КОМПЛЕКС ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ И СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРОДА МОСКВЫ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МОСКОВСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ГУП «НИИМосстрой»

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ПРОВЕДЕНИЮ АНАЛИЗА РИСКОВ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ АКТОВ И ЗОНИРОВАНИЯ ВЫСОТНЫХ И УНИКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

ТР 204-09

Москва 2009

КОМПЛЕКС ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ И СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРОДА МОСКВЫ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ГОРОДА МОСКВЫ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МОСКОВСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА «НИИМосстрой»

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ПРОВЕДЕНИЮ АНАЛИЗА РИСКОВ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ АКТОВ И ЗОНИРОВАНИЯ ВЫСОТНЫХ И УНИКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

ТР 204 – 09

Утверждены директором ГУП «НИИМосстрой»
10 марта 2009 г.

Настоящие технические рекомендации разработаны в соответствии с планом научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ на 2007 г., утвержденным Департаментом градостроительной политики, развития и реконструкции г. Москвы.

Настоящие рекомендации предназначены для специалистов организаций, осуществляющих проектирование и эксплуатацию систем антитеррористической защищенности и обеспечения комплексной безопасности высотных, уникальных объектов, а также для экспертных, страховых организаций, специализирующихся в области анализа рисков реализации угроз высотным и уникальным объектам.

Настоящие рекомендации определяют порядок проведения анализа рисков террористических актов и зонирования высотных и уникальных объектов города Москвы.

Настоящие рекомендации направлены на унификацию методов анализа рисков террористических актов.

Рекомендации разработаны ГУП «НИИМосстрой»: В.Ф. Коровяков, д-р техн. наук – руководитель работ, В.А. Устюгов, канд. техн. наук, В.Г. Петров, М.В. Фирсов, канд. техн. наук, А.М. Шахраманьян, канд. техн. наук, А.А. Богач, канд. техн. наук, М.В. Сидорко, В.М. Сорока, А.Ю. Степанов, Е.В. Ларионова.

Содержание

1	Область применения	4
2	Основные термины и определения	4
3	Общие положения	4
4	Порядок проведения анализа рисков террористических актов и зонирования объектов	6
5	Требования к оформлению результатов анализа, оценки рисков и зонирования высотных и уникальных объектов	10
6	Список использованных источников	10
	Приложение А	12
	Приложение Б	21
	Приложение В	23
	Приложение Г	43
	Приложение Д	45

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящие рекомендации по проведению анализа рисков террористических актов и зонирования высотных и уникальных объектов распространяются на объекты, входящие в сферу действия и определенные статьей 481 Градостроительного кодекса Российской Федерации [1], а также объекты, входящие в сферу действия МГСН 4.19-2005 «Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве» [2].

1.2 Настоящие рекомендации используются:

– при разработке критериев безопасности высотных и уникальных объектов;

– для обоснования сценариев террористических актов, возможных на этих объектах, оценки их вероятности и последствий;

– при расчете вреда, который может быть причинен жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений, находящихся в зданиях или в непосредственной близости от них в результате реализации террористических угроз.

2 ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В данном документе применяются следующие термины и определения:

Антитеррористическая защищенность (АТЗ) и безопасность высотных и уникальных объектов – состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений, находящихся в высотных и уникальных объектах или в непосредственной близости от них, в результате реализации террористических угроз;

Весовой коэффициент параметра – числовой коэффициент, отражающий значимость, относительную важность, «вес» данного показателя в сравнении с другими показателями, оказывающими влияние на изучаемый процесс;

Высотный объект – объект капитального строительства высотой более 75 м [2];

Уникальный объект – объект капитального строительства высотой более 100 м [1];

Риск – вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда [3];

Терроризм – идеология насилия и практика воздействия на принятие решения органами государственной власти, органами местного самоуправления или международными организациями, связанная с устрашением населения и (или) иными формами противоправных насильственных действий [4];

Террористический акт – совершение взрыва, поджога или иных действий, связанных с устрашением населения и создающих опасность гибели человека, причинение значительного имущественного ущерба, или наступление экологической катастрофы, или иных особо тяжких последствий в целях противоправного воздействия на принятие решения органами государственной власти или международными организациями, а также угроза совершения указанных действий в тех же целях [4];

Ущерб - потери некоторого субъекта или группы субъектов части или всех своих ценностей [5].

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Анализ риска террористических актов и зонирование высотных и уникальных объектов (далее объект) является частью системного подхода к принятию организационно-технических решений, процедур и практических мер по предупреждению или уменьшению опасности террористических актов жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу.

3.2 Анализ рисков – центральное звено в процедурах обеспечения антитеррористической защищенности объектов, базирующееся на всей доступной информации и определяющее меры по контролю над уровнем антитеррористической защищенности.

3.3 Анализ рисков террористических актов и зонирование объектов проводится с целью определения возможных последствий воздействия террористических угроз на объект, выявления слабых мест и недостатков существующей или рассматриваемых проектных вариантов системы антитеррористической защищенности, а в итоге - выбора наилучшего варианта указанной системы для конкретного объекта.

