

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего**  
**профессионального образования**  
**«Южно-Уральский государственный университет (национальный**  
**исследовательский университет)»**  
**Архитектурно-строительный институт**  
**Кафедра «Архитектура»**

**РАБОТА ПРОВЕРЕНА**

**Рецензент**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ**

**Заведующий кафедрой**

**«Архитектура»,**

**доктор архитектуры, профессор,**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ С.Г. Шабиев  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

**Новейшие методы обеспечения безопасности в зданиях, проектируемых**  
**для расположения на опасных территориях.**

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
**(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

**ЮУрГУ– 07.04.01.2018. 65. ВКР**

**Руководитель работы,**  
**кандидат архитектуры,**  
**доцент,**

\_\_\_\_\_ А. Ю. Худяков  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

**Автор работы,**  
**студент группы АС-219**

\_\_\_\_\_ Е. А. Скурыгина  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

**Нормоконтролер,**  
**старший преподаватель**

\_\_\_\_\_ О. Г. Иванова  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

**Челябинск 2018**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение .....</b>	<b>3</b>
<b>Глава 1. Факторы наносимые вред жизнедеятельности человека .....</b>	<b>6</b>
1.1 Природные катастрофы .....	6
1.2 Техногенные катастрофы.....	10
1.3 Космогенные катастрофы .....	12
Вывод по первой главе. ....	14
<b>Глава 2. Существующие на сегодняшний день меры защиты населения от опасных факторов .....</b>	<b>15</b>
2.1 Конструктивные меры.....	15
2.2 Информационные меры .....	17
2.3 Эффективность существующих мер защиты населения от опасных факторов.....	24
Вывод по второй главе. ....	32
<b>Глава 3. Предлагаемые методы обеспечения безопасности в зданиях, проектируемых для расположения на опасных территориях .....</b>	<b>34</b>
3.1 Усиление конструктивного составляющего архитектуры .....	34
3.2 Обустройство безопасных автономных помещений в зданиях .....	40
3.3 Эвакуация людей на время воздействия опасных факторов на безопасную территорию временного модульного поселения.....	43
Вывод по третьей главе. ....	61
<b>Заключение.....</b>	<b>63</b>
<b>Библиографический список .....</b>	<b>64</b>

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность.** Все что окружает человека живущего в социуме, в той или иной мере является архитектурой. Самой важной и неотъемлемой частью архитектуры является безопасность.

С самого истока возникновения на Земле первых людей и по сей день человек подвергается воздействию на него различных угроз, климатического, природного, нападение животных, насекомых и иного вида. Человеку всегда необходимо адаптироваться, в некоторых случаях бороться с воздействующими на него угрозами. Сначала люди жили в пещерах, затем они научились строить крепости и так далее, все это было направленно на защиту человека от опасных воздействий. Многие из опасных факторов в процессе временного изменения Земли прекратились, к некоторым человек сумел приспособиться. Но с течением времени, развитие науки, изменением мышления самого человека к уже существующим опасным воздействиям добавляются новые. И бороться с ними или адаптироваться к ним становится сложнее, и здесь на помощь приходит наука.

На сегодняшний момент не ото всех существующих опасных факторов человек может защитить себя. Их можно условно разделить на несколько видов:

1. Природно-климатические (извержение вулканов, землетрясения, ураганы, цунами, смерчи и другие),
2. Техногенных: а) промышленные (взрывы и утечки токсических веществ на заводах химической и пищевой промышленности, аварии на трубопроводах и АЭС); б) транспортные (авиакатастрофы, крушение поезда, кораблекрушения, ДТП и другие),
3. Космогенные (столкновение крупного метеорита, астероида, кометы или иного небесного тела с Землей или другой планетой).

Работа посвящена выявлению новейших методов обеспечения безопасной жизнедеятельности человека в повседневной среде обитания, на территориях возможного воздействия опасных факторов.

**Гипотеза исследования.** Выявляемые новейшие методы обеспечения безопасности в зданиях, проектируемых для расположения на опасных территориях в полной мере выполняют свои функции и защищают человека от воздействующих на него угроз.

**Цель исследования.** Выявить современные методы обеспечения безопасности в зданиях, проектируемых для расположения на опасных территориях.

**Задачи исследования.**

1. Определить причины необходимости обеспечения безопасности в зданиях, проектируемых для расположения на опасных территориях.
2. Исследовать существующую на сегодняшний день ситуацию безопасности в зданиях, расположенных на опасных территориях;
3. Выявить совокупность теоретических принципов и практических приёмов для обеспечения безопасности в зданиях, проектируемых для расположения на опасных территориях.

**Объект исследования.** Новейшие методы обеспечения безопасности в зданиях, проектируемых для расположения на опасной территории.

**Предмет исследования.** Безопасность, как неотъемлемая часть архитектуры и градостроительства.

**Методика исследования.**

1. Теоретические и графоаналитические методы анализа влияния опасных факторов на архитектуру и жизнедеятельность населения;
2. Изучение текстового, иллюстрационного и графического материала российских и зарубежных источников по архитектурно строительным,

климатическим, астрономическим проблемам и проблемам безопасности в зданиях при воздействии на них различных угроз;

3. Математические, статистические и социологические методы исследования.

**Практическая значимость.** Архитектура является средой обитания социального общества. Опасные факторы (природно-климатические, техногенные, астероидные) разрушают архитектуру и наносят вред ее обитателям. Выявление новейших методов обеспечения безопасности человека в архитектуре, способны снизить, а в некоторых случаях предотвратить катастрофические воздействия опасных факторов на человека.

Основная часть работы состоит из трех глав. В первой главе описывается исторически зафиксированные воздействие опасных факторов угрожающие жизнедеятельности человека и важность защиты человека от них. Во второй главе рассматриваются уже существующие на данный момент методы обеспечения безопасности от воздействий опасных факторов, их характеристики и надежность их применения. Третья глава посвящена новейшим теоретическим принципам и практическим приемам обеспечения безопасности в зданиях, проектируемых для расположения на опасных территориях.

# ГЛАВА 1. ФАКТОРЫ, НАНОСИМЫЕ ВРЕД ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

## 1.1 Природные катастрофы

С каждым днем наша планета подвергается различным изменениям. Одним из них является изменение климата, которое влияет на поведение природы. Природные катастрофы - источники глубочайших социальных потрясений, приводящих к массовым страданиям, гибели людей и огромным материальным потерям [1]. Количество природных катастроф, с каждым годом увеличивается.

Человеку с древних времен свойственно испытывать страх перед опасными проявлениями могущественной природы. Как известно из истории многие природные катастрофы разрушали целые города, как например гибель Помпей в Италии по причине извержения вулкана Везувий в 79 веке н. э., и существует много таких примеров, когда от процветающих городов оставались лишь руины в результате природных катастроф.

Наиболее разрушительные природные катастрофы:

**Землетрясение** — подземные толчки и колебания земной поверхности. Большинство землетрясений возникает на окраинах тектонических плит. Выявлено, что за последние двести лет сильные землетрясения происходили в результате вспарывания больших разломов, поднимающихся на поверхность [2]. Самые крупномасштабные землетрясения:

Землетрясение в Гяндже — одно из крупнейших землетрясений в истории силой в 11 баллов, произошло 30 сентября 1139 года близ города Гянджа на территории современной Азербайджанской Республики. В результате погибло 230 тыс. человек. Во время землетрясения обрушилась гора Кяпаз и перекрыло русло реки Ахсу, протекающую через неё, вследствие чего образовались восемь озёр [3]. Это землетрясение входит в пятёрку землетрясений, унёсших самое большое количество жизней [4].

Великое китайское землетрясение - произошло в провинции Шэньси 23 января 1556 года. Количество погибших примерно 830 000 человек — больше,

чем любое другое землетрясение в истории человечества. В Хуасяне были разрушены все постройки, погибло более половины населения. В эпицентре землетрясения открылись 20-метровые провалы и трещины [5].

Спитакское землетрясение, также известное как Ленинаканское землетрясение — катастрофическое землетрясение магнитудой 7,2, произошло 7 декабря 1988 года в 10 часов 41 минуту на северо-западе Армянской ССР. В результате землетрясения были полностью разрушены город Спитаки, 58 сёл, частично разрушены города Ленинакан (ныне Гюмри), Степанаван, Кировакан (ныне Ванадзор) и ещё более 300 населённых пунктов. Погибли примерно 25 тысяч человек, 514 тысяч человек остались без крова. В общей сложности, землетрясение охватило около 40 % территории Армении. Из-за риска аварии была остановлена Армянская АЭС[4].

Землетрясение у восточного побережья острова Хонсю в Японии, также Великое восточнояпонское землетрясение — землетрясение произошло с магнитудой от 9,0 до 9,1 балла 11 марта 2011 года в 14:46 по местному времени. Через 69 минут после землетрясения цунами затопило аэропорт Сендай. Это самое сильное землетрясение в истории Японии [4].

**Цуна́ми** — длинные и высокие волны, порождаемые мощным воздействием на всю толщу воды в океане или другом водоёме [6]. Цунами, по мнению некоторых специалистов, являются солитонами. Причиной большинства цунами являются подводные землетрясения, во время которых происходит резкое смещение (поднятие или опускание) участка морского дна. Цунами происходит при землетрясении любой силы, но большой силы достигают те, которые возникают из-за сильных землетрясений (с магнитудой более 7). В результате землетрясения распространяется несколько волн [7].

Цунами Мэйдзи Санрику – произошло 15 июня 1896 г. около 20 ч. по местному времени. Гигантские волны высотой примерно 38 метров разрушили более 10000 домов, унесли в море свыше 22000 человек. Цунами уничтожило множество деревень на территории площадью 800 км<sup>2</sup>. Его сила была настолько

велика, что на берегу впоследствии находили раздробленные тела, лишенные конечностей, груды обломков бывших строений и бытовых предметов. Девятиметровые волны цунами дошли даже до Гавайских островов, где разрушили пристани и унесли в океан несколько домов[10].

Цунами в Индийском океане, произошедшее 26 декабря 2004 года в 07:58:53 по местному времени. Магнитуда составила, от 9,1 до 9,3. Это третье по силе цунами за всю историю наблюдения. Эпицентр цунами находился в Индийском океане, к северу от острова Симёлуэ, расположенного возле северо-западного берега острова Суматры (Индонезия). Цунами затронуло берега Индонезии, Шри-Ланки, юга Индии, Таиланда и других стран. Высота волн превышала 15 метров. Цунами привело к огромным разрушениям и огромному количеству погибших людей, даже в Порт-Элизабет, в ЮАР, в 6900 км от эпицентра [10]. Погибло приблизительно от 225 тысяч до 300 тысяч человек. Истинное число погибших вряд ли когда-либо будет известно, так как множество людей было унесено водой в море [10].

**Смерч** или **торнадо** — атмосферный вихрь, возникающий в кучево-дождевом (грозовом) облаке и распространяющийся вниз, часто до самой поверхности земли, в виде облачного рукава или хобота диаметром в десятки и сотни метров [8]. Обычно поперечный диаметр воронки смерча в нижнем сечении составляет 300—400 м, если смерч находится на поверхности воды эта величина может быть 20—30 м, а при прохождении воронки над сушей достигает 1,5—3 км. [10]

Ураган Айк произошёл в 2008 г. на юго-восточное побережье Америки. Максимальный уровень его мощности достигал четырех баллов по 5-балльной шкале Саффира—Симпсона со скоростью ветра около 135 км/ч, а скорость передвижения по направлению на северо-запад — более 19 км/ч.

Основные разрушения ураган нанес южным районам штата Техас. На несколько недель электричества лишились 2 млн. жителей Техаса, на улицах городов находились многочисленные осколки стекла, не работали морские



порты штата — ключевые пункты разгрузки сырой нефти, которую добывается в Мексиканском заливе. Остров Галвестон был практически полностью разрушен огромными волнами высотой до 7 м и сильнейшим ветром. Основную часть территории затопили наводнения, и во многих местах возникли пожары [10].

Ураган Катрина наиболее разрушительный ураган на территории США, произошел 24 августа 2005 г., его скорость ветра достигала 280 км/ч. Около 40 смерчей прошло через территорию свыше 230 км<sup>2</sup>. В результате стихийного бедствия произошли сильные наводнения, которые затопили несколько населенных пунктов: почти 1 млн. жителей остались без электричества, число жертв достигало 1600 человек, несколько десятков пропали без вести. Примерно 100 000 человек, лишившихся своего жилья.

Стихийное бедствие привело к серьезным экологическим последствиям: в резервуары с питьевой водой попали нефтепродукты, в некоторых районах Нового Орлеана были зарегистрированы заболевания: дизентерия, тиф, желудочные болезни, отравления несвежей пищей [10].

