грунтов региона.

Предотвратить землетрясения невозможно, однако их разрушительные последствия и количество человеческих жертв могут быть уменьшены путем создания достоверных карт сейсмического районирования, применения адекватных норм сейсмостойкого строительства и проведения в сейсмоактивных районах долгосрочной политики, основанной на повышении уровня осведомленности населения и органов управления об угрозе землетрясений и умении противостоять подземной стихии.

Для разработки эффективных превентивных мероприятий, с целью минимизации ущерба от будущих крупных землетрясений, обеспечения устойчивого развития экономики и общества стран карпатского региона, необходимо разворачивать исследования по оценке сейсмического риска. Молдавия, Румыния и Болгария в ближайшее время создадут общую подробную карту сейсмического зонирования стран, подверженных землетрясениям с эпицентром в зоне Вранча на территории Румынии. Экспертами этих стран собраны необходимые данные для создания такой карты и в результате этой работы данные страны будут располагать общей картой сейсмической опасности. Она позволит прогнозировать распределение сейсмической мощности будущих сильных землетрясений и объединить усилия ученых по минимизации негативных действий землетрясений и защите как на региональном, так и на мировом уровне.

Специалисты-сейсмологи сегодня умеют прогнозировать не только сейсмическую опасность, но и возможные потери (материальные, людские) в

случае сильного землетрясения. Прогноз возможных последствий позволяет оценить приемлемый для различного населенного пункта риск заблаговременно. По существу, речь идет об изменении стратегии "игры" общества с природой: не "реагировать и выправлять", как это происходит сегодня и обходится очень дорого, а "предвидеть и предупреждать".

Населению, проживающему в сейсмоопасных районах, необходимо помнить об этом и быть готовыми к тому, что землетрясение может случиться в любой момент. Нужны спокойная, без паники настройка на это и знание того, что нужно сделать, чтобы пережить будущие землетрясения без потерь.

ГЛАВА II. УСТОЙЧИВОСТЬ ОБЪЕКТОВ ЭКОНОМИКИ И ИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

2.1. Общие понятия об устойчивости работы объектов экономики и жизнеобеспечения населения

При чрезвычайных ситуациях всевозможные объекты народного хозяйства, попавшие в их зону, зачастую полностью или частично теряют способность производить продукцию или выполнять другие свои функции. В этом случае говорят о потере данным производственным объектом устойчивости функционирования.

Объектом экономики называется субъект хозяйственной деятельности, производящий экономический продукт (результат человеческого труда и хозяйственной деятельности) или выполняющий различного рода услуги. Экономический продукт может быть представлен в материально-вещественной или в информационной (интеллектуальной) форме. Примерами объектов экономики являются различного рода промышленные, энергетические, транспортные, сельскохозяйственные объекты, научно-исследовательские, проектно-конструкторские, социальные учреждения.

Все объекты экономики – промышленные, транспортные, энергетические, агропромышленные проектируются таким образом, чтобы их надежность и безопасность были максимально высокими. Однако в виду признания фактора «ненулевого риска» (т.е. невозможности исключить риск возникновения чрезвычайных ситуаций во всех случаях потенциальных угроз), аварии на объектах экономики все же происходят и приводят к тяжелым последствиям, наносящим ущерб объектам.

Тяжелыми последствиями для объектов экономики чреваты также внешние воздействия, оказываемые на них при возникновении чрезвычайных ситуаций за пределами объекта – при стихийных бедствиях, авариях на других объектах, ведении военных действий. Кроме прямого ущерба во всех

названных случаях, урон объектам экономики наносят нарушения производства на них, то есть потеря *устойчивости его функционирования*.

В общем случае под устойчивостью функционирования промышленного объекта в чрезвычайных ситуациях понимается способность объекта выпускать установленные виды продукции в заданных объемах и номенклатуре, предусмотренных соответствующими планами в условиях этих ситуаций, а также приспособленность этого объекта к восстановлению в случае повреждения. Для объектов, не связанных с производством материальных предметов (транспорт, связь, электроэнергетика, наука, образование и т.п.), устойчивость функционирования определяется способностью объекта выполнять свои функции и восстанавливать их.

Современные объекты экономики часто представляют собой сложные инженерно-экономические или иные комплексы, и их устойчивость напрямую зависит от устойчивости составляющих элементов. К таким элементам могут, например, относиться производственный персонал, здания и сооружения производственных цехов, элементы системы обеспечения (сырье, топливо, комплектующие изделия, электроэнергия, газ, тепло и т.п.), элементы системы управления производством; защитные сооружения для укрытия рабочих и служащих.

Потеря устойчивости функционирования объектом экономики в чрезвычайной ситуации происходит из-за воздействия на него различных дестабилизирующих факторов. Прежде всего, это поражающие факторы аварии на данном объекте, стихийного бедствия и аварий на других предприятиях.

Под устойчивостью функционирования организации в ЧС понимается ее способность предупреждать возникновение аварий и катастроф, противостоять воздействию их поражающих факторов в целях предотвращения или ограничения угрозы жизни, здоровью персонала, проживающего вблизи населения, снижения материального ущерба, а также обеспечивать восстановление нарушенного производства в минимально короткие сроки.

Под повышением устойчивости функционирования организации в ЧС (ПУФ в ЧС) понимается комплекс мероприятий по предотвращению или снижению угрозы жизни и здоровью персонала и проживающего вблизи населения и материального ущерба в ЧС, а также подготовке к проведению спасательных и других неотложных работ в зоне ЧС.

Одновременно с такими понятиями как устойчивость функционирования, повышение устойчивости функционирования организации употребляется и такое понятие, как подготовка объекта экономики к работе в ЧС.

Под подготовкой объекта к работе в ЧС понимается комплекс заблаговременно проводимых организационных, инженерно-технических и специальных мероприятий, осуществляемых на предприятиях, в учреждениях или других экономических структурах в целях обеспечения их работы с учетом риска возникновения ЧС, создания условий для предотвращения производственных аварий или катастроф, противостояния воздействию поражающих факторов, предупреждения или уменьшения угрозы жизни и здоровью персонала и проживающего вблизи населения, снижения материального ущерба, а также оперативного проведения спасательных и других неотложных работ в зоне ЧС.

Для определения мероприятий по повышению устойчивости и подготовке организации к работе в ЧС необходимо проанализировать всю совокупность факторов, влияющих на устойчивость ее функционирования. Для этого необходимо рассмотреть все возможные события, которые могут привести к ЧС. Делать это целесообразно в нескольких масштабных уровнях: региональном, районном и объектовом.

Факторы, влияющие на устойчивость работы объектов экономики:

1. *Регион размещения:* следует учитывать наиболее вероятные и опасные стихийные бедствия, такие как землетрясения, наводнения, оползни и другие. Нельзя забывать и о метеорологических особенностях региона.

Важна и социально-экономическая ситуация: состояние экономики, уровень занятости работоспособного населения, благосостояние людей.

2. *Расположение объекта:* рельеф местности, характер застройки, насыщенность транспортными коммуникациями, наличие потенциально опасных предприятий (радиационного, химически-, бактериологически-, пожаро-, взрывоопасных).

3. *Внутренние факторы, влияющие на устойчивость:* численность работающих, уровень их компетентности и дисциплины; размеры и характер объекта, выпускаемая продукция; характеристика зданий и сооружений; особенности производства, применяемых технологий и материалов, веществ; потребность в основных видах энергоносителей и воде, наличие своих ТЭЦ (котельных); количество и суммарная мощность трансформаторов, газораспределительных станций (пунктов) и системы канализации.

На основе анализа всех факторов, влияющих на устойчивость функционирования, делается вывод о возможности возникновения чрезвычайной ситуации и ее влиянии на жизнедеятельность объекта. В основе оценки влияния на жизнедеятельность лежит оценка устойчивости объекта, т.е. его способность функционировать в условиях чрезвычайной ситуации.

2.2. Порядок проведения исследования и оценки устойчивости функционирования объекта в ЧС мирного времени

Первоначально устойчивость закладывается еще на стадии проектирования здания, сооружения, промышленной установки, технологической линии [9]. Однако с течением времени та устойчивость, которая была заложена в проект и воплощена при строительстве, начинает переставать соответствовать новым условиям, т.к. здания, сооружения,

оборудование стареют, т.е. увеличивается процент их износа и снижается прочность.

Поэтому возникает необходимость выявления слабых мест, которые появились в устойчивости с течением времени. Именно для этого и проводится исследование устойчивости. Делать это рекомендуется не реже одного раза в пять лет [10].

Главная цель исследований заключается в выявлении слабых мест во всех системах и звеньях, выработке на данной основе комплекса организационных, инженерно-технических, специальных и других мероприятий по их устранению. Работу эту организует и осуществляет руководитель предприятия, с максимальным привлечением научно-исследовательских и проектных организаций. Проводится она в три этапа:

1. На *первом этапе* осуществляются мероприятия, направленные на организацию исследований: определяются объем исследований и необходимые для этого силы и средства; создаются расчетно-исследовательские группы, в состав которых включаются специалисты служб объекта, способные квалифицированно провести оценку устойчивости работы конкретных элементов и систем объекта. При оценке устойчивости всего предприятия такие группы возглавляют главный инженер, главные специалисты и начальники служб. Исследованием устойчивости работы цехов руководят их начальники. Они включаются в группу руководителя исследования, возглавляемую главным инженером.