3.4 Анализ рисков террористических актов и зонирование объектов проводится в случаях:

– разработки системы комплексного обеспечения безопасности и антитеррористической защищенности на этапе проектной подготовки строительства;

– в рамках проведения обследования эксплуатируемого объекта и проверки соответствия состояния антитеррористической защищенности объекта возможным проявлениям террористических угроз, действующим в текущий период времени;

– при появлении новых угроз и приведении системы комплексного обеспечения безопасности и антитеррористической защищенности к уровню, обеспечивающему требуемое состояние безопасности объекта.

3.5 Анализ рисков должен включать три основных стадии [6, 7, 8, 9, 10, 15, 16]:

– идентификация опасностей - выявление всех возможных нежелательных явлений, процессов и событий, способных привести к аварии анализируемого объекта; по результатам идентификации опасностей разрабатывается перечень сценариев аварий, возможных на объекте;

– анализ частоты - оценка (качественная и/или количественная) среднегодовой вероятности реализации выявленных на предыдущей стадии нежелательных явлений, процессов и событий, а также основных сценариев аварий, возможных на объекте;

– анализ последствий - оценка (качественная и/или количественная) ущерба (вреда) от реализации возможных угроз на анализируемом объекте, наносимого персоналу объекта, населению, имуществу и природной среде.

Основные элементы процедуры анализа рисков террористического акта и зонирование объекта представлены на рисунке 1.

3.6 Критерии допустимого риска террористических угроз могут быть заданы нормативно-правовыми актами или (до выхода в свет нормативов) определены на этапе организации и планирования работ. Основные требования к выбору критериев допустимого риска террористических угроз - их обоснованность и определенность. В общем виде основой для определения критериев допустимого риска террористических угроз являются:

– действующее законодательство по безопасности зданий и сооружений;

– правила и нормы безопасности зданий и сооружений;

– дополнительные требования органов власти и антитеррористической комиссии;

– сведения об имевших место террористических актах на зданиях и сооружениях и их последствиях;

– соглашение о допустимости риска террористических угроз между заинтересованными сторонами;

– опыт практической деятельности.

3.7 Результаты анализа рисков террористических актов и зонирование объектов должны использоваться при разработке специальных технических условий, обосновании принимаемых проектных решений по обеспечению антитеррористической защищенности объектов, страховании, экономическом анализе безопасности по критериям «эффективность – безопасность» и при других процедурах, связанных с анализом состояния антитеррористической защищенности исследуемых объектов.