**Тайфун** — разновидность тропического циклона, которая характерна для северо-западной части Тихого океана. В центральной части тайфунов возникают наибольшее снижение давления воздуха на поверхности моря, достигающее до 650 мм рт.ст. (циклон Тип, 1979)[9]. Зона активности тайфунов, которая составляет третью часть от общего количества тропических циклонов на Земле, располагается между побережьем Восточной Азии на западе, экватором на юге и линией перемены даты на востоке. Обычно большая часть тайфунов происходит в период с мая по ноябрь, но иногда случаются и в другие месяцы. Особенно разрушительным был сезон тайфунов 1991 года, когда побережья Японии охватило сразу несколько тайфунов давлением 870—878 мбар. Наиболее подвержены тайфунам территории: Корея, Япония, острова Рюкю, Курильские острова, Сахалин, Камчатский и Приморский край. [10]

**Ураган** — ветер разрушительной силы и значительной продолжительности, скорость которого больше 32 м/с [9]. На севере Атлантики сезон ураганов проходит с 1 июня по 30 ноября. Пик наблюдается около 10 сентября[10].

Ураган Эндрю пришел в город 24 августа 1992 г. Он отрывал от зданий массивные бетонные балки и, ими разрушал стены и крыши домов. Его скорость ветра достигала 320 км/ч.

В округе Дэйд были разрушены или сильно повреждены свыше 80000 зданий, крова лишились около 355 000 человек. Местные жители были своевременно предупреждены, поэтому жертв было не так много, как могло бы быть, — 43 человека, также от урагана пострадало большое количество животных: лошади, собаки, кошки, птицы. Пострадали тысячи машин, не хватало пищи и воды, электричество отсутствовало. Были повсюду разбросаны вырванные с корнями деревья. Ураган разбивал стены и потолки высотных зданий вырывая из него трубы и арматуру.

## **1.2 Техногенные катастрофы**

Современный уровень развития техносферы увеличивает риски техногенных катастроф, количество которых с каждым годом растет.

Примером этому являются катастрофы на Саяно-Шушенской ГЭС в августе 2009 года, катастрофа с разливом нефти в Мексиканском заливе в мае 2010 года, авария на АЭС «Фукусима-1» в марте 2011 года. В этом виде катастроф большую роль играет человеческий фактор, который заключается в основном в инженерных недочетах, ошибках рабочего персонала [11].

На территории Российской Федерации в зонах возможного воздействия опасных факторов в случае аварии на предположительно опасных объектах проживает свыше 90 млн. (60 процентов) жителей страны, 60 млн. человек из которых проживают вблизи химически опасных объектов. Значительную напряженность в обществе увеличивают чрезвычайные ситуации,

инициируемые авариями на объектах теплоснабжения и жилищно-коммунального хозяйства.

Объекты с возможной техногенной опасностью бывают: ядерной, металлургической, химической и горнодобывающей промышленности, уникальные инженерные сооружения (эстакады, плотины, нефте-, газохранилища), транспортные системы, транспортирующие опасные грузы и большие массы людей, магистральные газо-, нефте-, продуктопроводы. К ним же можно отнести опасные объекты оборонного комплекса, крупные склады обычных и химических вооружений.

Кроме ошибок, по причине человеческих факторов, аварии и катастрофы на указанных объектах могут возникать при воздействии опасных природных явлений — землетрясениями, ураганами, штормами. Также техногенные аварии и катастрофы могут сопровождаться химическим и радиоактивным загрязнением, взрывами, обрушениями, пожарами.

Россия находится в периоде, в котором неблагоприятные тенденции последних лет в социальной, экономической и техногенной сферах приводят к росту количества значительных аварий и катастроф, имеющие системный характер.

Также в опасном состоянии находится инфраструктура страны — технологический парк почти всех отраслей промышленности, трубопроводы, плотины, линии электропередачи, дороги, коммунальное хозяйство не способны обеспечивать безопасное функционирование. Катастрофы на Саяно-Шушенской ГЭС в августе 2009 г. и шахте «Распадская» в мае 2010 г., частое нарушения в сетях электроснабжения в декабре 2010 г. — начале 2011 г., крупные катастрофы на транспорте в 2011 году, систематические взрывы армейских складов с боеприпасами говорит о том, что необходимо исправить состоянием значимых технических объектов, иначе посмотреть на проблемы промышленной безопасности [12].

Сегодня жизнь человека в том или ином виде связана с транспортом. Значительное количество аварий и катастроф на автомобильном, авиационном

и водном транспорте в этом году показывает низкий уровень транспортной безопасности.

Причины уменьшения уровня безопасности в транспортной сфере: физический износ, путей сообщения, систем и оборудования управления движением; недостаточная квалификация персонала транспортных объектов, лиц, управляющих движением; недостаток бюджетных и иных средств, выделяемых на обеспечение транспортной безопасности; низкая уровень информативности.

Важным является не только эффективно устранить последствия аварий связанных с транспортом, но и регулярно принимать меры по профилактике угроз.

### **1.3 Космогенные катастрофы**

В последнее время внимание научного сообщества к проблеме воздействия космических факторов на количество и масштабность космогенных катастроф на Земле. К космогенным факторам относятся: солнечная активность, гравитационные воздействия (приливы, отливы), положение Земли в космосе, падение астероидов и другие процессы происходящие во вселенной. Положительное функционирование биосферы Земли зависит от процессов космогенных факторов, предполагаемое их воздействие на окружающую среду Земли чрезвычайно велико, в истории планеты они постоянно определяли жизнь или гибель растительного и животного мира, людей населяющих Землю. Еще с древних времен на Солнце были обнаружены пятна, которые в те времена являлись неблагоприятным явлением [13].

Р. Вольф предложил использовать пятна в качестве индикатора солнечной активности. Далее было выявлено, что возникновение солнечных пятен совпадает с возникновением полярных сияний и магнитных потоков (колебаниями геомагнитного поля). В начале XX века российский ученый А. Л. Чижевский доказал, что для природного мира Земли также как и солнечная

энергия, важны и периодически возникающие изменения солнечной активности [14]. Космогенные факторы непосредственно влияют как на все биологические процессы, так и на некоторые явления общественной жизни и инженерно-физические системы [15].

Малые тела Космического пространства с разными расстояниями удаленности не более 1.3 а.е. называются околоземными объектами. На сегодняшний день изучены около 10 000 околоземных объектов. Большая часть популяции околоземных объектов попадает из пояса астероидов, который располагается между орбитами Юпитера и Марса [16]. Эти астероиды представляют собой плотные каменные или железокаменные тела. Существуют и другая часть околоземных объектов, которые относятся к ядрам угасших комет [17], а конкретно ядрами, полностью потерявшими легкоплавкую составляющую или, покрылись массивной и плотной пылевой оболочкой.

Ядра угасших комет и астероиды, приближающиеся к Земле, практически не имеют отличий со стороны наблюдений, но имеют различную степень опасности при столкновениях с планетой Земля. Угасшие кометы, входящие в атмосферу Земли станут явлением суперболида, а затем взорвутся еще до соприкосновения с поверхностью. Астероиды повышенной прочности проходят в атмосферу максимально глубоко и даже могут упасть на поверхность Земли. Ближайшее такое столкновение произошло 15 февраля 2013 г. в Челябинской области. Явление суперболида завершилось падением метеорита массой примерно 300 кг прямо в озеро Чебаркуль. Из-за взрывной волны в атмосфере в г.Челябинск были разбиты стекла более чем в 1 000 домов[18].

К ряду других крупномасштабных космогенных катастроф случившихся на глазах человека можно отнести падение Тунгусского метеорита в 1908 г. События падения Тунгусского метеорита произошли из-за падения небольшой кометы. Она вошла в атмосферу Земли, надвигаясь с востока, т.е. по направлению к Земле. На высоте 5—10 км от поверхности Земли произошел взрыв огромной силы, равный взрыву не менее 3 млн. т тротила, т.е. в 100 раз

сильнее, чем взрыв атомной бомбы в Нагасаки и Хиросиме. Скорость Тунгусской кометы, с которой она вошла в атмосферу Земли, составляла от 30 до 40 км/с. В последствии взрыва появилась широкая область поваленных деревьев [19].

Столкновения комет, астероидов и метеоритов с планетой Земля имеют в большинстве случаев катастрофические последствия. Поэтому является важным и необходимым обеспечить безопасность жизнедеятельности населению планеты от этой опасной угрозы.

### **Вывод по первой главе.**

С древних времен, когда на планете Земля появились первые люди и по сей день, жизнедеятельности человека угрожают различные явления. Самыми масштабными из которых являются природные, техногенные и космогенные. К природным явлениям относятся: землетрясения, ураганы, смерчи, тайфуны, и др. Техногенными являются аварии на теплостанциях, электростанциях, на химических заводах, складах хранения опасных веществ, транспортные аварии. Космогенные: изменение солнечной активности, падение метеоритов, изменение магнитных полюсов.

Все эти явления приводят к глобальным катастрофам, которые наносят огромный вред жизнедеятельности человека, разрушая его среду обитания. А некоторые из них способны причинить непоправимый урон целой планете, уничтожив все живое на ней. Поэтому человек вынужден защищать себя от воздействия опасных явлений различного вида. В этом ему помогает наука. Развитие новых технологий прогнозирования природных и космогенных явлений, современных технологий строительства помогают человеку приспособиться к жизни на постоянно изменяющейся планете.

## ГЛАВА 2. СУЩЕСТВУЮЩИЕ НА СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ МЕРЫ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ

### 2.1 Конструктивные меры

Основной угрозой, при землетрясении, жизни человека является не сотрясение земли, а сотрясение всего, что располагается на ней. Из-за сотрясений грунта нарушаются верхние слои почвы, пласты на которых располагаются здания, становятся неустойчивыми — с вытекающими из этого последствиями.

Иногда землетрясения являются причинами катастрофических наводнений, в основном это цунами. Большую опасность для жизни и здоровья человека несут наводнения, в следствии прорывами плотин из-за повреждений грунта и образования трещин в конструкциях.

В случае с пожарами сегодня ситуация улучшилась, по сравнению с пожарами происходящими в начале XX в., как например в городе Канто, Япония, на сегодняшний день в развитых городах маловероятны. Причиной кроется в применении в строительстве новых строительных материалов, использовании современных технологий, обеспечивающих строению более сильную огнестойкость при пожаре, лучшей обеспеченности и организованности противопожарных служб, а также в качественной работе системы водоснабжения.

Сейсмоустойчивым вариантом является строительство одно- или двухэтажных домов с деревянным каркасом. Этот вариант строительства распространен, в США и Новой Зеландии, а в Японии являются, популярны относительно безопасные легкие дощатые конструкции [20].

Что касемо техногенных факторов в настоящее время появляется новый подход развитие модульной малой подземной энергетики, действующей за счет использования реакторов малой мощности - 40, 50 и 70...140 МВт, им

характерны небольшие размеры и повышенная надёжность. Такие реакторы используют на морских судах и атомных подводных лодках.

Концепция создания подземных станций (ПА-ЭС малой мощности) обозначается следующими основными положениями:

- глубина заложения реакторного помещения должна быть не менее 60.100 м и определяется расчётом, исходя из исключения проникновения в биосферу радионуклидов при взрыве на реакторе в предположении повреждения прочность реакторного помещения и нарушения целостности массива над реактором; прочность реакторного помещения должна быть рассчитана на внешнее давление окружающих горных пород, давление и температуру от гипотетического взрыва с расплавлением активной зоны реактора, и поверхностные динамические нагрузки.

- помещение реактора может быть совмещено с временным хранением низко- и средне активных отходов, продолжительность хранилищ составляет десятки лет;

- на глубине свыше 300 м размещаются выработки хранилищ использованного ядерного топлива, продолжительность эксплуатации хранилищ сотни и тысячи лет;

- конструкции помещения атомной электростанции допускают извлечение и вывоз реакторов малой мощности с целью ремонтных работ на производимых их заводах;

- снятие реакторов с эксплуатации осуществляется в подземных условиях, при этом возможно повторное использование реакторного помещения для следующих реакторов при условии спуска реактора на заранее пройденную нижележащую камеру для захоронения;

- завершающая консервация станции осуществляется путём заполнения тоннелей, каверн или вертикальных стволов составами из бентонита в смеси со свинцовым порошком;

- станции размещаются в геологической среде, предусматриваемой на размещении в ней хранилищ;



- запрещается размещение станции в местах предполагаемой добычи полезных ископаемых или нахождении других производств и соответствующих предприятий;

- станция допускает поэтапный ввод в эксплуатацию с перерывом в годы или даже десятки лет;

- имеется возможность типизации конструктивных решений станции.

Компоновка помещений атомной электростанции возможна в вертикальных или горизонтальных положениях [21].

Вертикальные размещения имеют следующие важные преимущества: пониженное восприятие сейсмических, других природных и техногенных воздействий; небольшие по величине горные отводы, обеспечивающие минимальный риск вскрытия крупных зон трещин; малый объём горных работ снижает воздействие последствие взрыва; надёжное изучение массива при передовом бурении разведочных скважин.