Проведение исследований регламентируется внутриобъектовыми документами, которые разрабатываются инженерно-технической службой и отделами, секторами или специально назначенными лицами по делам ГО и ЧС (штабом по делам ГО и ЧС объекта).

К таким документам относятся: приказ руководителя; план проведения исследований; задания расчетно-исследовательским группам.

В приказе указываются: цель исследований и сроки их проведения; объем предстоящих работ; состав расчетно-исследовательских групп по

направлению исследований; вид отчетности и сроки представления; контроль за исследованиями.

В плане исследований содержится перечень всех мероприятий, проводимых в ходе работ с указанием сроков их выполнения, ответственных исполнителей и видов отчетности. Задание каждой группе должно включать перечень вопросов, подлежащих исследованию, с указанием сроков выполнения по промежуточным этапам, а также возможные максимальные значения параметров поражающих факторов.

Организационный этап заканчивается проведением руководителем совещаний исполнителей, на котором они получают основные указания о порядке проведения предстоящих исследований, изучении методики оценки, проведении инженерных расчетов и разработке мероприятий по повышению устойчивости элементов и систем объекта.

2. На *втором этапе* проводится непосредственная работа по оценке устойчивости отдельных элементов и систем, а также объекта в целом. Каждая из расчетно-исследовательских групп разрабатывает предложения по проведению инженерно-технических, технологических и организационных мероприятий, направленных на повышение устойчивости слабых мест, элементов, систем, приборов.

3. На *третьем этапе* результаты исследований обобщаются. Составляется отчетный доклад, разрабатываются и планируются мероприятия по повышению устойчивости работы объекта.

Таким планирующим документом является *сводный план мероприятий по повышению устойчивости*. В нем и приложениях указываются планируемые мероприятия, их объем, стоимость, привлекаемые силы и средства, требуемые материалы, ответственные исполнители и сроки выполнения. План этот делится на две части. В первую включаются мероприятия, которые проводятся в мирное время в процессе очередного ремонта, реконструкции или переоборудования, а во вторую — работы, осуществление которых начинается с возникновением угрозы нападения

противника. Выполняется он в виде плана-графика наращивания мероприятий по повышению устойчивости. Здесь отражаются все работы, время их проведения (в течение первых суток с точностью до часа, в последующем — до суток).

Обе эти части являются самостоятельными документами, увязанными между собой и включают все, что должно быть сделано в результате оценки устойчивости элементов объекта.

Оценка устойчивости осуществляется, как правило, по следующим основным направлениям:

1. вероятность возникновения чрезвычайной ситуации на самом объекте или вблизи него и как это повлияет на его жизнедеятельность;
2. физическая устойчивость зданий и сооружений;
3. надежность защиты персонала;
4. устойчивость системы управления;
5. надежность материально-технического снабжения и производственных связей;
6. готовность объекта к восстановлению нарушенного производства.

При определении **вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций** на объекте и вблизи него учитывается множество факторов, их характер и продолжительность, прогноз возможного ущерба производству, зданиям, сооружениям, оборудованию, воздействию на людей, возможные потери, общее влияние чрезвычайной ситуации на функционирование объекта.

Физическая устойчивость объекта оценивается последовательно по воздействию поражающих факторов на отдельные элементы: здания и сооружения, технологическое и иное оборудование, коммунально-энергетические сети, а также воздействие вторичных поражающих факторов на людей.

В качестве показателя физической устойчивости может быть выбрано максимальное значение параметра поражающего фактора $P_{кр}$, при котором устойчивость работы объекта не нарушается.

Оценка сводится к определению показателей физической устойчивости для каждого элемента и выявления среди них наиболее уязвимых. Наиболее уязвимым (слабым) элементом объекта будет тот, для которого показатель $P_{кр}$ наименьший по сравнению с другими. Повышение устойчивости производится, прежде всего, увеличением надежности слабых элементов.

Изучая физическую устойчивость, придерживаются такой последовательности: сначала выявляются все элементы, наиболее чувствительные к воздействию избранного поражающего фактора, и вносятся в сводную таблицу; потом определяется характер разрушений элементов объекта при различных значениях параметра поражающего фактора; устанавливается максимальное значение параметра поражающего фактора, при котором устойчивость элементов не нарушается и на основе сравнительного анализа данных таблицы определяются наиболее уязвимые элементы; в завершение проводятся расчеты и разрабатываются инженерно-технические мероприятия, направленные на повышение устойчивости наиболее уязвимых (слабых) мест и объекта в целом.

Надежность защиты персонала определяют, учитывая многие элементы:

- количество сооружений, которые могут быть использованы для укрытия и их защитные свойства и общую их вместимость с учетом возможного переуплотнения;
- максимальное количество работников, которых потребуется укрыть и количество недостающих мест в защитных сооружениях и других укрытиях;
- наличие помещений в верхних этажах для укрытия от АХОВ тяжелее воздуха (типа хлора) и возможность быстро вывести людей из цехов и

других рабочих помещений в случае аварии на объекте или соседнем предприятии, а также по сигналу «Воздушная тревога!»;

- коэффициенты ослабления радиации различными зданиями и сооружениями, в которых будут находиться работники и обеспеченность персонала и членов его семей средствами индивидуальной защиты (СИЗ);
- состояние системы питьевого водоснабжения и возможности обеспечения продовольствием в чрезвычайных ситуациях;
- наличие средств для оказания первой медицинской помощи пострадавшим и готовность объекта к размещению и защите отдыхающих смен в загородной зоне.

Устойчивость системы управления объекта оценивается по наличию защищенности, готовности пунктов управления и средств связи. Затем должен быть план замещения руководящего состава объекта на случай потерь. Показатели, которые помогают правильно определить надежность системы управления могут быть такими: время, необходимое для приведения пункта управления в готовность в чрезвычайных ситуациях; величина показателя поражающего фактора ЧС, после воздействия которого пункт управления сможет продолжать свою работу; безотказность работы системы управления с учетом дублирования: наличие, технические возможности и состояние средств связи;

- мероприятия по повышению устойчивости управления в чрезвычайных ситуациях.

Надежность материально-технического снабжения (МТС) и производственных связей оценивается по следующим параметрам:

- запасы сырья, топлива, комплектующих изделий и других материалов, обеспечивающих автономную работу объекта;
- неразрывность существующих связей с поставщиками комплектующих изделий и потребителями готовой продукции;
- наличие и реальность планов перевода производства на использование местных ресурсов;

- показатели устойчивости МТС. За основу могут быть взяты: время, в течение которого объект способен проработать автономно, и возможность обеспечения производства местными ресурсами (с учетом замены некоторых видов сырья).

Работа по этому направлению завершается подготовкой выводов и разработкой мероприятий, направленных на повышение устойчивости материально-технического снабжения и производственных связей.

Готовность объекта к восстановлению нарушенного производства оценивается по следующим показателям:

- наличию планов и графиков восстановления объекта при получении слабых и средних разрушений;
- обеспеченности восстановительных работ материалами, оборудованием, строительными конструкциями;
- наличию и качеству технической документации для проведения восстановительных работ;
- количеству и состоянию подготовки ремонтно-восстановительных бригад.

Показателями готовности объекта к восстановлению нарушенного производства может быть время восстановления производства при получении слабых и средних разрушений. Из всего этого делается вывод и разрабатываются мероприятия, направленные на повышение готовности объекта к восстановлению нарушенного производства.

2.3. Основные направления подготовки и проведения комплекса мероприятий по предупреждению ЧС и повышению устойчивости функционирования предприятий, организаций, учреждений

Главными из них являются:

- перевод потенциально опасных предприятий на современные, более безопасные, технологии или вывод их из населенных пунктов;

- внедрение автоматизированных систем контроля и управления за опасными технологическими процессами;
- разработка системы безаварийной остановки технологически сложных производств;
- внедрение систем оповещения и информирования о ЧС;
- защита людей от поражающих факторов ЧС;
- снижение количества опасных веществ и материалов на производстве;
- наличие и готовность сил и средств для ликвидации ЧС;
- улучшение технологической дисциплины и охраны объектов.

Для реализации каждого из этих направлений проводятся организационные, инженерно-технические и специальные мероприятия.

Организационными мероприятиями обеспечиваются заблаговременная разработка и планирование действий органов управления, сил и средств, всего персонала объектов при угрозе возникновения и возникновении ЧС. Такие мероприятия включают:

- прогнозирование последствий возможных ЧС и разработку планов действий как на мирное, так и на военное время, учитывая весь комплекс работ в интересах повышения устойчивости функционирования объекта;
- создание и оснащение центра аварийного управления объекта и локальной системы оповещения;
- *подготовку руководящего состава к работе в ЧС;*
- создание специальной комиссии по устойчивости и организацию ее работы;
- разработку инструкций (наставлений) по снижению опасности возникновения аварийных ситуаций, безаварийной остановке производства, локализации аварий и ликвидации последствий, а также по организации восстановления нарушенного производства;
- *обучение персонала соблюдению мер безопасности, порядку действий при возникновении чрезвычайных ситуаций, локализации аварий и тушению*

пожаров, ликвидации последствий и восстановлению нарушенного производства;

- подготовку сил и средств локализации аварийных ситуаций и восстановления производства;
- *подготовку эвакуации населения из опасных зон;*
- определение размеров опасных зон вокруг потенциально опасных объектов;
- проверку готовности систем оповещения и управления в ЧС;
- организацию медицинского наблюдения и контроля за состоянием здоровья лиц, получивших различные дозы облучения.