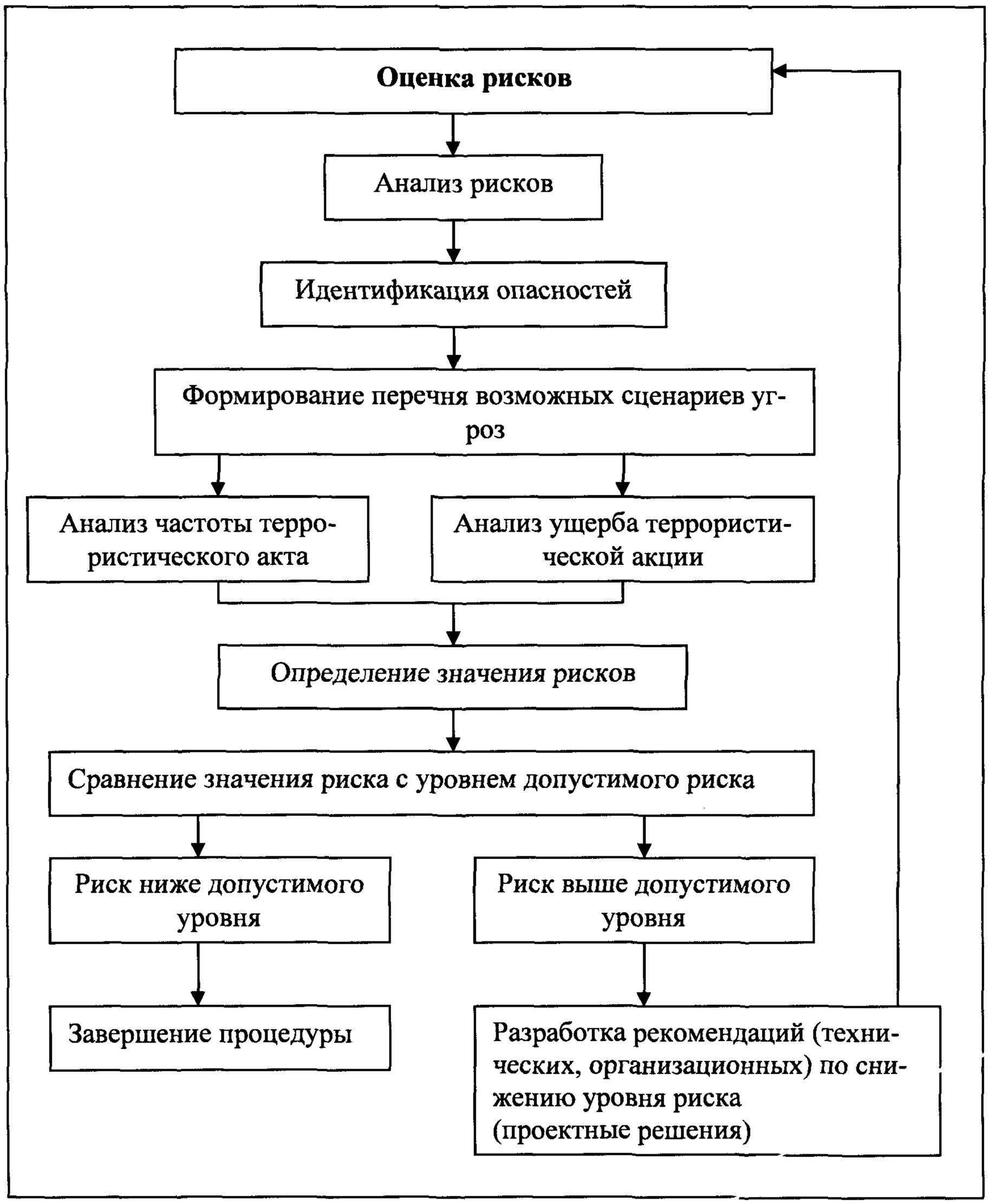


Рисунок 1 – Общая схема процедуры анализа рисков

4 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ АНАЛИЗА РИСКОВ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ АКТОВ И ЗОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

Для обеспечения качества и согласованности результатов процесс анализа риска террористических актов и зонирование объектов должен включать следующие основные этапы [6, 7, 8, 9, 10, 15, 16]:

– планирование и организация работ;

– идентификация опасностей;

– оценка риска реализации террористических актов;

– разработка рекомендаций по уменьшению риска.

4.1 Планирование и организация работ

4.1.1 На этапе планирования работ следует:

– определить анализируемый объект и дать его общее описание;

– подобрать группу экспертов для проведения анализа рисков;

– указать ограничения исходных данных, финансовых ресурсов и другие обстоятельства, определяющие глубину, полноту и детальность проводимого анализа рисков;

– четко определить цели и задачи анализа рисков;

– выбрать методы анализа рисков с учетом целей исследования, объема и качества исходных данных об объекте, состава группы исполнителей и уровня их квалификации;

– определить (по возможности) критерии допустимого риска для изучаемого объекта.

4.1.2 Для обеспечения качества проведения анализа рисков объекта следует изучить закономерности возникновения и развития угроз на объектах подобного типа. Если существуют результаты анализа риска для подобных объектов, то их можно применять в качестве исходной информации.

4.1.3 В состав группы экспертов следует привлекать инженеров, конструкторов, экономистов и других специалистов, профессионально подготовленных в вопросах противодействия терроризму, в области действия динамических нагрузок, взрыва, пожара. В ходе работы целесообразно рассматривать коллективное мнение экспертов. При использовании индивидуального мнения экспертов следует проверять согласованность мнений экспертов с использованием коэффициента конкордации, предложенного Кендаллом.

$$W = \frac{12}{m^2(n^3 - n)}S,$$

где n – количество анализируемых объектов;
m – количество экспертов;
S – сумма квадратов отклонений всех оценок рангов каждого объекта экспертизы от среднего значения.
Коэффициент конкордации изменяется в диапазоне $0<W<1$, причем 0 - полная несогласованность мнений экспертов, 1 - полное единодушие.

4.1.4 Цели и задачи анализа рисков могут различаться и конкретизироваться на разных этапах жизненного цикла объекта.

4.2 Идентификация террористических угроз

4.2.1 Основные задачи этапа идентификации террористических угроз - выявление и четкое описание всех угроз и путей (сценариев) их реализации.

4.2.2 При идентификации террористических угроз следует определить, какие функциональные зоны и помещения в них требуют более серьезного анализа, какие представляют меньший интерес с точки зрения обеспечения антитеррористической защищенности.

4.2.3 При идентификации террористических угроз следует выбрать помещения в каждой функциональной зоне, в которых проведение террористического акта будет отвечать основным целям террора.

4.2.4 В процессе идентификации террористических угроз членами экспертной группы рассматриваются различные варианты (сценарии) действий нарушителя и выбираются наиболее вероятные из них (расчетные, проектные). Для этих вариантов действий нарушителя производится оценка рисков реализации террористических угроз.

4.3 Оценка рисков террористических угроз

4.3.1 Основными задачами оценки рисков террористических угроз являются [6, 7, 8, 9, 10]:

– оценка частот реализации террористических угроз или условной вероятности террористического акта;

– оценка последствий реализации террористических угроз;

– обобщение полученных оценок.

4.3.2 Для оценки (количественной и/или качественной) ожидаемых частот террористических угроз используются следующие подходы [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12]:

– статистический, заключающийся в максимально полном использовании статистики террористических актов;

– графоаналитический, заключающийся в использовании логических методов анализа «деревьев отказов» и «деревьев событий»;

– экспертный, заключающийся в выработке оценки путем учета мнений специалистов в данной области.

При этом процедуры анализа риска террористических угроз могут основываться на качественном анализе или количественном анализе. Применяются также так называемые полуколичественные оценки, сочетающие качественные и количественные показатели рисков [11, 12].

Пределы и степень детализации анализа рисков могут отличаться для разных подходов, допускающих как качественные, так и количественные оценки.