К недостаткам такой компоновки относят, в основном следующее: возможное развитие зон вторичной трещин на всю длину ствола -каналов возможного распространения радионуклидов; небольшие сложности осуществления горных работ; трудности при извлечении из стволов контейнеров с отходами и т.д.

Выработки в окружающих реакторное помещение породных массивах, состоят из крепких скальных пород, представляют собой особенные высокопрочные и надёжные оболочки, прочность которых при внешних и внутренних воздействиях на 2-3 пункта выше, чем у железобетонных оболочек, которые применяются в наземных АЭС [22].

## **2.2 Информационные меры**

Одно из главных мероприятий по защите населения от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера — его своевременное оповещение и информирование о возникновении или угрозе возникновения

какой-либо опасности. Информационное оповестить население означает своевременно предупредить его о надвигающейся опасности и создавшейся обстановке, а также проинформировать о порядке поведения в этих условиях. Заранее установленные сигналы, распоряжения и информация относительно возникающих угроз и порядка поведения в создавшихся условиях доводятся в сжатые сроки до органов управления, должностных лиц и сил Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Ответственность за организацию и практическое осуществление оповещения несут руководители органов исполнительной власти соответствующего уровня [23].

В системе РСЧС порядок оповещения населения предусматривает сначала при любом характере опасности включение электрических сирен, прерывистый звук, которых означает единый сигнал опасности — “Внимание всем!”. Услышав этот звук, люди должны немедленно включить имеющиеся у них средства приема речевой информации — радиоточки, радиоприемники и телевизоры, чтобы прослушать информационные сообщения, а также рекомендации по поведению в сложившихся условиях. Речевая информация должна быть краткой, понятной и достаточно содержательной, позволяющей понять, что случилось и что следует делать [24].

Для решения задач оповещения на всех уровнях РСЧС создаются специальные системы централизованного оповещения. В РСЧС системы оповещения имеют несколько уровней — федеральный, региональный, территориальный, местный и объектовый. Основными уровнями, связанными непосредственно с оповещением населения, являются территориальный, местный и объектовый. Система оповещения любого уровня РСЧС представляет собой организационно-техническое объединение оперативно-дежурных служб органов управления ГОЧС данного уровня, специальной аппаратуры и средств оповещения, а также каналов связи, обеспечивающих передачу команд управления и речевой информации в чрезвычайных ситуациях. Основным способом оповещения и информирования населения —

передача речевых сообщений по сетям вещания. При этом используются радиотрансляционные сети, радиовещательные и телевизионные станции. Речевая информация передается населению с перерывом программ вещания длительностью не более 5 минут. Менее чем за 30 минут можно обеспечить оповещение 90,8% населения Российской Федерации, менее чем за 5 минут — 78,5%. До 2010 г. на территории Российской Федерации предусмотрена поэтапная реконструкция систем оповещения, что позволит повысить уровень защиты населения в чрезвычайных ситуациях [25].

Основным средством доведения до населения условного сигнала об опасности на территории Российской Федерации являются электрические сирены. Они устанавливаются по территории городов и населенных пунктов с таким расчетом, чтобы обеспечить, по возможности, их сплошное звукопокрытие. Сирены наружной установки обеспечивают радиус эффективного звукопокрытия в городе порядка 300–400 м. При однократном включении аппаратуры управления электросирена отработывает 11 циклов после чего автоматически отключается питание электродвигателя. Как правило, сети электросирен, созданные на определенной территории, управляются централизованно из одного пункта оповещения [26].

Другим эффективным элементом систем оповещения населения служат сети уличных громкоговорителей. Один громкоговоритель в условиях города при установке на уровне второго этажа, в основном, обеспечивает надежное доведение информации в пределах порядка 40–50 м вдоль улицы. Таким образом, чтобы озвучить только одну улицу, необходимо установить значительное количество громкоговорителей. Поэтому постоянно действующие сети уличных громкоговорителей развернуты, как правило, лишь в центре городов и на главных улицах. В отличие от электросирен, передающих лишь условный сигнал опасности, с помощью уличных громкоговорителей можно транслировать звук электросирен и осуществлять затем передачу речевых информационных сообщений. Тем не менее учитывается, что эффективная

площадь озвучивания одного громкоговорителя в 1 000 раз меньше площади озвучивания от одной сирены [27].

Спутниками землетрясений часто являются гигантские пожары. Однако это как раз тот случай, когда разумным планированием и эффективными профилактическими мероприятиями нетрудно значительно уменьшить опасность. Для чего среди местных жителей, в школах, больницах, на предприятиях проводят разъяснительную работу по противопожарной безопасности.

Всё это вызывает необходимость разработки комплекса взаимоувязанных по ресурсам, срокам и этапам преобразований, направленных на предупреждение ЧС и смягчение их последствий.

Созданная на базе сейсмологического комплекса EEDB (Expert Earthquake Database 5), программно-аналитическая система GIS-ENDDDB объединяет в рамках единого интерфейса подсистему геоинформационно-экспертного анализа с базами данных природных катастроф и географической подсистемой визуализации этих данных. В совокупности с географической оболочкой Базы данных составляют основу «геоинформационного подхода» [28], который заключается в изучении пространственно-временных процессов и явлений, характеризующих геодинамическое состояние среды.

В частности, при изучении процессов подготовки и реализации крупных сейсмических событий целью геоинформационного анализа является извлечение из полученной в виде карт и графиков информации закономерностей и знаний, имеющих значение для сейсмологического прогноза. При этом на всех этапах исследования, не позволяющих оперировать в рамках четкой логики, используется «экспертный подход». Алгоритм состоит из трех этапов:

1. Выявление кольцевых и радиальных структур различными методами, последовательно детализируя глобальную систему структурных элементов по масштабу;

2. Уточнение фазы сейсмического цикла с помощью сейсмогеодинамических характеристик на каждом масштабном уровне.

3. Выявление ближайших активизаций, геодинамически связанных с выявленной областью, как возможных спутников перестройки геофизической среды.

В этом алгоритме первой специализированной функцией ОК-ЕКББВ является формирование экспертных заключений относительно разномасштабных геодинамических процессов, отраженных в геолого-геофизических полях в виде характерных геоструктурных элементов [29] линейной и кольцевой формы. Способы выявления этих структур зависят от типа используемой информации:

- 1) линеаментными построениями по распределению сейсмичности в плане;
- 2) по распределению сейсмичности в разрезах - в виде сейсмоактивных плоскостей;
- 3) в аномалиях гравиметрии;
- 4) в аномалиях теплового потока;
- 5) по конфигурации зон распределения характеристик сейсмического режима;
- 6) по детальному рельефу в плане и разрезе;
- 7) по геолого-тектоническим данным из других источников (например, об активных разломах, блоках, тектономагнитные наблюдения и т. д.).

Отметим, что, этот список постоянно пополняется в ходе исследований, требуя добавления новых данных и методов их анализа. Чем больше методов этого списка подтверждают выявленный объект, тем более достоверным он является.

На втором этапе алгоритма в области развития выявленных структур проводится построение сеточных или зональных моделей распределения характеристик сейсмогеодинамического режима: наклона графика повторяемости, сейсмической активности, а также градиента относительной сейсмической энергии.

Функции статистического анализа этих моделей реализуют два принципа: математический и аналитический.

Недостатками первого является проблема неполноты данных и недостаточной представительности выборки (в случае излишней детализации исследования).

Ошибки использования второго принципа (аналитического) связаны с тем, что зависимость исследуемых характеристик каждого события от физических свойств геологической среды известна лишь качественно (из-за отсутствия строгих причинно-следственных моделей развития процессов структурообразования). Поэтому правильное сочетание этих двух принципов возможно только в рамках экспертного подхода.

Например, можно рассчитать значения наиболее информативных характеристик сейсмичности с точностью, определяемой качеством реальных данных, и, при наглядной визуализации полученных значений, проанализировать их с целью уточнения входных параметров программы

Нахождение решения сводится к многократному подбору интерактивно задаваемых входных параметров программы - параметров выборки событий, окон осреднения, требуемой погрешности расчетов. Для выявления устойчивых решений в программе имеются опции одновременного вывода геодинамических последовательностей, рассчитанных с меняющимся в заданном диапазоне входным параметром, например, шагом осреднения. Для достоверности получаемой информации большое значение имеет также правильный подбор параметров визуализации. Значения подбираемых параметров могут существенно отличаться для различных характеристик сейсмогеодинамического процесса. Всё это позволяет говорить о «геоинформационно-экспертном» подходе к анализу данных природных катастроф. Только такой подход может помочь решить сложные задачи геодинамики, в частности, определить, какие изменения состояния геосреды в областях, окружающих сейсмогенную структуру, приводят к нарушению метастабильного состояния и реализации разрушительного землетрясения [30].

Например, в последний 2-летний период перед разрушительным Суматро-Адаманским землетрясением 26.12.2004 на площади 400 х 600 км сформировалось кольцеобразное затишье (с двумя линейными «рукавами» и северного и юго-восточного простирания), вблизи контура которых происходят как будущее мега-событие 2004 года, так и последующая активизация сейсмичности. При анализе представительности используемых каталогов (ISC и NEIC) выявляется статистическая недостаточность данных для территории структуры (не более 274 событий глубиной до 60 км по данным различных каталогов), и даже для наиболее полного каталога ISC (являющегося в 2 раза более полным по сравнению с каталогом NEIC) данные графика повторяемости выявляют ограничение.

В заключение отметим, что для реализации экспертного подхода, необходимого при решении подобных задач, во многом опирающихся на опыт и навыки экспертов, была поставлена задача создания сетевой версии GIS-ENDDDB для коллективного исследования в многопользовательском режиме.

В настоящий момент сетевой проект находится в начальной стадии разработки [31] и поддерживает функции визуализации каталога импактных структур на фоне стандартной топографической карты либо цифровой модели рельефа.

Приведенные примеры показывают полезность и необходимость программной геоинформационной системы GIS-ENDDDB для изучения глобальных процессов геодинамики с использованием экспертного подхода. Геоинформационно-экспертный подход позволяет в полной мере реализовать потенциал геоинформационного моделирования геодинамического пространства. Выявленные в результате сравнительного анализа геоструктуры, концентрирующие опасные землетрясения, либо влияющие на них, а также выдвинутые в результате экспертизы гипотетические модели подготовки землетрясений и разносторонняя проверка этих моделей могут помочь в принятии обоснованных решений долгосрочного и среднесрочного прогноза сейсмических активизаций и сильных землетрясений.

### **2.3 Эффективность существующих мер защиты населения от опасных факторов**

Степень воздействия природной опасности на людей и объекты инфраструктуры оценивается показателем их уязвимости. Для людей это снижение способности выполнять свои функции вследствие гибели, потери здоровья или увечья; для объектов техносферы - уничтожение, разрушение или частичное повреждение объектов.

Регулировать развитие большинства природных опасностей - весьма сложная задача. Многие природные явления, такие как, например, землетрясения и извержения вулканов, вообще не поддаются прямому управлению. Но имеется многолетний положительный опыт воздействия человека, в частности, на некоторые гидрометеорологические явления.

Так, в научных организациях Росгидромета были разработаны технологии внесения активных реагентов в облачные поля при помощи ракетной, авиационной и наземной техники с целью искусственного увеличения и перераспределения атмосферных осадков, рассеивания туманов в окрестностях аэропортов, предотвращения градобития сельскохозяйственных культур. Стало возможным регулирование атмосферных осадков во время техногенных катастроф. Так, после взрыва на Чернобыльской атомной электростанции в 1986 г. был предотвращен дождевой смыв продуктов радиационного загрязнения в речную сеть [32].

Почти на четверти территории России распространена «вечная мерзлота». Глобальное потепление климата вызывает разрушение вечномёрзлых грунтов и опускание территории в результате развития термокарстовых процессов пашностям и самим людям, и инфраструктуры. Среди наиболее важных мер по снижению их уязвимости рациональное использование земель, тщательная инженерная подготовка объектов инфраструктуры и защита территорий, на которых они размещаются, организация средств предупреждения и экстренного реагирования.



Участки внешне однородной территории с разнообразными геоморфологическими, гидрогеологическими, ландшафтными и другими условиями реагируют на природные воздействия неодинаково.

За последнее столетие уровень Мирового океана повысился на 17 см. Согласно прогнозам, темпы его роста могут увеличиться в несколько раз благодаря продолжающемуся глобальному потеплению на иных участках, сложенных слабыми водонасыщенными грунтами, интенсивность сейсмических колебаний может оказаться в несколько раз выше, чем на соседнем участке, сложенном скальными породами.

Очевидно, что для снижения уязвимости и повышения безопасности необходимо строго обоснованно и ответственно подходить к выбору земельных участков для строительства населенных пунктов, промышленных и гражданских объектов, элементов жизнеобеспечивающих систем и т. д. Для решения этой задачи проводится инженерно-геологическое районирование территории, которое заключается в выявлении участков с одинаковыми или близкими геологическими характеристиками и их ранжировании по степени пригодности для хозяйственного освоения и устойчивости к воздействию природных и техногенных опасностей.