Инженерно-техническими мероприятиями осуществляется повышение физической устойчивости зданий, сооружений, технологического оборудования и в целом производства, а также создание условий для его быстреего восстановления, повышения степени защищенности людей от поражающих факторов ЧС. К ним относятся:

- создание на всех опасных объектах системы автоматизированного контроля за ходом технологических процессов, уровней загрязнения помещений и воздушной среды цехов опасными веществами и пылевыми частицами;
- создание локальной системы оповещения о возникновении ЧС персонала объекта, населения, проживающего в опасных зонах (радиационного, химического и биологического заражения, катастрофического затопления и т.п.);
- накопление фонда защитных сооружений и повышение защитных свойств убежищ и ПРУ в зонах возможных разрушений и заражения;
- *противопожарные мероприятия;*
- сокращение запасов и сроков хранения взрыво-, газо- и пожароопасных веществ, обвалование емкостей для хранения, устройство заглубленных емкостей для слива особо опасных веществ из технологических установок;

- безаварийная остановка технологически сложных производств;
- локализация аварийной ситуации, тушение пожаров, ликвидация последствий аварии и восстановление нарушенного производства;
- дублирование источников энергоснабжения;
- защита водоисточников и контроль качества воды;
- защита наиболее ценного и уникального оборудования.

Специальными мероприятиями достигается создание благоприятных условий для проведения успешных работ по защите и спасению людей, попавших в опасные зоны, и быстрой ликвидации ЧС и их последствий. Такими мероприятиями являются:

- накопление средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожи;
- создание на химически опасных объектах запасов материалов для нейтрализации разлившихся АХОВ и дегазации местности, зараженных строений, средств транспорта, одежды и обуви;
- разработка и внедрение автоматизированных систем нейтрализации выбросов АХОВ;
- обеспечение герметизации помещений в жилых и общественных зданиях, расположенных в опасных зонах;
- разработка и внедрение в производство защитной тары для обеспечения сохранности продуктов и пищевого сырья при перевозке, хранении и раздаче продовольствия;
- *регулярное проведение учений и тренировок по действиям в ЧС с органами управления, формированиями, персоналом организаций;*
- разработка и внедрение новых высокопроизводительных средств дезактивации и дегазации зданий, сооружений, транспорта и специальной техники;
- накопление средств медицинской защиты и профилактики радиоактивных поражений людей и животных в районах АЭС.

В план-график наращивания мероприятий по повышению устойчивости функционирования при угрозе возникновения ЧС включаются, как правило, работы, не требующие больших капитальных вложений, трудоемкости и длительного времени, которые заблаговременно в мирное время осуществлять нецелесообразно. Среди них основными могут быть:

- строительство простейших укрытий,
- обвалование емкостей с легковоспламеняющимися жидкостями и химически опасными веществами;
- *закрепление оттяжками высоких малоустойчивых сооружений (труб, вышек, колонн и т.п.);*
- обсыпка грунтом полузаглубленных помещений;
- *изготовление и установка защитных конструкций (кожухов, шатров, колпаков, зонтов) для предохранения оборудования от повреждения при обрушении элементов зданий;*
- укрытие запасов дефицитных запчастей и узлов;
- *установка на коммунально-энергетических сетях дополнительной запорной арматуры;*
- снижение давления в газовых сетях;
- приведение в готовность автономных электростанций;
- заполнение резервных емкостей водой;
- *заглубление или обвалование коммунально-энергетических сетей;*
- *проведение противопожарных мероприятий.*

Для регламентации деятельности комиссии по повышению устойчивости функционирования на объектах отрабатываются: приказ руководителя о создании комиссии; положение о комиссии и план ее работы на текущий год; материалы исследований устойчивости (проводятся один раз в пять лет); перечень руководящих документов (рекомендации, указания министерств, ведомств и других вышестоящих организаций по ПУФ); протоколы заседаний комиссии.

Планируя и осуществляя мероприятия по повышению устойчивости, необходимо помнить, что для предприятий, организаций, учреждений установлены две оценки: «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

2.4. Основные направления повышения устойчивости функционирования организаций, предприятий, учреждений

Основные направления повышения устойчивости функционирования организаций, предприятий, учреждений это:

1. Обеспечение защиты рабочих, служащих, членов семей, населения, проживающего в городе и их жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях.
2. Рациональное размещение производственных сил предприятия, организации, учреждения, их производственных фондов на территории города.
3. Подготовка предприятий, организаций, учреждений к работе в чрезвычайных ситуациях.
4. Подготовка к выполнению работ по восстановлению предприятий, организаций, учреждений в чрезвычайных ситуациях.
5. Подготовка системы управления предприятием, организацией, учреждением для решения задач в чрезвычайных ситуациях.

Проведению мероприятий по повышению устойчивости объектов экономики предшествует исследование устойчивости конкретного объекта. Исследование устойчивости функционирования объектов начинается задолго до ввода его в эксплуатацию. На стадии проектирования определённые работы выполняют проектировщики. Такое же исследование объекта проводится соответствующими службами на стадии технических, экономических, экологических и других видов экспертиз.

Важнейшим фактором повышения устойчивости работы любого объекта экономики является создание системы надёжной защиты персонала. С этой

целью возводятся защитные сооружения, типа убежищ для укрытия, создаётся система оповещения.

Защита инженерно-технического комплекса предусматривает сохранение материальной основы производства: зданий и сооружений, оборудования. Весьма важной является система водоотведения загрязненных вод (система канализации). В результате её разрушения создаются условия для развития болезней и эпидемий.

Для повышения устойчивости системы электроснабжения в первую очередь целесообразно заменить воздушные линии электропередач на кабельные (подземные) сети.

Весьма важно обеспечить устойчивость системы газоснабжения, так как при её разрушении или повреждении возможно возникновение пожаров и взрывов.

В результате чрезвычайной ситуации может быть повреждена система теплоснабжения населённого пункта или предприятия, что создаёт серьезные трудности для их функционирования. Это может повлечь их затопление. Основным способом повышения устойчивости внутреннего оборудования тепловых сетей является их дублирование.

В результате воздействия ударной волны возникающей при взрывах могут пострадать подземные коммуникации. Основным средством повышения устойчивости сооружений от ударной волны является повышение прочности и жесткости конструкций.

Уровень и вероятность внешних поражающих факторов природного происхождения во многом определяются районом расположения объекта экономики. Район может оказаться так же решающим фактором в обеспечении защиты и работоспособности объекта в случае выхода из строя путей подачи сырья и электроносителей.

После определения предела устойчивости функционирования объекта намечают и выполняют мероприятия по повышению его устойчивости:

- 1) предотвращение причин возникновения чрезвычайной ситуации;

- 2) предотвращение чрезвычайной ситуации;
- 3) смягчение последствий чрезвычайной ситуации, рациональное размещение оборудования, резервирование, дублирование;
- 4) обеспечение защиты от возможных поражающих факторов посредством оптимизации расстояния, ограничения времени действия, использования средств защиты.

Общие требования к мероприятиям по повышению устойчивости экономики – это эффективность и экономичность.

Контроль за выполнением мероприятий по повышению устойчивости функционирования объектов экономики, предусмотренных планами социально-экономического развития и мобилизационными планами, осуществляется управлением гражданской защиты и пожарной безопасности, мобилизационным отделом городской администрации.

Контроль за выполнением мероприятий, предусмотренных планами гражданской обороны и защиты населения города, осуществляет управление гражданской защиты и пожарной безопасности.

ВЫВОД К ГЛАВЕ 2

Предупреждение и ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций - одна из актуальных проблем современности. Хорошо организованная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, умелые действия по проведению аварийно-спасательных работ, оказание необходимой помощи пострадавшим позволяют сократить число погибших, уменьшить материальные потери и обеспечить успешную работу объектов экономики.

Чем больше средств вкладывают в профилактические, организационные и инженерно-технические мероприятия, тем больше эффективность и тем меньше вероятность возникновения чрезвычайной ситуации.

Недостатки в системах безопасности объектов экономики отмечались всегда, но особенно остро такое положение дел становится в период государственного и экономического переустройства страны.

Мероприятия по повышению устойчивости функционирования объектов экономики разрабатываются и осуществляются заблаговременно, с учетом возможных последствий крупных производственных аварий, катастроф и стихийных бедствий в мирное время. Мероприятия, которые по своему характеру не могут быть осуществлены заблаговременно, проводятся в возможно короткие сроки в чрезвычайных ситуациях (например, эвакуационные мероприятия, изменение технологических режимов работы, производственных связей, структуры управления и др.).