4.3.3 Для объектов, по которым отсутствуют статистические данные о террористических актах, целесообразно применять сочетания указанных подходов и процедур, адаптированных к специфике целей и задач анализа рисков реализации террористического акта для конкретного объекта.

4.3.4 Определение условной вероятности совершения террористического акта в определенной функциональной зоне (помещении) объекта.

Для определения условной вероятности совершения террористического акта в определенной функциональной зоне (помещении) объекта (далее – условной вероятности проведения теракта) целесообразно использование метода анализа "дерева событий" как алгоритма построения последовательности событий, исходящих из основного события (проведение теракта на объекте).

Количественное определение значения вероятностей, их уточнение может быть реализовано различными методами. Могут использоваться методы анализа, приведенные в приложении В.

Вариант возможного распределения условной вероятности проведения теракта по функциональным зонам объекта приведен на рисунке А.1 (Приложение А).

Оценив условную вероятность проведения теракта в функциональной зоне объекта можно оценить условную вероятность проведения теракта в определенных помещениях функциональной зоны, рисунок А.2 (Приложение А).

4.4 Оценка возможного ущерба реализации угроз

Структура ущерба от террористического акта может включать в себя следующие составляющие [16]:

– полные финансовые потери собственников и арендаторов объекта;

– расходы на локализацию и ликвидацию последствий террористического акта;

– социально-экономические потери, связанные с травмированием и гибелью людей;

– косвенный ущерб;

– затраты, связанные с предоставлением собственникам общего имущества в новых помещениях в случае аварийного состояния объекта.

Указанные выше составляющие ущерба носят сложный многофакторный характер.

Для оценки ущерба реализации угроз может применяться метод детального или укрупненного расчета.

4.4.1 Детальный расчет ущерба реализации угроз

Детальный расчет ущерба реализации угроз основан на количественной оценке ущерба. Размер ущерба определяется в рублях. При использовании данного метода производится расчет стоимости ущерба по частным показателям.

Расчет ущерба должен основываться на определении размеров зоны действия угрозы при ее реализации на объекте (при террористических взрывах - зон эффективного действия взрыва по разрушению элементов конструкций, инженерных систем и поражению людей действием воздушной ударной волны и осколочным полем).

Определение размеров зоны действия угрозы при ее реализации на объекте должно проводиться методами математического и компьютерного моделирования (Приложение В) или аналитическими методами.

В общем виде ущерб от террористической акции, проведенной на объекте, может быть *выражен формулой:*

$$П_о = П_{пп} + П_{лп} + П_{сэ} + П_к + П_{жп}, \qquad (1)$$

где $П_0$ - полный ущерб от террористической акции, руб.;

$П_{пп}$ - прямые потери собственников жилых помещений и арендаторов, руб.;

$П_{лп}$ - затраты на ликвидацию последствий теракта, руб.;

$П_{сэ}$ - социально-экономические потери (затраты, понесенные вследствие гибели и ранения людей), руб.;

$П_{к}$ - косвенный ущерб, руб.;

$П_{жп}$ – затраты, связанные с предоставлением собственникам общего имущества здания новых помещений в случае перехода объекта в аварийное состояние, руб.

Прямые потери, $П_{пп}$, от террористического акта можно определить по формуле:

$$П_{пп} = П_{с} + П_{а} + П_{тл} , \quad (2)$$

где $П_{с}$ - потери государства, муниципального образования, граждан и юридических лиц в результате уничтожения (повреждения) общего и личного имущества собственников, руб.;

$П_{а}$ - потери арендаторов в результате уничтожения (повреждения) товарно-материальных ценностей, руб.;

$П_{тл}$ - потери в результате уничтожения (повреждения) имущества третьих лиц, руб.

Затраты на ликвидацию последствий теракта $П_{лп}$ можно определить по формуле:

$$П_{лп} = П_{лпоб} + П_{лпок}, \quad (3)$$

где - $П_{лпоб}$ расходы, связанные с локализацией и ликвидацией последствий теракта непосредственно на объекте, подвергшемся террористической атаке, руб.;

$П_{лпок}$ – расходы, связанные с локализацией и ликвидацией последствий теракта на окружающих объектах, поврежденных (разрушенных) в результате теракта или мероприятий по ликвидации террористической группы, руб.

Социально-экономические потери (затраты, понесенные вследствие гибели и ранения людей); $П_{сэ}$ можно определить как сумму затрат на компенсации и мероприятия вследствие гибели (ранения) собственников здания, арендаторов и третьих лиц.

Косвенный ущерб, $П_{к}$, вследствие террористической акции может быть определен как часть доходов, не полученных собственниками объекта и арендаторами, а также убытки третьих лиц из-за не полученной ими прибыли,

Составляющие косвенных потерь при реализации террористического акта на объекте будут иметь сложную многофакторную структуру. Последствия теракта могут затронуть различные виды бизнеса.

4.4.2 Укрупненный расчет ущерба реализации угроз

Укрупненный расчет ущерба реализации угроз основан на качественной оценке экспертами возможного ущерба и последующего перехода к количественной оценке частных показателей.

Укрупненный расчет ущерба реализации угроз (экспресс-метод) может использоваться в ходе предварительной оценки уязвимости функциональных зон и помещений объекта.