Для сейсмоопасных территорий составляется также карта сейсмического микрорайонирования. Ее основное назначение - выделять зоны различной сейсмической опасности с учетом всех факторов, влияющих на распространение в геологической среде упругих волн.

Для регулирования атмосферных осадков разработаны авиационные технологии: распыляемый реагент вызывает коагуляцию облачного аэрозоля в дождевые капли. Внесение активного вещества осуществляется средствами малой авиации.

Природная опасность - экстремальное явление в литосфере, гидросфере, атмосфере или космосе. Риск природной опасности, согласно терминологии ООН, - это ожидаемые социальные и материальные потери в количественном измерении в данном районе за определенный период времени [33].

Оценка риска производится на основе данных о вероятности проявления природной опасности, ее физических параметрах, а также о месте и времени возникновения.

Если природная опасность появляется на урбанизированных или хозяйственно-освоенных территориях и воздействует непосредственно на людей и объекты материальной сферы, то происходит реализация риска со всеми вытекающими последствиями. Уязвимость характеризует неспособность людей, а также элементов социальной и материальной сферы противостоять природным явлениям. Выражается в относительных единицах или процентах. Процедура анализа риска заключается в вычислении ожидаемых потерь при проявлении природной опасности на основе ее количественной оценки и определения величины уязвимости реципиентов риска (людей и объектов).

В случае, когда рассчитанный уровень риска оказывается неприемлемым, осуществляют управление риском, т. е. выполняют мероприятия по его снижению. Одни из них непосредственно воздействуют на развивающиеся опасные природные явления, другие способствуют уменьшению уязвимости техносферы и повышению безопасности людей.

Наземные устройства для рассеяния низкой облачности и туманов включают генератор ледяных кристаллов на сжиженном азоте. Генераторные системы могут быть как стационарными, так и мобильными.

Нередко возникает необходимость использовать заведомо непригодные для строительства земли, например, участки морских побережий и долин рек, склонов гор, территории с закарстованными и просадочными грунтами. В этом случае проводят превентивные инженерные мероприятия, направленные на повышение устойчивости территорий и защиту самих сооружений: возводят сплошные стены и дамбы, строят дренажные системы и водосбросы, производят поднятие территории с помощью отсыпки грунта, укрепляют грунты путем их уплотнения, цементации и армирования.

Недавний пример крупномасштабного защитного гидротехнического строительства - возведение защитной дамбы, которая перекрыла часть

Финского залива и устье Невы. Потребность в подобном сооружении была велика, так как практически ежегодно за счет ветрового нагона из Балтийского моря воды Невы поднимались выше 1,5 м – уровня, в расчете на который проектировался Санкт-Петербург. Это приводило к затоплению отдельных районов города. Законченная в 2009 г., дамба выдерживает подъем воды свыше 4 м, что полностью избавляет жителей от угрозы наводнения [34].

Однако защита территории и даже рациональный выбор участка под строительство не являются достаточными условиями безопасности. Основная причина гибели людей в природных катастрофах связана с обрушением жилых и промышленных зданий. Поэтому необходимо совершенствование проектных решений, использование более прочных материалов, а также диагностика состояния уже построенных зданий и сооружений и периодическое укрепление их конструкций.

Успешное управление природной безопасностью не может существовать без системы предупреждения и экстренного реагирования, которая включает в себя средства наблюдения за развитием опасных процессов, оперативной передачи и обработки получаемой информации, оповещения населения о назревающей опасности.

Мониторинг - важнейшее звено системы прогнозирования и предупреждения. Прогностический мониторинг предназначен для организации регулярных наблюдений за аномальными явлениями природы или геоиндикаторами, отражающими их развитие. Проведение такого мониторинга в течение длительного времени позволяет создавать банки данных и временные ряды наблюдений, анализ которых дает возможность выяснять закономерности динамики опасного процесса, моделировать причинно-следственные связи его развития и предсказывать возникновение экстремальных ситуаций [35].

Для смягчения последствий от «мгновенно» развивающихся катастрофических процессов (например, землетрясений) в случае отсутствия надежных методов их прогнозирования целесообразно применять так называемый охранный мониторинг. Он настраивается на экстремальную фазу

катастрофического события и позволяет без вмешательства человека автоматически принимать срочные меры по минимизации последствий опасного процесса за считанные секунды до наступления критического момента.

Чаще всего по сигналу охранной мониторинговой системы осуществляется отключение объекта от энергообеспечивающих систем (газ, электричество), оповещение персонала и др. Такие системы устанавливаются на особо ответственных и опасных объектах, прежде всего на атомных станциях, нефтеперерабатывающих заводах, морских платформах нефтедобычи, насосных станциях химических продуктопроводов и т.п.

Примером охранного мониторинга может служить система сейсмической безопасности, основанная на применении акселерометров (измерителей величины ускорения) сильных движений. Она была разработана в Институте геоэкологии им. Е. М. Сергеева РАН и установлена на нефтедобывающих платформах, расположенных на шельфе о. Сахалин. Анализ показаний приборов с помощью специального алгоритма дает возможность различать колебания объекта, вызванные сейсмическими и иными причинами. Поэтому система подает тревожный сигнал только тогда, когда уровень заданной пороговой интенсивности превышен, и не реагирует на другие сотрясения. Так исключается возможность «ложной тревоги» [36].

В последние десятилетия наметились опасные тенденции в развитии природных процессов, во многом обусловленных ростом численности населения и экономики земной цивилизации. Необратимый рост числа катастрофических событий, в том числе техно-природного происхождения, выдвигает в качестве важного государственного приоритета оценку природных рисков и разработку методов борьбы с ними.

Эффективное управление рисками опирается на современный уровень знаний о природных явлениях, системную организацию наблюдений за опасными процессами, адекватную культуру хозяйственной деятельности и принятие ответственных управленческих решений на разных уровнях власти.

Стратегию управления рисками следует осуществлять во всех проектах и инвестиционных программах, связанных со строительством, образованием, социальным обеспечением, здравоохранением.

Стратегия противодействия различным катастрофам и бедствиям должна включать следующие основные аспекты:

выявление опасностей и оценку риска чрезвычайных ситуаций, разработку моделей управления рисками. Эта работа предполагает комплексный анализ информации систем наблюдения за предвестниками стихийных бедствий, аварий и техногенных катастроф, данных о состоянии критически важных и потенциально опасных объектов и других источников чрезвычайных ситуаций;

применение новейших достижений науки и техники для решения прикладных задач в области обеспечения безопасности жизнедеятельности, создания более совершенных методов и средств защиты;

повышение уровня осведомленности населения о риске различных катастроф, мерах по смягчению их последствий и защите от них через создание разветвленной системы информирования населения в этой области, его обучение правилам поведения в чрезвычайных ситуациях. Эта работа будет способствовать привлечению общественности к поддержке мероприятий по ослаблению угрозы катастроф;

создание экономических механизмов стимулирования деятельности по снижению рисков катастроф и формирование необходимых резервов, повышение эффективности средств, выделяемых на целевые программы.

В рамках реализации данной стратегии необходимо осуществить следующие меры:

совершенствование системы мониторинга, прогнозирования и ситуационного анализа рисков чрезвычайных ситуаций;

создание комплексной системы обеспечения безопасности жизнедеятельности населения;

разработка и реализация практических мер по повышению устойчивости функционирования и защищенности критически важных объектов; создание

сети диспетчерской службы «112»; развитие информационно-телекоммуникационной инфраструктуры;

развитие и совершенствование технических средств и технологий повышения защиты населения и территорий от опасностей, обусловленных возникновением чрезвычайных ситуаций, а также средств и технологий ликвидации чрезвычайных ситуаций;

развитие негосударственных форм страховой защиты населения и создание системы независимой оценки рисков в области защиты населения и территорий.

Вероятность того, что в момент землетрясения люди окажутся дома, превышает 60%. Если с точки зрения прочности и устойчивости конструкций сооружения отвечают необходимым требованиям или обладают деревянным каркасом. К сожалению, на практике это условие соблюдается далеко не везде, во многих местах Земли до сих пор по традиции возводят сооружения, не выдерживающие в сейсмическом отношении никакой критики. Это, например, Азиатский регион, Средиземноморье, Южная и Центральная Америка. Здесь часто встречаются жилища, строительство которых ведется по старинке, а потому создаются все условия для массовой гибели даже при землетрясениях средней интенсивности. Причина подобной ситуации в том, что многие страны указанных регионов довольно бедны и не обладают достаточными экономическими ресурсами, чтобы за короткие сроки возвести в сельских районах сейсмостойкие здания [37].

По мере развития техники все большую роль начинает играть человеческий фактор. Причины крупных техногенных катастроф на Чернобыльской АЭС, Саяно-Шушенской ГЭС и атомной станции «Фукусима». Эти причины заключаются в грубейших нарушениях правил безопасности, низком качестве обслуживания оборудования, неумелых действиях персонала в экстремальных ситуациях, а также в серьезных инженерных просчетах при проектировании станций.

Учитывая результат исследований транспортных катастроф последнего времени, очевидной становится технические недочеты в проектировании

Техногенные катастрофы Человеческий фактор Конструктивные просчеты старение оборудования.

Авария на Чернобыльской АЭС СССР 1. Грубейшие нарушения основных правил эксплуатации реактора 2. Отсутствие специального защитного корпуса. 3. Рост мощности реактора при включении аварийной защиты

Авария на Саяно-Шушенской ГЭС Россия 1. Низкое качество обслуживания и ремонта оборудования. 2. Отсутствие эффективного контроля за состоянием оборудования гидротурбины № 2 3. Отсутствие автономных источников питания. 4. Размещение производственных помещений ниже машинного зала усталостное разрушение шпилек крепления турбины.

Авария на АЭС «Фукуси-ма-1» Япония Низкая оперативность действий в стрессовой ситуации 1. Выход из строя резервных источников питания из-за размещения станции в цунами опасной зоне в нормативно-правовой базе организации опасных производств [38].

Нормирование рисков использования новых технологий в машиностроении, строительстве, приборостроении и других отраслях зачастую отстаёт от реальных изменений в природе и климате.

Увеличение частоты и интенсивности крупномасштабных чрезвычайных ситуаций вызывает необходимость повышения степени готовности и оперативности реагирования территориальных подсистем РСЧС на эти вызовы. Механизмы оперативного реагирования на крупные угрозы природного и техногенного характера должны подкрепляться стратегией предотвращения развития чрезвычайных ситуаций с учетом климатических, ландшафтных и производственных особенностей регионов.

Меры по повышению устойчивости регионов России должны быть направлены на:

предупреждение крупных лесных пожаров, достоверное прогнозирование ураганов и других опасных природных явлений;

усиление контроля за водными ресурсами в зонах их дефицита;

осуществление мероприятий по повышению устойчивости функционирования энергетических объектов и транспорта в условиях экстремальных температур и других негативных погодных факторов;

организацию широкой информационно-образовательной кампании по подготовке населения к действиям в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций;

проведение работ по повышению защищенности критически важных объектов;

создание необходимых условий для экстренной эвакуации населения из прогнозируемых зон поражения крупномасштабных ЧС;

введение жестких штрафных санкций за нарушение норм технологической, пожарной и экологической безопасности;

модернизацию системы профессиональной подготовки кадров;

разработку методов оценки уязвимости различных регионов, учитывающих возможные климатические изменения.

Современные проблемы безопасности территорий и проживающих на них людей имеют комплексный, многогранный характер. Основная цель: создание комплексной системы обеспечения безопасности потенциально опасных объектов и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Объединение усилий государства и общественных объединений на приоритетном направлении развития страны является не только стимулом решения данной проблемы, но и способствует формированию институтов гражданского общества.

### **Вывод по второй главе.**

До недавнего времени людям, находящимся на опасных территориях, приходилось самим различными способами обеспечивать безопасность себе и



окружающим. Полагаясь только на свои инстинкты человеку необходимо было, как никогда, быть способным обеспечить безопасности себе и близким людям. Поэтому люди с древних времен старались постоянно наблюдать за проявлениями могущественной природы. И таким способом наблюдения помогали им понять о надвигающейся угрозе.

Сейчас с развитием инновационных технологий прогнозировать и в некоторых случаях контролировать проявления природы стало гораздо точнее и проще. Но не все опасные угрожающие жизнедеятельности человека факторы можно спрогнозировать. Это частично возможно только в случае природных и космогенных опасных воздействий.

И тогда человеку приходится применять другие меры по обеспечению защиты от опасных факторов. Такие как, например конструктивные меры защиты в зданиях. Во время воздействия любого опасного фактора, будь то, природные, техногенные, космогенные либо иные опасные факторы, нахождение на улице, как и в здании в большинстве случаев не являются безопасными для человека. Отсюда и возникает потребность в создании таких технических и конструктивных составляющих зданий, в которых жизнедеятельности человека не угрожал бы ни единый опасный фактор.