При чрезвычайных ситуациях объем и характер потерь и разрушений на объектах экономики будет зависеть не только от воздействия поражающих факторов, но и от своевременности и полноты, заблаговременно осуществленных мер по подготовке объекта экономики к функционированию в условиях чрезвычайных ситуаций. Эти меры направлены на повышение устойчивости функционирования этих объектов и предусматриваются в планирующих документах.

ГЛАВА III. МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ СТУДЕНЧЕСКОГО ГОРОДКА

3.1. Оценка инженерной обстановки на территории городка.

Студенческий городок является составной частью территории, занимаемой университетом территории города. На площади 3,8 км² находятся следующие объекты (табл. 2):

Таблица 2. Объекты студенческого городка ПГУ им. Т.Г. Шевченко.

Наименование строения	Год постройки	Классификация по сейсмостойкости	Кол-во проживающих или работающих
Корпус №1	1969-1970	Б ₁	400
Котельная	2009	В1	2
Гараж	1969-1970	В1	15
№ 1	1969-1970	В1	270
№ 3	1969-1970	В1	120
№ 4	1969-1970	В1	240
№ 5	1969-1970	В1	170
№ 6	1969-1970	В1	420
№ 7	1969-1970	В1	600
№ 11	1969-1970	В1	400
Наименование строения	Кол-во, шт	Протяженность, м	Диаметр, мм
Тепловой пункт	2	-	-
Канализация (трубы)	-	60000	50
Водопровод (трубы)	-	4500	40,32,50
Газопровод (трубы)	-	15000	
Теплотрасса (трубы)	-	40000	50
Электропровод (кабель)	-	35000	-
Пожарный гидрант	2	-	-

Расчет интенсивности землетрясения. Обстановку в районах разрушительных землетрясений принято оценивать показателями, характеризующими инженерную обстановку, а также объемами аварийно-спасательных работ и мероприятий по жизнеобеспечению населения [11].

Для оценки инженерной обстановки большие населенные пункты (города) разбиваются на несколько площадок. Значения координат площадок принимаются равными значениям координат их центров. Малые населенные пункты рассматриваются в виде одной элементарной площадки (ее координаты определяются как координаты центра населенного пункта). Затем определяются расстояния от эпицентров землетрясений до центра площадок и рассчитывается интенсивность землетрясения для каждой площадки по формуле 3:

$$I_6 = 1.5M - 4.5 \lg \sqrt{(R^2 + H^2)} + 7.0 \quad (3)$$

При заблаговременном прогнозировании возможная интенсивность землетрясения принимается по картам общего сейсмического районирования территории (ОСР-78; ОСР-97).

Основными показателями инженерной обстановки в районе разрушительных землетрясений являются:

1. количество зданий, получивших обвалы, частичные разрушения, тяжелые, умеренные и легкие повреждения, шт.;
2. площадь разрушенной части города, в пределах которой застройка получила тяжелые повреждения, частичные разрушения и обвалы (3, 4 и 5-й степени разрушения), км²;
3. объем завалов, м³;
4. количество участков, требующих укрепления (обрушения) поврежденных или частично разрушенных конструкций, шт.;
5. протяженность заваленных улиц и проездов, м.

Кроме основных показателей, при оценке инженерной обстановки, могут определяться вспомогательные показатели, характеризующие завалы.

Количество зданий, получивших обвалы, частичные разрушения, тяжелые, умеренные и легкие повреждения. Количество зданий P_j , получивших j -ю степень разрушений, определяется по формуле:

$$P_j = \sum_{i=1}^n K_i C_{ij}, \text{ед}, \quad (4)$$

где K_i – количество зданий i -го типа в городе; C_{ij} – вероятность получения зданием i -го типа j -й степени разрушения, принимаемая по табл.3; n – число типов рассматриваемых зданий (максимальное число типов $n=6$ – А, Б, В, С7, С8, С9).

Таблица 3. Вероятности C_{ij} повреждения различных типов зданий в зависимости от интенсивности землетрясения

Типы зданий	Степень разрушения	Вероятности разрушения зданий при интенсивности разрушения в баллах						
		6	7	8	9	10	11	12
А	1	0,36	0,13	0	0	0	0	0
	2	0,12	0,37	0,02	0	0	0	0
	3	0,02	0,34	0,14	0	0	0	0
	4	0	0,13	0,34	0,02	0	0	0
	5	0	0,03	0,50	0,98	1	1	1
Б	1	0,09	0,4	0,01	0	0	0	0
	2	0,01	0,34	0,15	0	0	0	0
	3	0	0,13	0,34	0,02	0	0	0
	4	0	0,03	0,34	0,14	0	0	0
	5	0	0	0,16	0,84	1	1	1
В	1	0,01	0,36	0,13	0	0	0	0
	2	0	0,11	0,37	0,02	0	0	0
	3	0	0,03	0,34	0,14	0	0	0
	4	0	0	0,13	0,34	0,03	0	0
	5	0	0	0,03	0,50	0,97	1	1
С7	1	0	0,09	0,4	0,01	0	0	0
	2	0	0,01	0,34	0,15	0	0	0
	3	0	0	0,13	0,34	0	0,02	0
	4	0	0	0,03	0,34	0,1	0,14	0
	5	0	0	0	0,15	0,09	0,84	1
С8	1	0	0,01	0,36	0,13	0	0	0
	2	0	0	0,1	0,37	0,02	0	0
	3	0	0	0,02	0,34	0,14	0	0
	4	0	0	0	0,13	0,34	0,02	0
	5	0	0	0	0,03	0,50	0,98	1
С9	1	0	0	0,09	0,4	0,01	0	0
	2	0	0	0,01	0,34	0,15	0	0
	3	0	0	0	0,13	0,34	0,02	0
	4	0	0	0	0,03	0,34	0,14	0
	5	0	0	0	0	0,16	0,84	1

Площадь разрушенной части территории городка. Площадь разрушений части города, в пределах которой застройка получила тяжелые, частичные разрушения и обвалы, определяется по формуле 5:

$$S_{\text{разр}} = \sum_{j=3,4,5} P_j / \Phi, \text{ км}^2, \quad (5)$$

где P_j – количество зданий, получивших 3, 4 и 5-ю степень повреждения (1.10), зд.; Φ – плотность застройки в городе, зд./км².

Общий объем завалов. Общий объем завалов определяется из условия, что при частичном разрушении здания объем завала составляет примерно 50 % от объема завала при его полном разрушении по формуле 6:

$$W = (0,5C_4 + C_5) \frac{H \cdot S \cdot d \cdot \gamma}{100}, \text{ м}^3, \quad (6)$$

где C_4 , C_5 – вероятность получения зданиями 4 и 5-й степени разрушения; H – средняя высота застройки, м; d – доля застройки на рассматриваемой площади (плотность застройки); γ – коэффициент объема завала на 100 м³ объема здания, принимаемый для промышленных зданий равным 20, для жилых – 40.

Если город большой, с неравномерной плотностью и этажностью застройки, то расчеты следует проводить по участкам (площадкам), на которые предварительно разбивается город. Затем результаты вычислений суммируются.

Опыт ликвидации последствий разрушительных землетрясений показал, что при проведении спасательных работ разбирается примерно 15% завалов от их общего объема.

Количество участков, требующих укрепления (разрушения). Количество участков, требующих укрепления (обрушения) поврежденных или частично разрушенных конструкций, принимается равным числу зданий, получивших частичные разрушения (4-я степень разрушения).

Протяженность заваленных проездов. Протяженность заваленных проездов определяется из условия, что на 1 км² разрушенной части города в среднем приходится 0,6 км заваленных маршрутов (данные получены на основе анализа последствий разрушительных землетрясений) по формуле 7:

$$L_{nn} = 0,6 S_{разр}, \text{ км}, \quad (7)$$

где $S_{разр}$ определяется по формуле (5).

Вынос завала за контуры зданий при их полном разрушении невелик и составляет, например, для 9-этажных зданий 7 - 9 метров. Поэтому проезды в зонах землетрясений оказываются практически не заваленными. На проезжей части могут оказаться отдельные отлетевшие обломки конструкций зданий.

Однако все вышесказанное справедливо только для случаев разрушения зданий без опрокидывания. В районах с пониженной несущей способностью и большой деформированностью грунтов, возможны случаи разрушений высотных зданий с их опрокидыванием. Высота и длина завала в этом случае будет зависеть от размеров здания.

Наиболее характерными повреждениями дорог в зонах разрушений при землетрясениях являются: разрушение участков дорог вследствие оползней; образование трещин (до несколько десятков сантиметров) в дорожном полотне, а также разрушение дорожного покрытия (в девятибальной зоне).

Дальность разлета обломков. Обобщенные зависимости по определению дальности разлета обломков l и высоты завалов h при землетрясении имеют вид:

$$L = H/3, \text{ м}; \quad h = \frac{\gamma \cdot H}{100 + 0,5H}, \text{ м}, \quad (8)$$

где H – высота здания, м; γ – объем завала на 100 м^3 строительного объема неразрушенного здания.

3.2. Оценка аварий на коммунально-энергетических сетях.

Количество аварий на коммунально-энергетических сетях (КЭС) определяется из условия, что на 1 км^2 разрушенной части города приходится 6-8 аварий:

$$K_{кэс} = 8 S_{разр}, \quad (9)$$

где $S_{\text{разр}}$ определяется по формуле (5).