Возможный ущерб при реализации угроз оценивается экспертами по пятибалльной системе качественных показателей, затем по количественной (бальной) оценке. Переход от качественных к количественным оценкам выполняется в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 - Переход от качественных оценок к количественным оценкам

Качественная оценка	Баллы
Очень малый ущерб	1
Малый ущерб	2
Средний ущерб	3
Высокий ущерб	4
Очень высокий ущерб	5

В качестве интегральной оценки ущерба принимается арифметическая сумма оценок частных показателей:

$$П_{о} = П_{пп} + П_{лп} + П_{сэ} + П_{к} + П_{жп}, \quad (4)$$

где $П_{0}$ - полный ущерб от террористической акции, балл;

$П_{пп}$ - прямые потери собственников жилых помещений и арендаторов, балл;

$П_{лп}$- затраты на ликвидацию последствий теракта, балл;

$П_{сэ}$ - социально-экономические потери (затраты, понесенные вследствие гибели и ранения людей), балл;

$П_{к}$ - косвенный ущерб, балл;

$П_{жп}$ – затраты, связанные с предоставлением собственникам общего имущества здания

новых жилых помещений в случае перехода объекта в аварийное состояние, балл.

Для учёта неодинаковой важности частных параметров вводится весовой коэффициент параметра.

Каждому показателю эксперты присваивают весовой коэффициент параметра, отражающий его важность в конкретной ситуации. Тогда формула (4) для расчета интегральной оценки принимает вид:

$$П_о = k_{пп}П_{пп} + k_{лп}П_{лп} + k_{сэ}П_{сэ} + k_{к}П_{к} + k_{жп}П_{жп}, \quad (5)$$

где k - весовой коэффициент параметра.

Процедура оценки качественных показателей и последующий переход к количественным показателям с учетом весового коэффициента параметра вносит в расчеты элемент субъективности, значительно больший, чем при использовании детального расчета ущерба реализации угроз, что может существенно отразиться на достоверности результатов.

5 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ АНЛИЗА, ОЦЕНКИ РИСКОВ И ЗОНИРОВАНИЯ ВЫСОТНЫХ И УНИКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

5.1 Результаты анализа, оценки рисков и зонирования объектов должны быть обоснованы и оформлены таким образом, чтобы выполненные расчеты и выводы могли быть проверены и повторены специалистами, которые не участвовали при первоначальном анализе.

5.2 Процесс анализа, оценки рисков и зонирования объектов следует документировать. Отчет по результатам анализа, оценки рисков и зонирования объектов должен содержать:

- титульный лист;
- список исполнителей с указанием должностей, научных званий, организации;
- аннотацию;
- содержание (оглавление);
- задачи и цели проведенного исследования;
- описание анализируемого объекта;
- исходные данные и их источники, в т.ч. данные по аварийности и надежности технических систем обеспечения безопасности объекта;
- функциональные зоны и помещения в них, реализация угроз в которых может принести ущерб;
- результаты анализа угроз;
- результаты оценки рисков;
- ранжирование помещений функциональных зон по степени риска с указанием наиболее «слабых мест»;
- требования к мероприятиям по противодействию террористическим актам;
- заключение;
- перечень используемых источников информации.

6 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Градостроительный кодекс Российской Федерации (в ред. Федеральных законов от 22.07.2005 № 117-ФЗ, от 31.12.2005 № 199-ФЗ, от 31.12.2005 № 210-ФЗ, от 03.06.2006 № 73-ФЗ, от 27.07.2006 № 143-ФЗ, от 04.12.2006 № 201-ФЗ, от 18.12.2006 № 232-ФЗ, от 29.12.2006 № 258-ФЗ)

2 МГСН 4.19-2005 Многофункциональные высотные здания и комплексы

3 Федеральный закон РФ от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ О техническом регулировании (в ред. ФЗ от 09.05.2005 N 45-ФЗ, от 01.05.2007 № 65-ФЗ)

4 Федеральный закон РФ от 6 марта 2006 г. № 35-ФЗ О противодействии терроризму

5 ГОСТ Р 22.10.01-2001 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Оценка ущерба. Термины и определения

6 РД 03-418-01 Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов

7 СТП ВНИИГ 210.02.НТ-04 Методические указания по проведению анализа риска аварий гидротехнических сооружений

8 СТО РД Газпром 39-1.10-084-2003. Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «ГАЗПРОМ»

9 РД Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах. Утв. ОАО «АК «Транснефть», пр. от 30.12.99 № 152, согл. Госгортехнадзором России 07.07.99 № 10-03/418

10 ПБ 12-609-03 Правила безопасности для объектов, использующих сжиженные углеводородные газы (Госгортехнадзор России от 27.05.03 № 40, Минюст России 19.06.03 № 4777)

11 СТП ВНИИГ 230.2.001-00 Методические указания по проведению анализа риска аварий гидротехнических сооружений

12 СНиП 33-01-2003 Гидротехнические сооружения. Основные положения

13 ГОСТ Р 27.3.10-93. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения

14 РД 03-496-02 Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах

15 Булгаков С.Н., Тармазян А.Г., Рахман И.А., Степанов А.Ю Снижение риска в строительстве при аварийных воздействиях природного и техногенного характера. М.: МАКС Пресс, 2004.