На сегодняшний день, не все конструктивные и материальные составляющие зданий способны выдержать воздействия опасных явлений и в полной мере обеспечить защиту человеку.

### ГЛАВА 3. ПРЕДЛАГАЕМЫЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В ЗДАНИЯХ, ПРОЕКТИРУЕМЫХ ДЛЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ НА ОПАСНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

#### **3.1 Усиление конструктивного составляющего архитектуры**

Уменьшение опасности жилых домов.

Для существенной минимизации ущерба при землетрясении хозяевам построек, находящихся в зоне сейсмического риска, рекомендуется придерживаться основных требований сейсмостойкого строительства и, если для жилья предоставлено готовое сооружение, ввести определенные усовершенствования:

1) для внешней обшивки применить водостойкую фанеру толщиной от 10 мм и более, причем к стенам прикрепить ее как можно тщательнее. Поскольку двери гаража и широкие окна влияют на жесткость конструкции в худшую сторону, использовать дополнительные крепления;

2) электрооборудование, расположенное внутри Дома (лампы, водонагреватели, холодильники, кухонные плиты) крепко фиксировать, чтобы оно могло выдержать любые колебания грунта;

3) в домашний кирпичный дымоход качественно заделать арматуру и закрепить его так, чтобы не было угрозы обрушения в жилую часть дома. При отсутствии армирования дымохода вытяжные трубы делать легкими. В зонах повышенного сейсмического риска для защиты недостаточно армирования четырьмя вертикальными стальными стержнями.

Некоторые специалисты по выживанию советуют при землетрясениях первым делом найти место рядом с крупным громоздким предметом. Если на него что-нибудь упадет, то по соседству останется полость. Например, можно лечь рядом с кроватью, креслом, большой тумбой и т. п. Причем самой лучшей станет поза младенца, позволяющая максимально сэкономить пространство.

4) каркас деревянного дома и нижние брусья следует регулярно осматривать на предмет повреждения от микроорганизмов или гниения — деревянные элементы должны надежно обеспечивать сопротивление боковым нагрузкам и связь с бетонным фундаментом;

5) стены из бетонных блоков при подземных толчках склонны к обрушению, поэтому их надо тщательно связывать с качественными опорами;

6) крышу и потолки изготавливать настолько легкими, насколько это возможно в местном климате;

7) если в конкретной зоне повышенной сейсмической опасности грунты основания подвижны, требуется заранее продумать и выполнить гибкие соединения между внутренним и магистральными трубопроводами;

8) шкафы, висящие на стенах, и всякую тяжелую мебель необходимо прочно закрепить или привязать к стенным стойкам.

Конечно, в любой стране, подверженной землетрясениям, государство должно просвещать людей касательно безопасного строительства и грамотной планировки строений, ведь даже при несильных подземных толчках материальный ущерб и вред здоровью способны быть достаточно большими. Лучше заранее позаботиться о дополнительном усилении крепления подвесных шкафчиков и прочего, о надежности защелок на дверцах, размещении посуды на полках — подобные меры в состоянии многократно уменьшить возможные убытки [39].

Поверх шкафчиков, а также подвесных полок стоит прибить ограничительные планки или другие крепежные элементы. Для укрепления произведений искусства, которые нежелательно перемещать, можно использовать маленькие петли из прозрачной липкой ленты.

Землетрясение – мощная разрушительная стихия, которая способна уничтожать целые города. За последние несколько десятилетий архитекторы и инженеры разработали несколько технологий, которые гарантируют, что здания, будь то небольшие дома или небоскребы, не разрушатся, если случится землетрясение.

## 1. «Парящий» фундамент

Изоляция фундамента, как следует из названия, заключается в том, чтобы отделить фундамент здания от всей постройки выше фундамента. Одна из систем, работающих по такому принципу, позволяет зданию «плавать» над фундаментом на свинцово-резиновых подшипниках, в которых свинцовое ядро окружено чередующимися слоями резины и стали. Стальные пластины крепят подшипники к зданию и фундаменту и это позволяет во время землетрясения двигаться фундаменту, но не двигаться конструкции над ним.

Сегодня японские инженеры вывели эту технологию на новый уровень. Их система позволяет зданию парить на воздушной подушке. Вот как это работает. Сенсоры на здании распознают сигналы сейсмической активности. Сеть сенсоров передает сигнал воздушному компрессору, который за полсекунды нагнетает воздух между зданием и фундаментом. Подушка поднимает здание на 3 см над землей, изолируя его от толчков, которые могут его разрушить. Когда землетрясение прекращается, компрессор выключается и здание опускается на место.

## 2. Амортизаторы ударов

Эта технология взята из авто-индустрии. Амортизаторы уменьшают магнитуду вибраций, превращая кинетическую энергию колебаний в тепловую энергию, которая может быть рассеяна через тормозную жидкость. В строительстве инженеры устанавливают на каждом уровне здания подобные гасители колебаний, один конец которых крепится к колонне, другой к балке. Каждый гаситель состоит из поршневой головки, которая движется в цилиндре, наполненном силиконовым маслом. Во время землетрясения горизонтальное движение здания заставляет двигаться поршни, оказывая давление на масло, что преобразует механическую энергию землетрясения в тепло.

## 3. Маятниковая сила

Амортизация может быть разных видов. Другое решение, особенно для небоскребов, предполагает подвешивание огромной массы у вершины здания. Стальные тросы поддерживают массу, в то время как тягучие жидкие

амортизаторы располагаются между массой и защищаемым зданием. Когда во время землетрясения здание раскачивается, маятниковая сила заставляет его двигаться в обратном направлении, рассеивая энергию.

Каждый такой маятник настроен точно в соответствии с естественной частотой вибрации здания, чтобы избежать эффекта резонанса. Такая система используется в небоскребе «Тайбэй 101» высотой 508 м – в центре маятника 660-тонный шар золотого цвета, подвешенный на 8 стальных тросах.

#### 4. Заменяемые предохранители

Инженеры пытаются внедрить предохранители и в сейсмическую защиту зданий.

Электрические предохранители «вылетают», если нагрузка на сеть превышает определенные значения. Электричество отключается, и это предотвращает перегрев и пожары. Исследователи из Университета Стэнфорда и Университета Иллинойса провели исследования конструкции из стальных рам, которые являются эластичными и могут колебаться на вершине фундамента.

Но это еще не все. В дополнение исследователи предложили вертикальные кабели, которые соединяют верхушку каждой рамы с фундаментом, тем самым ограничивая колебания. А когда колебания заканчиваются, кабели могут вытянуть всю конструкцию вверх. Наконец, между рамами и у оснований колонн находятся заменяемые предохранители. Металлические зубцы предохранителей поглощают сейсмическую энергию. Если нагрузка превысит допустимую, предохранители можно легко и недорого заменить, быстро восстановив здание в его первоначальном виде.

#### 5. Колеблющееся «ядро»

Во многих современных небоскребах инженеры используют систему колеблющейся стены центрального ствола здания. Усиленный бетон проходит через центр конструкции, окружая лифтовые холлы. Однако эта технология несовершенна, и такие здания во время землетрясений могут подвергаться

значительным неэластичным деформациям. Решением может стать комбинирование этой технологии с упомянутой выше изоляцией фундамента.

Стена центрального ствола здания колеблется на нижнем уровне здания, чтобы предотвратить разрушения бетона стены. Кроме того, инженеры укрепляют два нижних этажа здания сталью и устанавливают натяжную арматуру по всей высоте. В железобетонных конструкциях с натяжением арматуры на бетон стальные тросы проходят через центральный ствол здания. Они работают как резиновые ленты, которые могут быть растянуты гидродомкратами, чтобы усилить временное сопротивление разрыву центрального ствола.

#### 6. Плащ-невидимка от землетрясений

Землетрясения создают волны, которые подразделяются на объемные и поверхностные. Первые быстро проходят в глубину Земли. Вторые движутся более медленно через земную кору и включают подвид волн, известный как волны Рэлея, которые двигают землю в вертикальном направлении. Именно эти колебания и создают основные разрушения при землетрясениях.

Некоторые ученые полагают, что можно прервать передачу этих волн, создав «плащ-невидимку» из 100 концентрических пластиковых колец, скрытых под фундаментом здания. Такие кольца могут улавливать волны, и колебания уже не могут распространяться на здание над ними, а просто выходят с другого конца конструкции из колец. Однако не до конца изучено, что будет в таком случае со стоящими поблизости зданиями, лишенными такой защиты.

#### 7. Сплавы с эффектом памяти формы

Пластичность материалов представляет главную задачу для инженеров, пытающихся создать сейсмоустойчивые здания. Пластичность описывает изменения, которые происходят в материале, когда к нему прикладывают силу. Если эта сила достаточно велика, форма материала может быть изменена навсегда, что повлияет на его способность правильно функционировать.

Сплавы с эффектом памяти формы, в отличие от традиционных стали и бетона, могут испытывать значительные нагрузки и все равно возвращаться к прежней форме. Эксперименты с этими сплавами уже проводятся. Один из них – никель-титан, или нитинол, который эластичнее стали на 10-30%.

#### 8. Углеклоконная оболочка

Строить новые здания с сейсмозащитой очень важно, но не менее важно защищать от землетрясений здания уже построенные. Изоляция фундамента здесь также может помочь, но есть более простое решение, так называемая усиленная углеродным волокном пластиковая оболочка (fiber-reinforced plastic wrap, FRP). Инженеры просто оборачивают пластиковый материал вокруг опорных бетонных колонн и закачивают под давлением эпоксидную смолу между колонной и материалом. Этот процесс может быть повторен 6-8 раз. Таким способом можно укрепить даже здания, которые уже были повреждены землетрясениями. Согласно исследованиям, устойчивость конструкций при применении такого метода возрастает на 24-38%.

#### 9. Биоматериалы

Материалы, подобные FRP и сплавам с эффектом памяти, в будущем могут стать еще более совершенными – и вдохновение для новых материалов может прийти из мира животных. Например, скромная мидия, чтобы оставаться на своем месте, выделяет липкие волокна – биссусные нити. Некоторые из них жесткие, а другие – эластичные. Когда волна ударяет в мидию, она остается на своем месте, т.к. эластичные нити поглощают волну. Исследователи подсчитали, что соотношение жестких и эластичных волокон – 80:20. Дело за малым – разработать подобный материал для применения в строительстве.

Другая идея связана с пауками. Известно, что их паутина прочнее стали, однако ученые считают, что уникальным этот материал делает динамическая реакция при значительном натяжении. Ученые обнаружили, что при растяжении отдельных нитей паутины они сначала не растягиваются, потом растягиваются, а потом опять становятся нерастягивающимися.

## 10. Картонные трубы

Для стран, которые не могут позволить себе дорогие сейсмозащитные технологии, у инженеров также есть разработки. Например, в Перу исследователи сделали традиционные постройки из необожженного кирпича прочнее, укрепив их пластиковой сеткой. В Индии успешно используют бамбук для усиления бетона. В Индонезии некоторые здания стоят на опорах из старых покрышек, наполненных песком или камнями [40].

Даже картон может стать крепким, долговечным строительным материалом. Японский архитектор Shigeru Ban построил несколько зданий, используя картонные трубы, покрытые полиуретаном. В 2013 г. он построил собор в Новой Зеландии. Для постройки понадобилось 98 картонных труб, усиленных деревянными балками. Конструкции из картона и дерева очень легкие и гнущиеся, они лучше выдерживают сейсмические нагрузки, чем бетон. А если они все-таки разрушатся, вероятность, что под обломками пострадают люди, минимальна.

### **3.2 Обустройство безопасных автономных помещений в зданиях**

Обустройство в зданиях помещений или же целых этажей в зависимости от назначения зданий, с применением прочных строительных материалов, способным выдерживать различные нагрузки и автономными инженерными коммуникациями.

Укрытие населения в защитных сооружениях при возникновении чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени имеет важное значение, особенно при возникновении трудностей и невозможности полной эвакуации населения из больших городов, а в сочетании с другими способами защиты обеспечивает снижение степени его поражения от всех возможных поражающих воздействий чрезвычайных ситуаций различного характера.



Защитное сооружение — это инженерное сооружение, предназначенное для укрытия людей, техники и имущества от опасностей, возникающих в результате аварий и катастроф на потенциально опасных объектах, опасных природных явлений в районах размещения этих объектов, а также от воздействия современных средств поражения.

Защитные сооружения классифицируются по:

- назначению — для укрытия техники и имущества; для защиты людей (убежища, противорадиационные укрытия, простейшие укрытия);
- конструкции – открытого типа (щели, траншеи); закрытого типа (убежища, противорадиационные укрытия).

Надежным способом защиты людей в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени являются убежища.