Эти данные получены на основании анализа последствий разрушительных землетрясений [11].

Причины, вызывающие повреждения КЭС, можно разделить на 2 группы:

1. К первой группе относятся причины, связанные с волновым движением грунта, вследствие чего в элементах КЭС появляются растягивающие и сдвигающие усилия, которые вызывают движение подземных коммуникаций и сооружений КЭС - коллекторов, трубопроводов, колодцев, кабельных линий.

2. Ко второй группе относятся причины, связанные с разрушением вводов в наземные здания и сооружения, а также повреждения элементов КЭС обломками зданий.

Последствия от аварии на КЭС могут оказывать поражающие действия на людей:

- поражение электрическим током при прикосновении к оборванным проводам; отравление газом попавших в завалы;
- возникновение пожаров вследствие коротких замыканий и возгорания газа.
- затопление территории вследствие разрушения водопроводных труб и канализационных коллекторов,
- ожоги людей при разрушении элементов системы паро- и теплоснабжения.

Аварии на КЭС могут привести к прекращению снабжения зданий и сооружений водой, электроэнергией и теплом.

Общее количество аварий на КЭС распределяют:

- на системы теплоснабжения – 15 %;
- электроснабжения, водоснабжения и канализации – по 20 %;

- газоснабжения – 25 %

3.3. Расчет показателей для планирования аварийно-спасательных работ (численность пострадавших, оказавшихся под завалами, потребность во временном жилье).

К показателям, влияющим на объемы аварийно-спасательных работ и решения задач жизнеобеспечения населения в зонах разрушительных землетрясений, относят:

- численность пострадавших людей, структуру потерь;
- численность людей, оказавшихся под завалами и оставшихся без крова;
- потребность во временном жилье (палатках, домиках);
- пожарную обстановку;

Расчеты проводятся по методикам оперативного прогнозирования. Обобщенную зависимость по определению потерь при разрушительных землетрясениях можно представить в виде:

$$M(N) = R \sum_{i=1}^n N_i \cdot C_i, \text{ чел.}, \quad (10)$$

где R – вероятность размещения людей в зоне риска в зданиях (в среднем $R=0,83$); N_i – численность людей в зданиях i -й группы, чел; C_i – вероятность поражения людей в зданиях i -й группы (таблице 4).

Таблица 4. Вероятности C_i общих и безвозвратных потерь людей в различных типах зданий (по классификации ММСК-86) при землетрясениях.

Типы зданий	Степень поражения людей	Вероятность потерь людей в различных типах зданий при интенсивности землетрясения в баллах						
		6	7	8	9	10	11	12
А	Общие	0,004	0,14	0,70	0,96	0,97	0,97	0,97
	Безвозвратные		0,05	0,38	0,59	0,6	0,6	0,6

Б	Общие	0	0,03	0,39	0,90	0,97	0,97	0,97
	Безвозвратные	0	0,01	0,18	0,53	0,6	0,6	0,6
В	Общие	0	0	0,14	0,70	0,96	0,97	0,97
	Безвозвратные	0	0	0,05	0,38	0,59	0,6	0,6
С7	Общие	0	0	0,03	0,39	0,9	0,97	0,97
	Безвозвратные	0	0	0,01	0,18	0,53	0,6	0,6
С8	Общие	0	0	0,004	0,14	0,7	0,96	0,97
	Безвозвратные	0	0	0	0,05	0,38	0,59	0,6
С9	Общие	0	0	0	0,03	0,39	0,9	0,97
	Безвозвратные	0	0	0	0,01	0,18	0,53	0,6

Более точно значение R для формулы (1.15) принимаются равными:

с 23.00 до 7 часов R=1;

с 7.00 до 9 часов R=0,6;

с 9.00 до 18 часов R=0,7;

с 18.00 до 20 часов R=0,65;

с 20.00 до 23 часов R=0,9.

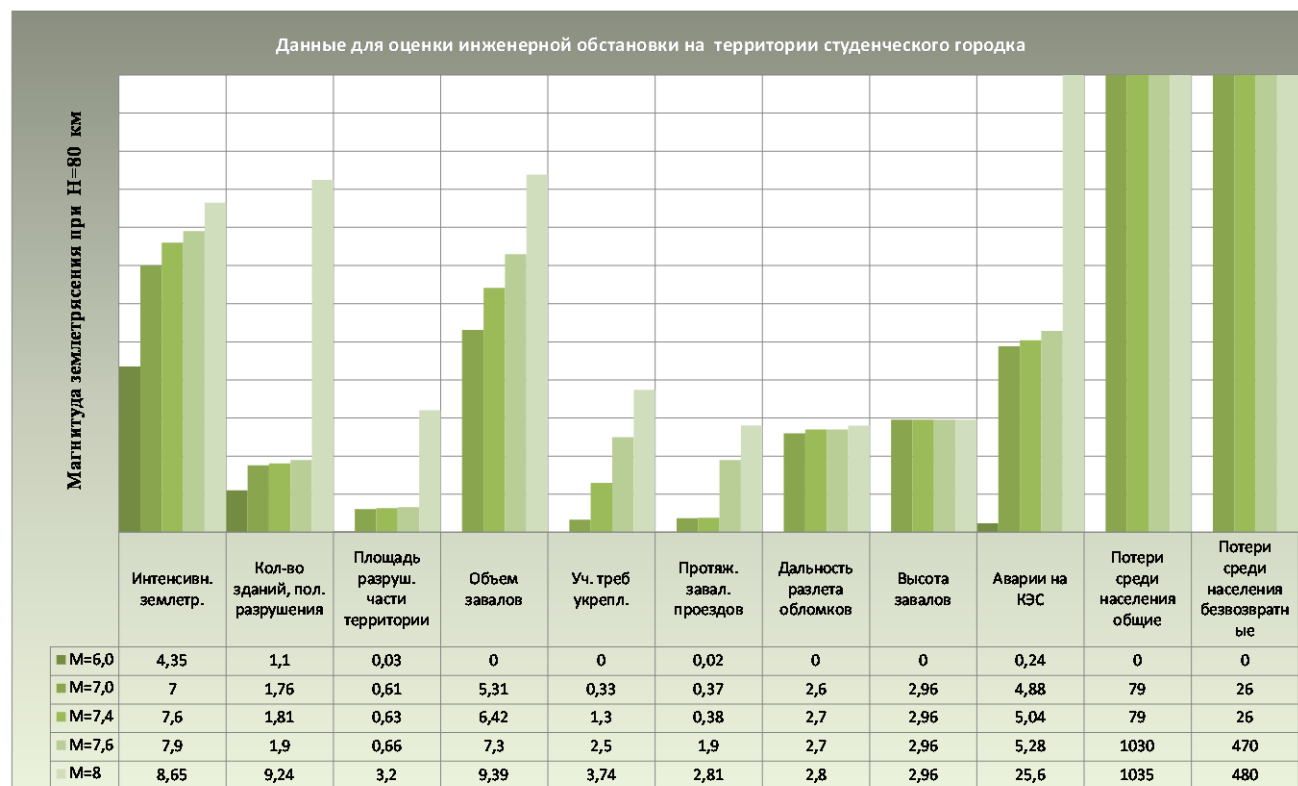
Число людей, оказавшихся без крова, принимается равным численности людей, проживавших в зданиях, получивших тяжелые повреждения, частичные разрушения и обвалы (3,4 и 5 степени повреждения)

Данные расчетов сведены в таблицу 5 и показаны на гистограммах 1 и 2. Сравнительный анализ расчетных данных представлен в гистограмме 3.