16 Рекомендации по оценке геологического риска на территории г. Москвы. Москомархитектура, М. – 2002

17 Методика прогнозирования и оценки медицинских последствий аварий на взрыво-и пожароопасных объектах. ГК РФ по делам ГОЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий – Москва, 1993 г

18 Стандарт МЭК 615008 Функциональная безопасность электрических/электронных/программируемых электронных систем, связанных с безопасностью

19 Функциональная безопасность. Простое руководство по применению стандарта МЭК 61508 и связанных с ним стандартов/ Девид Дж. Смит, Кеннет Дж. Симпсон. – М.: Издательский дом «Технологии», 2004 – 208 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Пример применения технических рекомендаций по проведению анализа рисков террористических актов на высотных и уникальных объектах

В настоящем примере опущены детали расчета условной вероятности, ущерба и оценки рисков. Настоящий пример иллюстрирует общий подход к применению предлагаемых Рекомендаций. Приводимые цифровые значения носят ориентировочный характер.

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Краткое описание объекта:

- высота объекта – 36 этажей;
- общая площадь объекта – 40 000 м^2.

Объект состоит из трех основных функциональных элементов:

- подземное пространство;
- общественное пространство;
- жилая зона.

Четыре подземных этажа оборудованы для стоянки автомобилей. Кроме того, на первом подземном этаже имеется трансформаторная подстанция, помещения технического персонала, насосные пожаротушения и водоснабжения.

Въезд и выезд из подземной автостоянки будет оборудован шлагбаумами. Управление шлагбаумами планируется осуществлять с помощью магнитной карты, имеющейся у жильцов здания и арендаторов торгового центра.

Общественное пространство расположено на первом нежилом этаже в стилобатной части здания. Функциональное предназначение зоны общественного пространства не определено. Наиболее вероятно размещение в зоне общественного пространства торгового центра.

Жилая зона имеет один подъезд, в котором находятся:

- входной вестибюль;
- лифты;
- незадымляемые лестничные клетки;
- квартиры жильцов;
- технические этажи (25 и 36 этажи).

Подъезд будет охраняться консьержем (дежурным по подъезду). Кроме того, предусмотрено внутреннее и наружное наблюдение за обстановкой у подъезда, осуществляемое в рамках функционирования СОБГ.

Выходы из незадымляемых лестничных клеток на улицу находятся с противоположной стороны здания. Видеонаблюдение за обстановкой у выходов из незадымляемых лестничных клеток на улицу не планируется.

2 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЗОНЫ ОБЪЕКТА И ПОМЕЩЕНИЯ В ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОНАХ, ПРОВЕДЕНИЕ ТЕРРОРИСТИЧЕСКОГО АКТА В КОТОРЫХ БУДЕТ ОТВЕЧАТЬ ОСНОВНЫМ ЦЕЛЯМ ТЕРРОРА

Исходя из указанных в рекомендациях целей терроризма, можно выбрать помещения, представляющие интерес для террористов.

В зоне подземного пространства:

- в районе автостоянки в непосредственной близости от колонн каркаса здания;
- в районе автостоянки на первом подземном этаже в непосредственной близости от помещения трансформаторной подстанции и помещения насосных станций пожаротушения и водоснабжения.

В общественной зоне:

- торговый зал;
- складские помещения в непосредственной близости от колонн каркаса.

В жилой зоне:

- незадымляемые лестничные клетки;
- технические этажи (25 и 36 этажи).

3 АНАЛИЗ УГРОЗ ДЛЯ КАЖДОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЗОНЫ И ПОМЕЩЕНИЙ, НАХОДЯЩИХСЯ В ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОНАХ

При анализе угроз и оценке последствий их реализации в различных функциональных зонах следует учитывать:

- конструктивную схему здания;
- объемно-планировочную схему здания;
- характеристики материалов;
- конструкции;
- интенсивность воздействия.

3.1 Угрозы помещениям зоны подземного пространства

Террористическая атака Международного Торгового центра (WTC), проведенная 26 февраля 1993 г., показала высокую эффективность данного вида теракта с точки зрения террористов. В этот день в подземной стоянке WTC произошел взрыв грузовика, начиненного взрывчатым веществом. При взрыве в подземной автостоянке WTC в бетонных перекрытиях трех этажей образовалась сквозная пробоина диаметром около 60 м и начался сильный пожар. Основные узлы управления инженерными системами находились в подвальных помещениях и были уничтожены. Прекратили работу практически все инженерные системы небоскреба.

После террористического акта в течение 7 лет WTC потратило более 60 млн. долл. на модернизацию системы безопасности комплекса.

Такой террористический акт наиболее вероятен при ввозе заряда ВВ на автомобиле, и он может считаться состоявшимся в случае проезда автомобиля с ВВ на подземную автостоянку.

Конструктивные особенности рассматриваемого здания и планируемый уровень физической охраны зоны подземного пространства позволяют проведение теракта с использование заряда ВВ массой до 50 кг. Взрывное устройство может быть доставлено в зону подземного пространства на автомобиле. Взрыв может быть произведен с использованием взрывателя замедленного действия или радиоуправляемого взрывателя.