Убежища — это защитные сооружения, в которых в течение определенного времени обеспечиваются условия для укрытия людей с целью защиты от воздействия современных средств поражения, поражающих факторов природных и техногенных катастроф.

Для защиты населения от чрезвычайных ситуаций могут использоваться защитные сооружения гражданской обороны, которые создают необходимые условия для сохранения жизни и здоровья людей не только в условиях военного времени, но и чрезвычайных ситуациях различного характера. Они обеспечивают защиту при радиационных и химических авариях, задымлениях, катастрофических затоплениях, смерчах, ураганах и т. п.

В убежищах могут быть развернуты пункты жизнеобеспечения аварийно-спасательных формирований и населения: питания, обогрева, оказания медицинской помощи, сбора пострадавших и другие.

Наращивание фонда защитных сооружений осуществляется путем:

- освоения подземного пространства городов для размещения объектов социально-бытового, производственного и хозяйственного

назначения с учетом возможности приспособления их для укрытия населения;

- постановки на учет и в случае необходимости дооборудования имеющихся подвальных и других заглубленных сооружений и помещений наземных зданий и сооружений, метрополитенов, приспособления горных выработок и естественных полостей для защиты населения и материальных средств;

- возведения в угрожаемый период недостающих защитных сооружений с упрощенным внутренним оборудованием и укрытий простейшего типа.

В последнее время установлен также порядок использования защитных сооружений гражданской обороны. В мирное время они могут использоваться для нужд предприятий, учреждений, организаций и обслуживания населения. Предприятия, учреждения и организации, независимо от форм собственности, на балансе которых находятся защитные сооружения гражданской обороны, обеспечивают сохранность конструкций и оборудования, а также поддержание их в состоянии, необходимом для приведения в готовность к приему укрываемых в сроки до 12 часов.

В Москве на сегодняшний день имеется 7 057 защитных сооружений гражданской обороны. Из них в интересах экономики и обслуживания населения используется 77% [41].

Учитывая, что защитные сооружения являются эффективной защитой населения от чрезвычайных ситуаций различного характера, федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, местного самоуправления, органы управления ГОЧС на всех уровнях, руководители предприятий должны планировать и осуществлять мероприятия по поддержанию в исправном состоянии имеющиеся защитные сооружения, готовности к использованию в установленные сроки, по дальнейшему накоплению защитных сооружений до требуемых объемов.

### **3.3 Эвакуация людей на время воздействия опасных факторов на безопасную территорию временного модульного поселения**

Разработка рациональной технологии развертывания временных городков для размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

1. Рассмотрены основные аспекты создания временных жилых городков для населения, пострадавшего в чрезвычайных ситуациях, как одного из первоочередных видов жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях — обеспечения жильем.

2. Разработан методический подход по определению значений показателей эффективности

и экономичности технологии развертывания временных городков для размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий.

3. Разработаны методические рекомендации по выбору рациональной технологии развертывания временных городков для размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий.

4. Оценена целесообразность применения технологии развертывания временных городков для размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий.

На территории Российской Федерации в настоящее время происходит большое количество аварий и катастроф как техногенного, так и природного характера. В результате того или иного происшествия люди нередко лишаются жилья и теряют все свое имущество.

Проводимый МЧС России семинар по теме «Создание мобильных, быстровозводимых жилых городков для первоочередного жизнеобеспечения пострадавшего при чрезвычайной ситуации населения» очень точно обрисовал

проблемные вопросы, касающиеся, прежде всего, палаток как важнейшего средства быстрого развертывания городков временного проживания в зоне чрезвычайной ситуации. И речь, конечно, должна идти о современных палатках, легких, быстровозводимых, несложно трансформируемых, обеспечивающих комфортное проживание семей с различным количественным и возрастным составом.

Размещение пострадавшего в ЧС населения должно производиться в пунктах приема и временного размещения (ПВР) и городках для временного проживания (ГВП).

Пункт приема и временного размещения — специально оборудованная территория для размещения и жизнеобеспечения эвакуированных и беженцев. В ПВР решаются задачи регистрации и учета прибывающих людей, сортировки и отправки их в городки временного проживания или к местам постоянного проживания, обеспечение людей питанием, предметами первой необходимости, медицинской и материальной помощью в период размещения на территории приема и временного размещения.

Городок временного проживания — территория, оборудованная специальными техническими средствами для размещения пострадавшего в ЧС природного и техногенного характера населения, а также беженцев и переселенцев. Главной целью создания временных городков является создание минимально необходимых условий для сохранения жизни и здоровья людей в наиболее сложный в организационном отношении период после возникновения ЧС [42]. Временные городки создаются тогда, когда вместимость общественных зданий (санаториев, домов отдыха, гостиниц, пансионатов) субъекта РФ, на территории которого возникла ЧС, а также в районах эвакуации не позволяет разместить всех пострадавших даже по минимальным нормам обеспечения жильем, продукцией и услугами жизнеобеспечения в условиях ЧС. При выборе земельного участка для городка предусматривается исключение ущерба естественным экологическим системам и недопущение

необратимых изменений в окружающей среде. Перечень земель, на которых запрещается строительство, устанавливается местными органами власти [43].

Огромная потребность в палатках (МЧС России участвует практически во всех гуманитарных миссиях по всему миру) не стимулирует предприятия-изготовителей к созданию современных, уютных и комфортных палаток. Запасы Росрезерва состоят в основном из палаток, разработанных и произведенных в прошлом веке. Образцы, хранящиеся на фабриках Росрезерва, давно уже не отвечают даже элементарным требованиям комфорта. Они громоздки и объемны, их трудно собирать.

Целью работы является разработка рациональной технологии развертывания временных городков для размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий.

Методические рекомендации по выбору технологии развертывания временных городков для размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий

Показатели эффективности и стоимости процесса развертывания временных городков для размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий

Под оценкой, измерением понимается процесс, в ходе которого наблюдаемому состоянию объекта (системы, процесса, явления) ставится в соответствие определенное обозначение (символ, буква, цифра или число). Форма и содержание данных обозначений определяются соответствующими показателями.

В большинстве практических задач по оценке какой-либо деятельности в качестве показателей выбираются такие величины, функции, для которых либо большее значение всегда предпочтительнее меньшего, либо, наоборот, меньшее значение предпочтительнее большего. В первом случае показатель часто имеет смысл прибыли, дохода, выигрыша и называется показателем эффективности. Во втором случае показатель имеет смысл издержек, расхода ресурсов (людских, материально-технических, организационных и т. п.), затраченных на

достижение заданных значений показателей эффективности, и называется показателем затрат [44].

Под эффективностью понимается степень достижения поставленной цели или степень приспособленности системы к решению стоящих перед ней задач, степень достижения заданных целей функционирования. В этом случае показатель эффективности будет мерилем или математическим эквивалентом степени достижения цели, а критерий эффективности — предельным значением показателя эффективности или математическим эквивалентом самой цели [44].

Показатели затрат характеризуют количество (объем) ресурса, израсходованного для достижения определенных целей. Зачастую достаточно общим эквивалентом различных видов затрат являются финансовые затраты, характеризующиеся показателем стоимости.

Все указанные показатели бывают прямые и косвенные, качественные и количественные, основные и частные, стохастические и детерминированные. Прямые показатели предназначены для непосредственной оценки параметров состояния объекта (системы, процесса, явления) и не требуют, как правило, дополнительных расчетных и иных процедур. Косвенные показатели позволяют только опосредованно оценивать интенсивность проявления желательных параметров у изучаемых объектов, процессов. Для оперирования этими показателями в большинстве случаев требуется их перевод, приближение к прямым [45].

Качественные показатели позволяют либо отнести объект, процесс к какому-нибудь классу (группе), и для этого используется номинальная шкала, либо упорядочить эти объекты, процессы по степени выраженности у них желательных (нежелательных) параметров (для этого применяется порядковая (ранговая) шкала или ее усиление — балльная (рейтинговая). Использование количественных показателей позволяет не только различить объекты, процессы между собой, но и оценить, насколько (во сколько) параметры одного объекта, процесса хуже (лучше) другого.

Основные показатели позволяют оценить объекты, процессы в целом, агрегированно по всем параметрам, частные характеризуют только ограниченное число сторон наблюдаемого объекта, процесса.

Детерминированные показатели применяются тогда, когда диапазон изменений значений этих показателей невелик и они линейно зависят от исследуемых факторов. В этом случае они могут определяться как расстояние (разность) или отношение между достигнутым и желаемым. При невыполнении вышеуказанных условий (малый диапазон, линейность) и при наличии статистики по массовым однородным явлениям применяются вероятностные (стохастические) показатели — математическое ожидание, предельное значение с вероятностью не ниже заданной, наиболее вероятное значение и т. п. При отсутствии статистики по массовым однородным явлениям на определенный момент времени или при принципиальной невозможности получить такую статистику применяются показатели теории игр (Гурвица, Сэвиджа, Лапласа и др.).

По количеству используемых показателей эффективности различают однокритериальные и многокритериальные задачи.

Выбор (построение) единственного показателя эффективности должен осуществляться с учетом ряда специальных требований [46].

1. Представительность. Это наиболее важное требование заключается в том, что показатель должен соответствовать смыслу (существо) поставленной задачи.

2. Полнота. Показатель должен учитывать все существенные для решения поставленной задачи военно-технические, социально-экономические и другие факторы.

3. Критичность. Показатель должен быть достаточно чувствительным к переменным параметрам задачи.

4. Вычислимость. Значения показателя должны достаточно просто вычисляться (это обеспечивается, например, представлением показателя относительно простым аналитическим выражением).

5. Содержательность. Показатель должен иметь «физический смысл» (это упрощает анализ и интерпретацию полученных результатов и формулировку рекомендаций).

При построении многокритериальной модели проблемной ситуации комплекс показателей должен удовлетворять следующим требованиям [38]:

1. Соответствие. Комплекс показателей должен соответствовать смыслу (существу) поставленной задачи.

2. Полнота. Комплекс показателей считается полным, если каждый исход (стратегия) ясно и четко характеризуется совокупностью соответствующих значений показателей. Введение дополнительных показателей в полный комплекс не должно приводить к изменению решения задач.

3. Минимальность. Комплекс должен содержать как можно меньшее число показателей. Следовательно, различные показатели не должны характеризовать одно и то же свойство исходов.

4. Операциональность. Каждый показатель должен иметь понятную формулировку, однозначный и ясный смысл, характеризовать вполне определенное свойство исходов.

5. Измеримость. Каждый показатель должен допускать получение оценки (количественной или хотя бы качественной) интенсивности характеризуемого им свойства.

6. Декомпозируемость.

К показателям эффективности технологии развертывания временных городков для размещения эвакуируемого населения относятся:

1. Время развертывания ПВР (за какой период времени городок будет полностью готов к приему и размещению эвакуируемого населения). При таких ЧС, как, например, землетрясение, имеет крайне важное значение, так как одновременно большое количество населения остается без крова.

Данный показатель зависит от таких факторов, как: климатические условия; состав сил и средств для развертывания ПВР; количество пострадавшего населения.



## 2. Надежность оборудования приема и временного размещения.

Надежность — свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания и транспортирования [47].

Показатели надежности количественно характеризуют, в какой степени данному объекту присущи определенные свойства, обуславливающие надежность. Единичные показатели надежности — безотказность, долговечность, ремонтпригодность.

Данный показатель зависит от следующих факторов: климатических условий, количества пострадавшего населения, условий, длительности размещения населения (эксплуатации оборудования).

## 3. Эргономичность.

Эргономичность — в изначальном смысле это эффективность инструмента производства или системы в эргономике. Под эффективностью при этом понимается наибольшая производительность при наименьшей вероятности ошибки. Ныне термин употребляется в более широком смысле, обозначая общую степень удобства предмета (не обязательно средства производства), экономию времени и энергии при использовании предмета. Для приема и временного размещения эргономичность включает также такие определения, как комфортабельность и практичность [48].

Данный показатель зависит от таких факторов, как: длительность размещения населения, количество пострадавшего населения.

Для установления показателей стоимости процесса развертывания временных городков необходимо определить основные направления затрат, связанных с созданием, развитием и эксплуатацией городка [49]. Такими направлениями являются:

— затраты на строительство — затраты, связанные с проведением строительно-монтажных работ, с оборудованием территории под городок;

— затраты на закупку — затраты на закупку техники и средств для временного городка, палаток, модулей, блок-контейнеров;

— затраты на персонал — затраты на обучение и содержание обслуживающего персонала;

— затраты на техническое обслуживание и ремонт — затраты на организацию и проведение регламентных работ, технического обслуживания и ремонта средств городка, закупку продуктов питания и средств личной гигиены;

— затраты на дооборудование — затраты на дооборудование городка для более комфортного проживания пострадавшего населения.

Методические рекомендации по определению значений показателей эффективности и стоимости процесса развертывания временных городков для размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий.