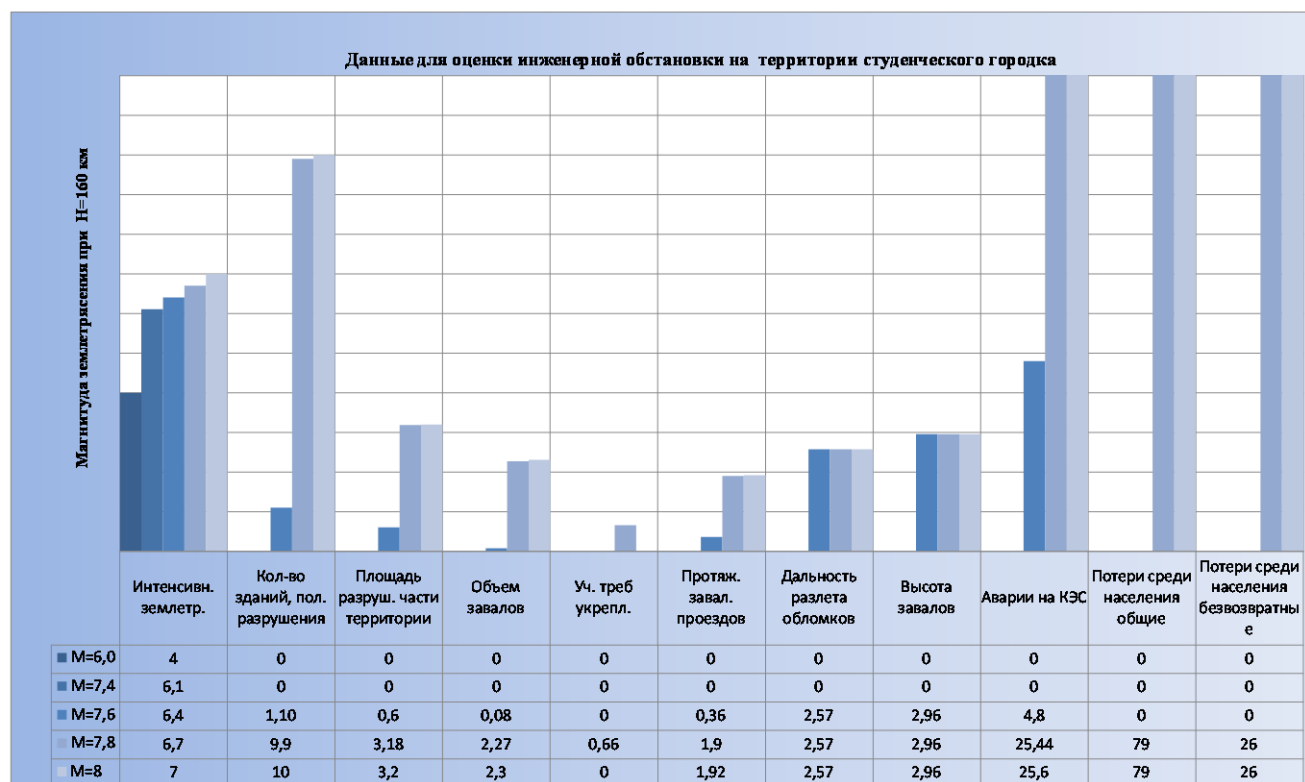
Таблица 5. Данные расчетов прогнозирования

Глубина очага землетрясения, км	Магнитуда землетрясения, М	Интенс. землетр., баллы	Кол-во зданий пол. разрушения и повреждения	Площадь разрушений, м ²	Объем завала, м ³	Участки, треб. укрепления (разрушения), шт	Прот. завал. проездов, км ²	Дальность разлета обломков, м	Высота завала	Кол-во аварий на КЭС, шт	Возможные потери, чел. Общ/Безв.	
80	6,0	4,35	1,1	0,03	0	0	0,02	0	0	0,24	0	0
	7,0	7	1,76	0,61	5,31	0,33	0,37	2,6	2,96	4,88	79	26
	7,4	7,5	1,81	0,63	6,42	1,3	0,38	2,7	2,96	5,04	79	26
	7,6	7,9	1,9	0,66	7,3	2,5	1,9	2,7	2,96	5,28	1030	470
	8	8,65	9,24	3,2	9,39	3,74	2,81	2,8	2,96	25,6	1035	480
160	6,0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7,4	6,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7,6	6,4	1,1	0,6	0,08	0	0,36	2,57	2,96	4,8	0	0
	7,8	6,7	9,9	3,18	2,27	0,55	1,9	2,57	2,96	25,44	79	26
	8	7	10	3,2	2,3	0	1,92	2,57	2,96	25,6	79	26
	d=1 — Легкие повреждения. Слабые повреждения материала и неконструктивных элементов здания: тонкие трещины в штукатурке; откалывание небольших кусков штукатурки; тонкие трещины в сопряжениях перекрытий со стенами и стенового заполнения с элементами каркаса; между панелями в разделке печей и дверных коробок; тонкие трещины в перегородках, карнизах, фронтонах, трубах. Видимые повреждения конструктивных элементов отсутствуют. Для ликвидации повреждений достаточен текущий ремонт здания.											
	d=2 — Умеренные повреждения. Значительные повреждения материала и неконструктивных элементов здания, падение пластов штукатурки, сквозные трещины в перегородках, глубокие трещины в карнизах и фронтонах, выпадение кирпичей из труб, падение отдельных черепиц. Слабые повреждения несущих конструкций: тонкие трещины в несущих стенах; незначительные деформации и небольшие отколы бетона или раствора в узлах каркаса и стыках панелей. Для ликвидации повреждений необходим капитальный ремонт здания.											
	d=3 — Тяжелые повреждения. Разрушения неконструктивных элементов здания: обвалы частей перегородок, карнизов, фронтонов, дымовых труб. Значительные повреждения несущих конструкций; сквозные трещины в несущих стенах, значительные деформации каркаса, заметные сдвиги панелей, выкрашивание бетона в узлах каркаса. Возможен восстановительный ремонт здания.											

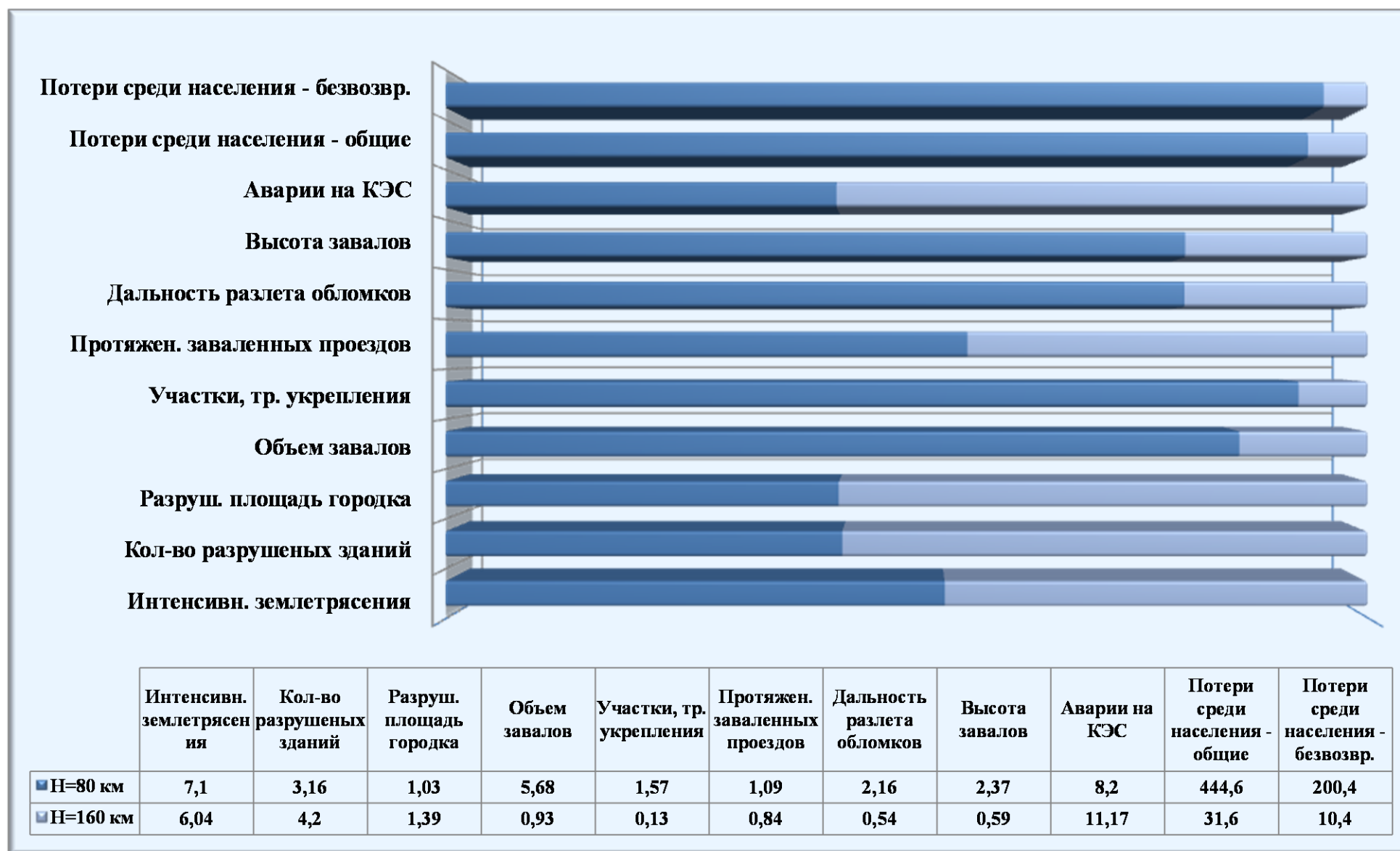
Гистограмма 1. Прогнозирование последствий землетрясения при Н=80 км



Гистограмма 2. Прогнозирование последствий землетрясения при H=160 км



Гистограмма 3. Анализ средних значений параметров при прогнозировании землетрясений различной глубины



3.4. Пожарная обстановка.

Число очагов пожаров определяется масштабами разрушений. Анализ последствий землетрясений показывает, что в среднем в половине числа зданий, получивших частичные разрушения (4 степень) и обвалы (5 степени) [11].

Таблица 6. Характеристика элементов объекта:

Объекты	Степень огнестойкости здания	Категория производства по пожарной опасности опасности
Корпус №1	Ф 4.2	Д
Котельная	Ф 5.1	Б
Гараж		В1
№ 1	Ф 1.2	Д
№ 3		
№ 4		
№ 5		
№ 6		
№ 7		
№ 11		

При взрыве ГВС выделяют три основные зоны возможных пожаров: зоны отдельных пожаров; зоны сплошных пожаров; зоны пожаров в завалах.