При взрыве в непосредственной близости от колонн каркаса произойдет выбивание бетона из колонны и нагрузка, воспринимаемая ранее бетоном колонны, будет воздействовать на арматуру. Возможна потеря несущей способности арматуры и последующая деформация элементов здания в месте взрыва. При взрыве образуется пробоина в перекрытиях автостоянки. Возможно возникновение пожара в подземной автостоянке и задымление здания. Потребуется эвакуация жильцов здания и посетителей торгового центра.

При взрыве на первом подземном этаже в непосредственной близости от помещения трансформаторной подстанции и помещения насосных пожаротушения и водоснабжения или втором подземном этаже в проекции помещений трансформаторной подстанции и насосных пожаротушения и водоснабжения дополнительно средства обеспечения жизнедеятельности могут быть разрушены. Это может привести к сильному задымлению здания и возникновению паники при эвакуации жильцов.

При проведении таких терактов потери среди жильцов здания, арендаторов и посетителей торгового центра будут невелики.

Функционирование здания будет невозможно на значительный период времени.

3.2 Угрозы помещениям общественной зоны

Конструктивные особенности здания и уровень физической охраны общественной зоны допускают возможность следующих терактов:

– взрыв заряда ВВ массой до 5 кг в торговом зале с целью массового поражения людей;

– таран здания автомобилем с ВВ массой 100…500 кг с целью массового поражения людей и разрушения элементов конструкции здания;

– взрыв заряда ВВ значительной массы в складском помещении торгового центра, находящегося в проекции здания, с целью массового поражения людей и разрушения несущих элементов каркаса здания.

При взрыве заряда ВВ массой до 5 кг в торговом зале произойдет массовое поражение людей, возникнет паника среди посетителей торгового центра. Потери людей могут составить до 50 человек. Помещения торгового центра получат незначительные разрушения.

В случае тарана здания автомобилем с ВВ массой 100…500 кг произойдет массовое поражение людей. Число погибших и пострадавших может составлять сотни человек. Помещения торгового центра и нижние этажи жилой зоны могут получить значительные повреждения.

При взрыве заряда ВВ в складском помещении торгового центра, находящегося в проекции здания, произойдет массовое поражение людей. Число погибших и пострадавших может составить десятки человек. Каркасная система здания может получить повреждения.

3.3 Угрозы помещениям жилой зоны

Учитывая, что вход в незадымляемые лестничные клетки не находится под наблюдением, создается возможность беспрепятственного сосредоточения в нем заряда ВВ большой мощности (аналогично взрывам на Каширском шоссе и ул. Гурьянова).

При таких конструктивных особенностях здания и уровне физической охраны жилой зоны существует вероятность следующих терактов:

– взрыв заряда ВВ массой до 500 кг внутри незадымляемых лестничных клеток на выходе из здания;

– разрушение колонн каркаса, проходящих через технический 25 этаж взрывом контактного заряда ВВ.

4 ОЦЕНКА ЗНАЧЕНИЯ УСЛОВНОЙ ВЕРОЯТНОСТИ СОВЕРШЕНИЯ ТЕРАКТА В ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОНАХ И ПОМЕЩЕНИЯХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОН

Распределение условной вероятности совершения теракта в функциональных зонах и помещениях функциональных зон показано на рисунках А.1 и А.2.

5 ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОГО УЩЕРБА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ УГРОЗ

В настоящем примере приведены расчеты размера ущерба при реализации террористической угрозы, которые носят оценочный (иллюстративный) характер и предназначены для понимания последовательности действий при использовании данной методики. При проведении исследований по реально проектируемому зданию экспертная группа должна принимать во внимание максимально возможное количество факторов, входящих в составные элементы показателей ущерба.

Рисунок А.1 – Распределение условной вероятности теракта по функциональным зонам высотного объекта