Для технико-экономической оценки мероприятий разработана методика, в основу которой положен метод анализа иерархий [50]. Данный метод сочетает в себе теорию матриц и экспертные процедуры.

Экспертный опрос — разновидность опроса, в ходе которого респондентами являются эксперты — высококвалифицированные специалисты в определенной области деятельности. Метод подразумевает компетентное участие специалистов в анализе и решении рассматриваемой проблемы [20]. Надежность оценок и решений, принимаемых на основе суждений экспертов, достаточно высока и в значительной степени зависит от организации и направленности процедуры сбора, анализа и обработки полученных мнений.

Количество членов экспертной группы значительно меньше в сравнении с количеством респондентов, опрашиваемых при массовом опросе. Отбор экспертов, формирование экспертных групп — достаточно сложная задача, результат которой в наибольшей степени определяет эффективность метода и правильность полученных решений. Тем не менее можно установить некоторые общие требования, подразумевающие выяснение следующих параметров:

компетентность потенциального эксперта в исследуемой области, эрудированность в смежных областях, ученая степень, звание, стаж научной или практической работы в определенной сфере, должностное положение, принципиальность, объективность, способность творчески мыслить, интуиция.

Реестр качеств, которыми должен обладать «идеальный» эксперт, с которым предпочтительно работать:

— креативность, то есть способность творчески решать задачи, метод решения которых полностью или частично не известен;

— эвристичность, то есть способность видеть или создавать неочевидные проблемы;

— интуиция, то есть способность делать заключения об исследуемом объекте без осознания пути движения мысли к этому заключению;

— предикаторность, то есть способность предсказывать, предчувствовать будущее состояние исследуемого объекта;

— независимость, то есть способность противопоставлять предубеждениям и массовому мнению свою точку зрения;

— всесторонность, то есть способность видеть проблему с различных точек зрения.

Метод анализа иерархий — математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решений. Метод анализа иерархий не предписывает лицу, принимающему решение (ЛПР), какого-либо «правильного» решения, а позволяет ему в интерактивном режиме найти такой вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению. Этот метод разработан американским ученым Томасом Л. Саати в 1970 г., с тех пор он активно развивается и широко используется на практике. В его основе наряду с математикой заложены и психологические аспекты. МАИ позволяет понятным и рациональным образом структурировать сложную проблему принятия решений в виде иерархии, сравнить и выполнить количественную оценку альтернативных вариантов решения [51].

Анализ проблемы принятия решений в метод анализа иерархий начинается с построения иерархической структуры, которая включает цель, критерии, альтернативы и другие рассматриваемые факторы, влияющие на выбор.

Каждый элемент иерархии может представлять различные аспекты решаемой задачи, причем во внимание могут быть приняты как материальные, так и нематериальные факторы, измеряемые количественные параметры и качественные характеристики, объективные данные и субъективные экспертные оценки. Иными словами, анализ ситуации выбора решения в метод анализа иерархий напоминает процедуры и методы аргументации, которые используются на интуитивном уровне.

Следующим этапом анализа является определение приоритетов, представляющих относительную важность или предпочтительность элементов построенной иерархической структуры, с помощью процедуры парных сравнений.

Приоритеты — это числа, которые связаны с узлами иерархии. Они представляют собой относительные веса элементов в каждой группе. Подобно вероятностям, приоритеты — безразмерные величины, которые могут принимать значения от нуля до единицы. Чем больше величина приоритета, тем более значимым является соответствующий ему элемент. Сумма приоритетов элементов, подчиненных одному элементу вышележащего уровня иерархии, равна единице.

Безразмерные приоритеты позволяют обоснованно сравнивать разнородные факторы, что является отличительной особенностью метод анализа иерархий. На заключительном этапе анализа выполняется синтез (линейная свертка) приоритетов на иерархии, в результате которого вычисляются приоритеты альтернативных решений относительно главной цели. Лучшей считается альтернатива с максимальным значением приоритета.

Глобальные приоритеты альтернатив относительно цели вычисляются путем умножения локального приоритета каждой альтернативы на приоритет каждого критерия и суммирования по всем критериям.

Основными преимуществами метода анализа иерархий по сравнению с другими методами исследования сложных систем (натурными экспериментами, математическим моделированием, классическими процедурами экспертного опроса и др.) являются :

- незначительные затраты на проведение исследований;
- минимальное число упрощающих допущений;
- значительная адекватность субъективных суждений экспертов реальному (объективному) положению вещей;
- простота обработки и наглядность результатов исследований.

Одним из недостатков метода является трудность в корректной постановке некоторых вопросов для экспертов.

Для оценки влияния мероприятий на эффективность технологии развертывания ПВР и затраты на функционирование данной технологии определяются значения главных собственных векторов (ГСВ) положительных обратносимметричных матриц. Данные матрицы получаются в результате проведения экспертом парных сравнений и заполнения специальных таблиц. При выполнении процедуры парных сравнений экспертом выносится суждение о том, насколько один объект превосходит другой по какому-либо показателю. Для этого используется шкала приоритетов.

После этого значения ГСВ элементов технологии «взвешиваются» значениями ГСВ свойств элементов, критериев и задач и определяется значимость элементов с точки зрения влияния на эффективность и затраты на функционирование технологии.

главная цель — развертывание временного городка. На втором уровне находятся три показателя эффективности технологии развертывания, а для затрат — направления соответствующих затрат. На третьем уровне иерархий — факторы, влияющие на показатели эффективности и виды затрат. На заключительном уровне иерархии находятся три предложенные технологии (альтернативы) развертывания временных городков.

Следующий шаг — выполнение парных сравнений. Элементы каждого уровня иерархии записываются в матрицу, которая заполняется суждениями экспертов об относительной важности элементов в свете главной цели.

В итоге получаем значения показателей эффективности и затрат для каждой альтернативы (варианта технологий).

Следующим шагом определяем соотношение Э/З для каждого варианта технологий.

Макет технологической карты развертывания временных городков для размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий.

Исходя из выбора рациональной технологии развертывания ПВР и предложений по составу, создан проект генерального плана городка временного проживания на 500 человек. Такой городок с успехом может быть использован при размещении людей, пострадавших, например, при землетрясении, когда в короткий промежуток времени население остается без крова и размещение осуществляется на длительный срок [52].

В данном проекте учтены все недостатки применяемых сейчас технологий, а оборудован городок с максимальным комфортом для населения. В зависимости от типа ЧС и климатических условий местности данный проект может иметь незначительные изменения. Так, например, при размещении людей, пострадавших от аварии на ХОО, состав городка может быть упрощен в целях экономии средств и времени развертывания, так как размещение населения осуществляется на короткий промежуток времени, что не требует повышенных требований к эргономичности городка. В таком городке могут отсутствовать, например, библиотека и дом детского творчества.

Целью работы является разработка рациональной технологии развертывания временных городков для размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

рассмотрены основные аспекты создания временных жилых городков для населения, пострадавшего в чрезвычайных ситуациях, как одного из первоочередных видов жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях — обеспечение жильем;

разработан методический подход по определению значений показателей эффективности и экономичности технологии развертывания временных городков для размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий.

В настоящее время в комплексе мер первоочередного жизнеобеспечения населения, пострадавшего в результате чрезвычайных ситуаций, обеспечение жильем занимает одно из самых важных мест. Размещение населения во временном жилье осуществляется с помощью быстровозводимых строений (палаток, каркасных домов) и производится при различных видах ЧС. Практика показывает, что рациональное размещение населения возможно при учете большинства факторов, присущих каждой ЧС в отдельности.

1. Анализ факторов, влияющих на технологию развертывания временных городков для размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий

Внезапность возникновения ЧС природного характера, особенно землетрясений, и техногенных аварий и катастроф, отсутствие методов и способов краткосрочного прогнозирования времени их возникновения, масштабность охватываемой ими территории, вероятность массового поражения населения требуют высокой подготовленности всех звеньев РСЧС, и прежде всего территориальных ее подсистем, к ликвидации их последствий и организации первоочередного жизнеобеспечения пострадавшего населения [8].

Технология развертывания временных городков для размещения пострадавшего населения зависит от вида ЧС, аварии, катастрофы, стихийного бедствия.

Рассмотрим факторы и требования к технологии развертывания временных городков на примере трех ЧС: землетрясения, аварии на химически опасном объекте, лесном пожаре.

ЧС 1. Землетрясение — подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате внезапных смещений и разрывов в земной коре или верхней части мантии Земли и передающиеся на большие расстояния в виде упругих колебаний. Сильные землетрясения приобретают характер катастроф с большими разрушительными последствиями и человеческими жертвами.

Требования к технологии развертывания временных городков:

крупные городки для приема большого количества пострадавших;

оборудование городка на длительный период времени (до 1 года);

крайне ограниченные сроки развертывания. ЧС 2. Авария на химически опасном объекте — авария на химически опасном объекте, сопровождающаяся разливом или выбросом опасных химических веществ, способная привести к гибели или химическому заражению людей, сельскохозяйственных животных или к химическому заражению окружающей среды.

Требования к технологии развертывания временных городков:

крупные городки для приема большого количества пострадавших;

оборудование городка на короткий срок проживания переселенцев;

последовательное наращивание городка в зависимости от количества людей.

ЧС 3. Лесной пожар — самопроизвольное или спровоцированное человеком возгорание в лесных экосистемах. Различают низовые лесные пожары (наиболее часты — до 98% общего числа загораний), при которых горят лесная подстилка, травяно-кустарничковый покров, подрост и подлесок; верховые пожары — горят кроны деревьев (полог леса); подземные пожары — торфяной слой и корни деревьев. На территории лесного фонда России ежегодно регистрируется от 10 до 30 тыс. лесных пожаров, нередко принимающих характер стихийных бедствий.



Требования к технологии развертывания временных городков:

небольшие городки;

оборудование городков по временной схеме для кратковременного приема пострадавших; постепенное развертывание городка. Таким образом, возникает необходимость в разработке технологии развертывания городков для размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий для различных видов ЧС. При этом надо определить, что же такое технология развертывания пунктов временного размещения. Под ней понимается: научно обоснованная, приемлемая с точки зрения эффективности и затратности технология развертывания городков, позволяющая в сжатые сроки обеспечить пострадавшее население минимально необходимыми условиями проживания. Теперь переходим к технологиям развертывания и покажем, что они не вполне рациональны.

При этом составляющими таких технологий являются:

состав оборудования; объемно-планировочные решения; порядок выполнения работ; состав сил и средств.

Вывод: таким образом, возникает потребность в разработке научно-методического аппарата, позволяющего обосновывать состав оборудования.

Возможное состояние системы жизнеобеспечения Разрушение и повреждение практически всех подсистем жизнеобеспечения Сохраняются, кратковременная невозможность использования Сохраняются. В зоне сильного загрязнения не могут использоваться длительное время Частичное повреждение отдельных подсистем.

Продолжительность периода первичного жизнеобеспечения До 30 суток в зоне ЧС До 3 суток в местах временного отселения До 30—40 суток в местах эвакуации По статистическим данным региона.

Основные мероприятия и виды жизнеобеспечения населения, снижающие его потери в ЧС Все виды жизнеобеспечения населения. В первые дни приоритетными должны быть медицинское обеспечение и обеспечение водой Экстренная эвакуация. Медицинское обеспечение и обеспечение водой. В

местах сосредоточения отселенного населения все виды жизнеобеспечения населения Экстренная эвакуация. Медицинское обеспечение и обеспечение водой. На всех этапах эвакуации все виды жизнеобеспечения населения Заблаговременная эвакуация. Обеспечение населения временным жильем

планировочные решения, порядок выполнения работ и состав сил и средств. Для этого необходимо провести анализ работ, выполненных в области первоочередного жизнеобеспечения населения, пострадавшего в ЧС.

2. Предложения по выбору рациональной технологии развертывания временных городков для размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий

Для лучшего понимания суждений экспертов приведем краткие описания альтернатив, содержащихся в иерархиях.

Вариант А. В этой технологии предлагается использовать для оборудования городка каркасные палатки (УСБ-56, УСТ-56, М-10, М-30). Использовать существующую систему водопровода и электричества путем подключения (врезания) в общую сеть ЛЭП и водопровода (по возможности). Развертывание городка будет осуществляться в следующем порядке:

сооружение подъездных путей и дорог внутри городка;

развертывание жилой зоны;

развертывание хозяйственной зоны и других необходимых для функционирования городка номенклатурных частей.

Вариант Б. Данная технология предполагает комплексное использование всех типов палаток и блок-контейнеров с целью достижения наибольшей эффективности. Для обеспечения городка электричеством и водой предлагается сооружение собственной (автономной) системы электричества и водопровода. Развертывание городка будет осуществляться в следующем порядке:

развертывание жилой зоны для скорейшего обеспечения жильем пострадавшего в ЧС населения; сооружение дорог внутри городка; развертывание хозяйственной зоны и других номенклатурных частей для обеспечения населения пищей, водой, средствами личной гигиены и др.