Зоны отдельных пожаров охватывают районы, в которых пожары возникают в отдельных зданиях и сооружениях. Пожары на территории рассредоточены. В этой зоне возможна быстрая организация тушения пожаров в течение до 20 минут после начала пожара.

Зоны сплошных пожаров могут возникнуть в зонах средних и сильных разрушений, когда пожары охватывают более чем 50% зданий в зоне в течении 1 – 2 часов. Далее возможно распространение огня на остальные здания и сооружения - огнем может быть охвачено до 90% строений и более.

В зонах сплошных пожаров невозможен проход или нахождение сил реагирования без проведения специальных противопожарных мероприятий по локализации и тушению пожаров.

Длительность сплошных пожаров может изменяться в широких пределах в зависимости от огнестойкости, плотности застройки и метеоусловий. Считается, что в кварталах (районах) значительной площади (более 2км² и более) при

застройке зданиями IV и V степени огнестойкости, длительность сплошного пожара может составить 10 ч., а при застройке зданиями III степени- **до 2-х суток.**

Зоны пожаров в завалах распространяются на территорию части зоны сильных и всей зоны полных разрушений от взрыва ГВС.

Для этой зоны характерно сильное задымление и продолжительное горение в завалах, интенсивное выделение продуктов неполного сгорания и токсичных веществ. Значительное количество продуктов сгорания и теплового разложения, входящих в состав дыма обладают токсичностью. К ним относятся окись углерода углекислый и сернистый газы , хлор окислы азота ,сероводород и другие.

Продолжительность горения и тления в завалах может составить несколько суток.

Направление распространения пожаров определяется преимущественным направлением ветра в приземном слое, а его скорость существенно влияет на скорость распространения пожаров.

Так, при скоростях ветра 3 - 5 м \ сек (10 – 20 км \ час) скорость распространения огня по ветру для зданий IV и V степени огнестойкости может составлять 120 - 300 м \ час, а для зданий II и III степени – 60 – 120 м \ час, при скорости ветра 10 – 20 м \ сек (40 – 70 км \ час) скорость распространения огня увеличивается в 2 - 3 раза.

Следует отметить, что пожары распространяются не только в сторону ветра, но и в стороны перпендикулярные направлению ветра и даже навстречу ветру, причем скорость распространения огня против ветра всего лишь в 3 - 4 раза меньше, чем по ветру.

Показатели, характеризующие развитие пожаров во времени от начала возникновения до полной ликвидации называется параметрами развития пожара. В начальной стадии развития пожара происходит увеличение площади горения с выгоранием горючих материалов. Большинство пожаров на объектах с наличием твердой горючей основы характеризуется сравнительно медленным нарастанием

температуры начальной стадии горения. Однако после достижения температуры равной 3000 С самовоспламеняются органические материалы и вещества и начинается стадия более интенсивного развития пожаров.

Ориентировочно можно считать, что время развития пожара в зданиях до его полного охвата огнем составляет:

-для зданий IV и V степени огнестойкости - 30 - 60 мин.

-для зданий III степени огнестойкости, высотой до 2-х этажей – 1 ч., высотой до 5 этажей – **1 - 1,5 часа**

-для зданий II степени огнестойкости, высотой 5этажей – 3 - 4 часа .

Для оценки обстановки и принятия решения на ликвидацию пожара большое значение имеет качественное прогнозирование развития параметров пожара. Одним из них является площадь горения (пожара), его периметр и скорость развития. Указанные параметры, в основном, определяют обстановку и лежат в основе расчёта сил и средств, необходимых для ликвидации пожаров.

В зависимости от расположения источника горения, конфигурации зданий и сооружений, метеоусловий различают три основных формы площади пожаров – круглая, угловая и прямоугольная. Для прогнозирования возможной площади пожара за основу берётся линейная скорость распространения горения.

Скорость распространения горения может меняться в широких пределах, в зависимости от назначения зданий, сооружений, конструкций. Ориентировочно она может составлять :

1. для административных зданий – 1 – 1,5 м. / мин.
2. для жилых домов – 0,5 – 0,8 м / мин.
3. для коридоров и галерей – 4 – 5 м / мин.
4. для торговых предприятий – 0,5 – 1,2 м / мин.
5. для лечебных учреждений в зданиях I и II степени огнестойкости 0,6 – 1,0 м / мин., в зданиях III - IV степени – 2,0 – 3,0 м / мин.

Площадь пожаров прогнозируется, как правило на момент прибытия основных сил противодействия и в дальнейшем уточняется. Площади возможного развития прогнозируются и в дальнейшем уточняются.

Площади возможного развития пожаров определяются по следующим зависимостям:

- для круглой формы – $S_{\text{п}} = \Pi * R^2$
- для угловой формы – $S_{\text{п}} = 0,5 * \alpha * R^2$
- для прямоугольной формы – $S_{\text{п}} = a * b$,

где R - радиус развития горения на момент расчётов; α - угловой размер сектора горения в радианах; a, b - стороны прямоугольника при развитии пожара.

При расчёте сил и средств необходимо учитывать специфику горючей загрузки, вид пожара и сложившуюся обстановку. Расчёт сил и средств может производиться аналитическим методом, с использованием справочных таблиц, графиков и специальных линеек. В общем виде расчёт рекомендуется производить по следующей схеме:

- Определение формы площади пожара, к моменту его локализации.
- Определение принципа расстановки сил и средств для тушения пожара.
- Определение площади тушения пожара.
- Определение необходимого расхода огнетушащих средств на тушение пожара и защиту объектов, которым угрожает опасность.
- Расчёт необходимого количества технических средств подачи огнетушащих средств для тушения пожара и защиты объектов.
- Определение фактического расхода огнетушащих средств.
- Расчёт необходимого запаса огнетушащих средств.
- Определение необходимого количества пожарных машин основного назначения.
- Определение предельных расстояний по подаче воды от пожарных машин, установленных на водоемах.
- Определение численности личного состава, необходимого для тушения пожара и защиты населения и объектов.

Расчёты по приведенным методикам проводятся специалистами пожарных служб и подразделений, и закладывается в основу последующих мероприятий по ликвидации пожара.

3.5. Меры по повышению физической устойчивости зданий и сооружений, оборудования и повышение технологической стойкости объектов экономики

Меры по повышению физической устойчивости зданий, сооружений и оборудования предусматривается при сейсмостойком строительстве. В частности такими мерами являются:

- проектирование и строительство сооружений с жестким каркасом (металлическим или железобетонным), что способствует снижению степени разрушения несущих конструкций при землетрясениях, ураганах, взрывах и других бедствиях;
- применение при строительстве каркасных зданий облегченных конструкций стенового заполнения и увеличение световых проемов путем использования стекла, легких панелей из пластика и других легко разрушающихся материалов. Эти материалы и панели при разрушении уменьшают воздействие ударной волны на сооружение, а их обломки наносят меньший ущерб оборудованию;
- применение легких, огнестойких кровельных материалов, облегченных междуэтажных перекрытий и лестничных маршей при реконструкции существующих промышленных сооружений и новом строительстве. Обрушение этих конструкций и материалов приносит меньший вред оборудованию по сравнению с тяжелыми железобетонными перекрытиями, кровельными и другими конструкциями;
- повышение устойчивости оборудования путем усиления его наиболее слабых элементов, прочное закрепление на фундаментах станков,

установок и другого оборудования, имеющего большую высоту и малую площадь опоры. Устройство растяжек и дополнительных опор повышает их устойчивость на опрокидывание;

- рациональная компоновка технологического оборудования при разработке планировочного проекта для исключения его повреждения обломками разрушающихся конструкций. Особо ценное и уникальное оборудование целесообразно размещать в зданиях с повышенными прочностными характеристиками (наличие жесткого каркаса, пониженная высотность и т.п.), в заглубленных, подземных или специально построенных помещениях повышенной прочности или, наоборот, в зданиях, имеющих облегченные и трудновозгораемые конструкции, обрушение которых не приведет к разрушению этого оборудования.;

- осуществление сейсмостойкого строительства в сейсмоопасных районах, а также сейсмоукрепление на этих территориях зданий и сооружений, построенных без учета сейсмичности.

Значительное место в подготовке к устойчивому функционированию занимает повышение технологической стойкости объектов экономики. В этих мерах, как правило, предусматривается:

- повышение технологической и эксплуатационной надежности производственных процессов;
- создание систем локализации и подавления аварийных ситуаций;
- осуществление превентивных мер по предотвращению возникновения вторичных факторов поражения и т.д.

Важную роль среди основных мер по повышению технологической стойкости играют предупредительные меры, связанные с предотвращением возникновения при чрезвычайных ситуациях вторичных факторов поражения различного характера или ослаблением их действия. В числе мер, осуществляемых с этой целью, целесообразно назвать:

- максимально возможное сокращение запасов легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ на складах;

- размещение легковоспламеняющихся и других опасных веществ с учетом направления господствующих ветров;
- сведение к минимуму возможности возникновения пожаров путем применения огнестойких конструкций, устройства противопожарных разрывов, сооружения специальных противопожарных резервуаров с водой и искусственных водоемов, обеспечения готовности к установке водяных завес, обеспечения маневра пожарных сил и средств во время тушения пожаров и т.д.;
- заглубление линий электроснабжения и установка автоматических отключающих устройств с целью исключения воспламенения материалов при коротких замыканиях.

Важное место в подготовке и устойчивому функционированию объектов экономики занимает подготовка защитных сооружений для персонала, зданий, сооружений, оборудования, территорий объектов, предназначенных для защиты от поражающих факторов источников чрезвычайных ситуаций и вторичных факторов поражения.

Устойчивость функционирования объектов при чрезвычайных ситуациях может быть существенно повышена, если они и прилегающая местность будут оборудованы в инженерном отношении, в том числе иметь соответствующие защитные сооружения. Как правило, при инженерном оборудовании местности и возведении этих сооружений ориентируются на возможные в районе данного объекта экономики стихийные бедствия и аварии.

К данным мерам инженерной защиты объектов могут быть отнесены мероприятия по защите от землетрясений, противооползневые и противообвальные инженерные мероприятия, меры по защите от наводнений, пожаров, взрывов и т.д.

Подготовка объектов экономики к устойчивому функционированию в условиях чрезвычайных ситуаций проводится руководителями организаций, во владении или подчинении которых находятся данные объекты, под контролем соответствующих органов исполнительной власти и органов местного самоуправления.

ВЫВОД К ГЛАВЕ 3

Последствия тектонических землетрясений многообразны и чрезвычайно опасны. Под их влиянием оказываются большие территории, в результате чего уничтожаются материальные ценности, нарушается экологическая обстановка, изменяются климат и ландшафт местности, возникают пожары, повреждается система коммунального хозяйства, уничтожаются сельскохозяйственные и природные угодья. Поражения обломками разрушенных зданий, длительное нахождение в завалах, отсутствие своевременной помощи, паника приводят к травмам и гибели большого числа людей.

Землетрясения способны вызвать пожары вследствие разрушения печей, повреждений электрических сетей, технологического оборудования, на котором используются легковоспламеняющиеся вещества, хранилищ газа и топлива.

Выброс сильнодействующих, ядовитых и других опасных веществ происходит из-за повреждений или разрушений хранилищ, коммуникаций, технологического и исследовательского оборудования на объектах атомной энергетики, химической промышленности, коммунального хозяйства и других отраслей, в научных учреждениях.

Следствием воздействия сейсмических волн на транспортные средства и элементы транспортных коммуникаций являются транспортные аварии и катастрофы.

Повреждение или разрушение систем тепло- и водоснабжения, средств связи приводит к кризису в обеспечении жизнедеятельности населения.

Утрата государственного, общественного и личного достояния происходит вследствие разрушения или повреждения зданий, сооружений, коммуникаций, технических средств и комплексов, сельскохозяйственных и природных угодий, действия вторичных факторов землетрясения.

Предотвратить тектонические землетрясения практически невозможно. Для уменьшения их отрицательных последствий целесообразно проводить сейсмические наблюдения, использовать сейсмостойкие строительные

материалы и технологии, постоянно повышать уровень подготовки населения к действиям в условиях землетрясений.

Таким образом, полученные показатели, характеризующие обстановку в районе разрушительного землетрясения, позволят должностным лицам, организующим спасательные работы, определить состав сил и средств и разработать эффективные варианты их применения для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР).

Для защиты жизни и здоровья населения при землетрясениях следует применять следующие основные мероприятия гражданской обороны, являющиеся составной частью мероприятий защиты в ЧС:

- эвакуацию населения из зон ЧС;
- проведение мероприятий медицинской защиты;
- проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ в зонах ЧС.

Эвакуацию следует проводить в случае угрозы возникновения или появления реальной опасности формирования в зоне факторов разрушительных сил природы, техногенных факторов, критических условий для безопасного нахождения людей, а также при невозможности удовлетворить в отношении жителей пострадавших территорий минимально необходимые требования и нормативы жизнеобеспечения.

Эвакуацию следует осуществлять путем организованного вывода и вывоза населения в близлежащие безопасные места, заранее подготовленные и оборудованные в соответствии с требованиями и нормативами временного размещения, обеспечения жизни и быта людей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для достижения цели дипломной работы нами были выполнены следующие задачи:

- проведен теоретический и статистический анализ исследований в области сейсмической опасности района Вранча (Румыния), как источника чрезвычайных ситуаций тектонического характера для территории Молдовы и ПМР;
- проведен анализ исследований в области сейсмического районирования и микрорайонирования, которые базируются на детальном и комплексном изучении современной геодинамики, региональной сейсмичности, сейсмотектоники и инженерной сейсмологии;
- раскрыты понятия устойчивости объектов и территорий в чрезвычайных ситуациях и определены факторы, влияющие на изменение их устойчивости и уязвимости;
- проведено моделирование чрезвычайной ситуации на территории студенческого городка и прогнозирование инженерной обстановки при воздействии на объекты различной интенсивности землетрясений;
- определены критические параметры ЧС сейсмического характера для сохранения устойчивости территории городка;

Полученные выходные данные дипломной работы позволяют сделать вывод о том, что уровень безопасности персонала и студентов университета в ЧС природного характера напрямую связан с разработанностью проблемы регионального сейсмического риска, полных данных о возникающих поражающих факторах и величине их критических параметров. Созданная модель сейсмического риска может явиться основой для дальнейшей разработки комплекса мероприятий по повышению устойчивости территории.

Гипотеза подтвердилась.

Список используемой литературы

1. ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21 декабря 1994 года № 68-ФЗ, в ред. Федеральных законов , от 30.10.2007 № 241-ФЗ.
2. В.И.Уломов. Общее сейсмическое районирование территории России и сопредельных стран - ОСР-97 / Объединенный институт физики Земли Российской академии наук/ 2009 г.
3. Э. Мирлювич, к. ф-м н., ВНИИ ГОЧС МЧС России. Наука и образование. Безопасность жизнедеятельности. Землетрясения - вторая опасность глобального масштаба.
<http://articles.excelion.ru/science/lifesecurity/18401071.html>
4. Алказ В.Г. Научно-методические основы прогноза сейсмической опасности и сейсмического риска территории Республики Молдова. Диссертация на соискание ученой степени доктора хабилитат физико-математических наук. Кишинев, 2006
5. Друмя А.В., Степаненко Н.Я., Симонова Н.А.Сильнейшие землетрясения Карпатского региона в XVIII – XX веке.
6. Гинсарь В.Н.Оценка повторяемости и вероятности сильных землетрясений зоны Вранча. Buletinul Institutului de Geofizică și Geologie al AȘM, N 1, 2005 – 35.
7. Геофизический журнал №3, изд-во «Эссе», Киев, 2006 г.
8. Уломов В.И., Шумилина Л.С.. проблемы сейсмического районирования территории России.//Всероссийский НИИ проблем научно-технического прогресса и информации в строительстве. М: ВНИИНТПИ Госстроя России. 1999. 56 с.
9. СНиП-1 1-01-95. «Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений».

10. Постановление СМ РСФСР № 249-13 от 7.05.81 г. “О проведении научно-исследовательских работ по повышению устойчивости функционирования”

11. Методика прогнозирования последствий землетрясений. ВНИИ ГОЧС. Центр исследований экстремальных ситуаций. Сейсмологический центр Института геоэкологии. М:2000.

12. Матрюков В.А. Обеспечение мероприятий и действий сил ликвидации чрезвычайных ситуаций. Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Под общ. Ред Шойгу С.К. Часть 2. Инженерное обеспечение мероприятий и действий сил ликвидации ЧС. Книга 2. Опертивное прогнозирование инженерной обстановки в ЧС.М., 1998 г.

13. Баринов А.В. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них. Учеб. пособие для студентов ВУЗов. – М.: Издательство ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. – 496 с.

14. Матрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Учебник для студ. высш. учеб. заведений. – 2-е изд.. стер. – М.: Изд. центр «Академия», 2004. – 336 с.

15. Жилин А.Н., Денисова Н.Н. Устойчивость функционирования объектов экономики в ЧС. Методические указания к практическим занятиям. Оренбург, 2003 .с.48.

16. Методика оценки последствий землетрясений. М.: ВНИИГОЧС, 1994.

17. Учебник спасателя / С. К. Шойгу, М. И. Фалеев, Г. Н. Кириллов и др.; под общ. ред. Ю. Л. Воробьева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Краснодар: «Сов. Кубань», 2002. — 528 с.— ил. ISBN 5-7221-0506-6.

18. Уломов В.И., проф., Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. Низкочастотные сейсмические воздействия на высотные зданий в г. Москве от далеких очагов сильных землетрясений. Материалы V Международной научно-практической конференции «Современные системы и средства комплексной

безопасности и противопожарной защиты объектов строительства.
Стройбезопасность-2007»

19. Горбунов С.Е., Гареев М.В. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Учебное пособие по курсовому проектированию/Под ред. А.И. Сидорова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. – 57с;

20. Гражданская оборона: Учеб. для ВУЗов / В.Г. Атаманюк, Л.Г. Ширшев,