Вариант В. В этой технологии предлагается использовать мобильные блок-контейнеры. Также использовать автономную систему электричества и водопровода. А порядок развертывания использовать следующий:

сооружение подъездных путей и дорог внутри городка;

развертывание хозяйственной зоны (столовой, складских помещений, душевых, мед пункта и т. д.); развертывание жилой зоны [53].

3. Методический подход к выбору наилучшей по критерию «эффективность-стоимость» технологии развертывания временных городков для размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий

Для выбора наилучшей по критерию «эффективность-стоимость» технологии развертывания ПВР необходимо построить иерархии влияния мероприятий на показатели эффективности и затрат технологии развертывания временных городков.

Применяя МАИ, на первом шаге необходимо структурировать проблему в виде иерархий. На первом уровне (в фокусе) иерархии расположена главная цель — развертывание временного городка. На втором уровне находятся 3 показателя эффективности технологии развертывания, а для затрат — направления соответствующих затрат. На третьем уровне иерархий — факторы, влияющие на показатели эффективности и виды затрат. На заключительном уровне иерархий находятся 3 предложенные технологии (альтернативы) развертывания временных городков.

Следующий шаг — выполнение парных сравнений. Элементы каждого уровня иерархии записываются в матрицу, которая заполняется суждениями экспертов об относительной важности элементов в свете главной цели.

В итоге получаем значения показателей эффективности и затрат для каждой альтернативы (варианта технологий).

Следующим шагом определяем соотношение эффективности и затрат для каждого варианта технологий.

В конечном итоге по формуле ем наилучшую технологию.

Для оценки влияния мероприятий на эффективность технологии развертывания ПВР и затраты на функционирование данной технологии определяются значения главных собственных векторов положительных обратносимметричных матриц. Данные матрицы получаются в результате проведения экспертом парных сравнений и заполнения специальных таблиц.

После этого значения главных собственных векторов элементов технологии «взвешиваются» значениями главных собственных векторов свойств элементов, критериев и задач и определяется значимость элементов с точки зрения влияния на эффективность и затраты на функционирование технологии.

Порядок нахождения главных собственных векторов поясним на примере оценки значимости некоторых элементов технологии

с точки зрения влияния на время развертывания ПВР. Для этого вначале сравнивается влияние на время развертывания ПВР следующих свойств: климатические условия; состав сил и средств для развертывания; количество пострадавшего населения; условия эксплуатации; длительность размещения населения.

### 3.1. Парные сравнения для иерархии эффективности.

Проведем парные сравнения для иерархии эффективности: элементы каждого уровня иерархии записываются в матрицу, которая заполняется суждениями экспертов об относительной важности элементов в свете главной цели.

Следующим шагом является синтез обобщенных приоритетов. Для того чтобы определить глобальные приоритеты альтернатив, мы записываем в матрицу локальные приоритеты рассматриваемых вариантов по каждому критерию. Затем каждый столбец этой матрицы умножается на приоритет соответствующего критерия. Последующее суммирование по строкам дает компоненты вектора глобальных приоритетов альтернативных технологий.

После проведенных вычислений имеем 3 варианта технологии развертывания городков для временного размещения населения и значение показателей эффективности и затрат этих технологий.

Разработанная технология по развертыванию временных городков для размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий, актуальна и ее применение экономически целесообразно, где сплошной линией показана рациональная технология, прерывистой существующая.

Таким образом, разработанная методика позволяет выполнить технико-экономическую оценку основных мероприятий по совершенствованию технологии развертывания временных городков для размещения населения. В основу методики положен метод анализа иерархий, сочетающий теорию матриц и экспертные процедуры парных сравнений. При незначительных изменениях данная методика может с успехом использоваться для предварительной оценки различных мероприятий, направленных на повышение эффективности.

### **Вывод по третьей главе.**

Технический прогресс не стоит на месте. Новые инженерные механизмы способны вывести архитектуру на новый уровень. На котором, архитектура будет способна решать крупномасштабные проблемы, такие как обеспечение безопасности в зданиях, проектируемых для расположения на опасных территориях.

Представленные в главе методы обеспечения безопасности в зданиях, при угрозе им факторов климатического, техногенного и космогенного воздействия, способны положить начало новому направлению в строительстве.

И возможно в недалеком будущем архитектура сможет обеспечивать нужный уровень защиты человека от всех видов опасных воздействий. Такой уровень что, даже находясь внутри здания, человек сможет с абсолютным спокойствием любоваться красотами бушующих за окнами природных или

космогенных факторов опасного воздействия.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании исследования в данной работе сделаны следующие выводы.

В исследовательской работе предложены новейшие метода обеспечения безопасности в зданиях, которые помогут решить многие проблемы связанные безопасной жизнедеятельностью человека, находящегося на опасной территории. Некоторые из них требуют лабораторных испытаний, в процессе которых возможно технически будут изменены, но их функции и принципы действия останутся прежними.

А так же работа является началом для решения возможно возникших в будущем новых опасных угроз жизнедеятельности человека, и оставляет за собой открытыми следующие вопросы: какой будет архитектура, если Земля на несколько километров приблизится к Солнцу, в следствии чего повысится уровень радиации и температура на поверхности планеты, растают ледники и т.д., или же наоборот отдалится от Солнца и наступит вечная мерзлота, замерзнут моря и океаны? Что будет из себя представлять архитектура тогда? Из каких материалов будут возводиться здания? Как изменятся ее функции по сравнению с теми, которые она выполняет сейчас? Ответы на эти и аналогичные вопросы, касающиеся безопасности человека, позволят ему приспособиться к жизни на планете, которая меняется с каждым днем и таит в себе много опасности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Осипов В. И. Что такое катастрофы и как с ними бороться. М.: Наука из первых рук, 2010.
2. Непомнящий Н., Курушин М. Катастрофы и катаклизмы. М.: ОЛМА Медия Групп, 2010. – 256 с.
3. National Geophysical Data Center.
4. History.com, History Channel's Record of the earthquake. 2017.
5. Керу.ac.cn, China virtual museums quake. (Дата обращения: 18.05.2018)
6. Кузнецова С. А., Большой толковый словарь русского языка. – 1-е изд-е: СПб.: Норинт, 1998. – 1534 с.
7. Филипов А. Т. Многоликий солитон. - М.: Наука, 1990. – 288 с.
8. Прохоров А. М. Советский энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1981. – 1600 с.
9. Фасмер М. Р. Этимологический словарь русского языка. – М.: Прогресс, 1973. – 855 с.
10. *Жмакин М.С.* Природные катастрофы , потрясшие мир// ОЛМФ Медиа Групп, 2011. – 272 с.
11. *Денщикова Т.Ю.* Опасность техногенного характера и защита от нее. Ставрополь: СКФУ, 2016
12. *Тимофеева С.С. Баранов Е. Ф.* Оценка техногенных рисков. М.: ИНФРА-М, 2017.
13. International Symposium "Naturel Cataclysms and Global Problems of the Modem Civilization" [www.2011.geocataclysm.org](http://www.2011.geocataclysm.org) (Дата обращения: 03.2018).
14. Чижевский А.Л Земное эхо солнечных бурь. М.: Мысль, 1976. 366 с.
15. Артамонова Г. К., Коннова Л.А. О факторах и катастрофах на земле. СПб.: Вестник, 2011
16. Бабаджанов П. Б., Кохирова Г.И., Обрубков Ю. В. Кометная природа опасного астероида 2007СА19. / Доклады Академии Наук Республики Таджикистан. 2014.



17. Тихомирова Е. Н. К вопросу о смещении радиантов метеорных потоков. / Ярославский педагогический вестник 2011.
18. Частицы найденного на льду озера Чебаркуль метеорита передали в музей. – Москва, РИА Новости, <https://ria.ru/science>. (дата обращения: 15.03.2018)
19. Резанов И.А. Великие катастрофы в истории Земли. М.: Изд. Наука. 1984. – 176 с.
20. Снижение рисков в строительстве при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера / Булгаков С.Н., Тармазян А.Г., Рахман И.А., Степанов А.Ю. Под ред. Тармазяна А.Г. - М: МАКС Пресс, 2004. - 304 с.
21. Чесноков С.А. Горно-технологические аспекты создания подземной энергетики // Горный журнал. 2010. № 11. - 71с.
22. Кокосадзе А. Э., Чесноков С. А., Фридкин В. М. Особенности инженерных сооружений подземной энергетики. 2013.
23. Защита населения от чрезвычайных ситуаций. <http://www.grandars.ru> (дата обращения: 20.03.2018)
24. Информационное оповещение населения при чрезвычайных ситуациях. <http://www.mchs.gov.ru/> (дата обращения: 20.03.2018)
25. SeismoGIS: A tool for the visualization of earthquake data / С. Willmes [и др.] // Proc. XXI ISPRS congress (Beijing, China, 3-11 July 2008). Beijing, 2008. - 1244 с.
26. Завьялов А. Д. Среднесрочный прогноз землетрясений. Основы, методика, реализация. М.: Наука, 2006. – 254 с.
27. Маринин И. В., Елецкий С. В., Чесноков В. В. Использование Imp.Itris для предварительного и оперативного исследования цунами и оценки их последствий // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. – 185 с.
28. Михеева А. В., Дядьков П. Г., Марчук Ан. Г. Геоинформационная система GIS-EEDB и методы пространственно-временного анализа сейсмологических данных // Геоинформатика. 2013. – 65 с.

29. Михеева А. В. Изучение структур различного геологического генезиса средствами ГИС ENDDB // Образовательные ресурсы и технологии. Геоинформатика в научных исследованиях Арктики. 2014. – 118 с.
30. Михеева А. В. Геоструктурные элементы, выявляемые математическими алгоритмами и цифровыми моделями геоинформационно-вычислительной системы GIS-ENDDB. Новосибирск: Омега Принт, 2016. 300 с.
31. Михеева А. В., Калинин И. И. Геоструктурные элементы, выявляемые цифровыми моделями и формальными алгоритмами ГИС ENDDB // Материалы X Междунар. сейсмологической школы «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных» Новханы, Азербайджан, 2015. - 225 с.
32. Глобальная экологическая перспектива: прошлое, настоящее и перспективы на будущее./ Ред. Г. Н. Голубев. М.: ЮНЕПКОМ, 2002. 504 с.
33. Осипов В. И. Природные катастрофы на рубеже XXI века // Вестник РАН. 2001. - 302 с.
34. И. Остова. Сейсмические опасности / Под ред. Г. А. Соболева. 2001. 295 с.
35. Экзогенные геологические опасности. /Под ред. В. М. Кутепова, А. И. Шеко. 2002. - 348 с.
36. Оценка и управление природными рисками / Под ред. А. Л. Рагозина. 2003. - 320 с.
37. Сейсмические опасности / Под ред. Г. А. Соболева. 2001. - 295 с.
38. Осипов В. И. Что такое катастрофы и как с ними бороться. Журнал: Наука из первых рук. 2010. - 83с.
39. Снижение рисков в строительстве при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера / Булгаков С.Н., Тармазян А.Г., Рахман И.А., Степанов А.Ю. Под общ.ред. Тармазяна А.Г.— М: МАКС Пресс, 2004. - 304с.
40. Технологии которые защищают здания при воздействии на них опасных природных факторов. [http://mirum.ru/news/world\\_trend](http://mirum.ru/news/world_trend) (дата обращения: 20.03.2018)

41. Фалеев М.И. Совершенствование защиты населения и территорий с учетом опыта преодоления крупномасштабных катастроф и стихийных бедствий. 2011
42. Акимов В.А., Владимиров В.А., Измалков В.И. Катастрофы и безопасность. М.: Деловой экспресс, 2006.
43. ГОСТ 22853-86 «Здания мобильные (инвентарные). Общие технические требования».
44. СНиП 23-0-99 «Строительная климатология».
45. ВСН 199-84 «Проектирование и строительство временных поселков транспортных строителей»
46. Гражданская защита: Энциклопедический словарь / Под общей ред. С. К. Шойгу, МЧС России. М.: Дэк-пресс, 2005. 569 с.
47. Пчелкин А. А., Панов И. В. К вопросу о создании временных жилых городков для населения, пострадавшего в чрезвычайных ситуациях // Технологии гражданской безопасности. 2009. № 3-4.
48. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
49. Дурнев Р.А., Трофимов А.В., Насобин А.А., Методический аппарат обоснования рациональной технологии развертывания временных городков для размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий // Технологии гражданской безопасности, 2010.
50. Трофимов А.В. Обоснование выбора рациональной технологии развертывания пунктов временного размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий. 2014.
51. Трофимов А.В. и др. Методический аппарат обоснования рациональной технологии развертывания временных городков для размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий // Технологии гражданской безопасности. 2010.

52. Трофимов А.В. Методический аппарат обоснования рациональной технологии развертывания временных городков для размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий // Технологии гражданской безопасности. 2011.