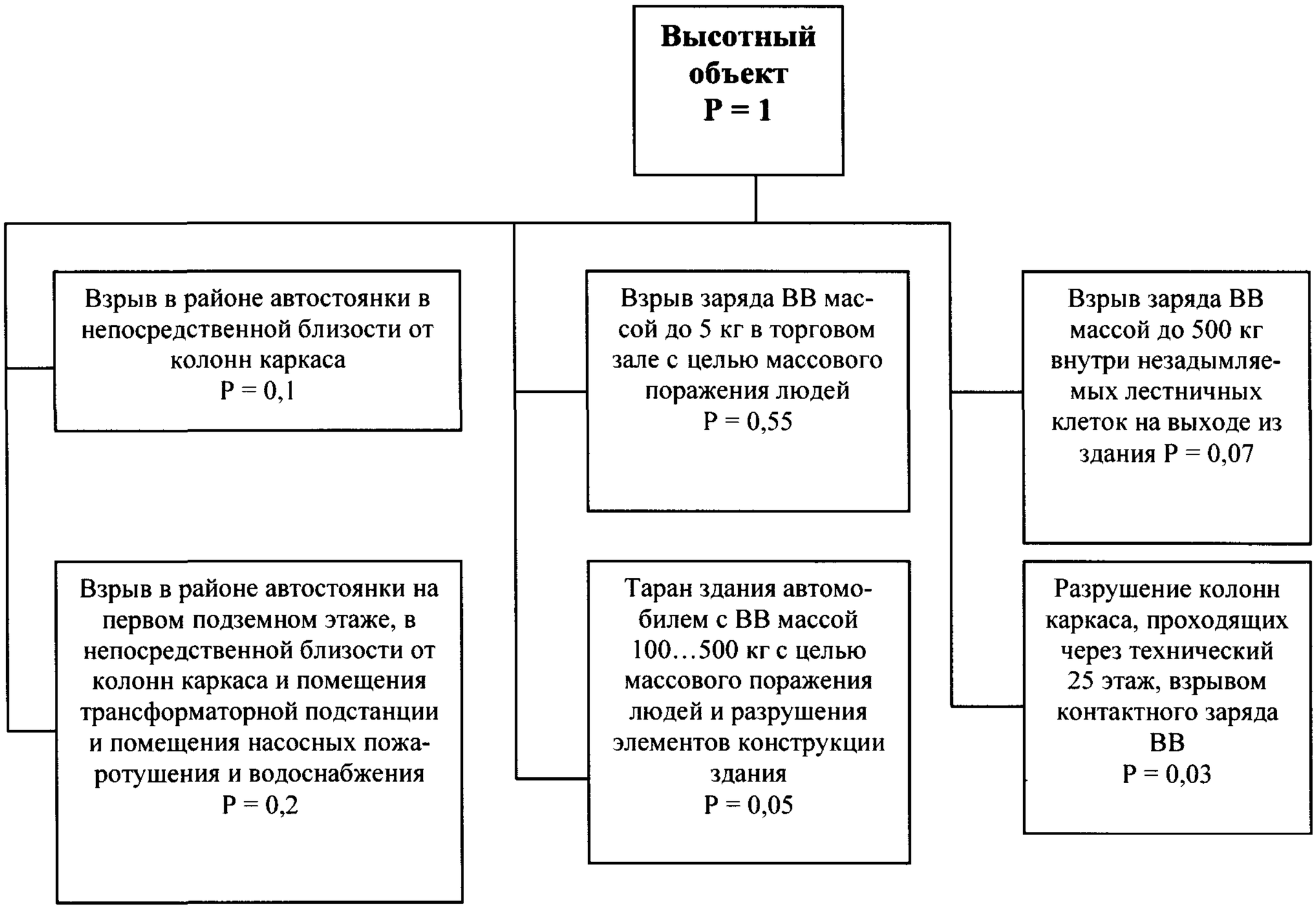


Рисунок А.2 - Распределение условной вероятности совершения теракта в помещениях функциональных зон

5.1 Детальный расчет ущерба реализации угроз

Ущерб от террористической акции, проведенной на высотном здании, определяется по формуле:

$$П_0 = П_{пп} + П_{лп} + П_{сэ} + П_к + П_{жп}, \qquad (А.1)$$

где $П_0$ - полный ущерб от террористической акции, руб.;

$П_{пп}$ - прямые потери собственников жилых помещений и арендаторов, руб.;

$П_{лп}$ - затраты на ликвидацию последствий теракта, руб.;

$П_{сэ}$ - социально-экономические потери (затраты, понесенные вследствие гибели и ранения людей), руб.;

$П_к$ - косвенный ущерб, руб.;

$П_{жп}$ – затраты, связанные с предоставлением собственникам общего имущества здания новых жилых помещений в случае перехода высотного жилого здания в аварийное состояние.

Расчеты по определению значения ущерба от террористической акции целесообразно проводить в безразмерном виде, приведенном к стоимости высотного объекта, $С_{во}$.

Принимаем стоимость 1 м^2 равной 75 тыс. руб. Общая площадь здания 40 тыс. м^2. В рассматриваемом случае стоимость высотного здания составит $С_{во}$ = 3 000 000 000 (3*10^9) руб.

Размер компенсационных выплат, связанных с трагической гибелью человека $С_ч$, принимаем в соответствии с декларацией Российского научного общества анализа риска «Об оценке стоимости среднестатистической жизни человека», в которой предлагается количественное значение стоимости жизни человека для современных условий России в пределах от 1,5 до 15 млн. рублей. Для рассматриваемого случая принимаем $С_ч$ = 8 100 000 руб (8,1*10^6 руб.)

В безразмерном виде $С_ч = 2,7*10^{-3}$ $С_{во.}$

5.2 Взрыв в районе автостоянки в непосредственной близости от колонн каркаса

При взрыве возможно разрушение несущих элементов конструкции, образование очага локального обрушения, деформация каркасной системы здания. Будут разрушены и загорятся рядом расположенные автомобили. Произойдет задымление здания, что может спровоцировать возникновение паники среди людей, находящихся в различных функциональных зонах здания. Возможна гибель нескольких человек. Основные разрушения и повреждения будут в пределах зоны подземного пространства.

Прямые потери собственников жилых помещений и арендаторов будут определяться потерей личного имущества. Допустим, что при взрыве будут уничтожены и повреждены 10 легковых автомобилей. Стоимость автомобиля 600 000 руб. Значение потерь составит 6 000 000 руб. Применительно к стоимости здания потери составят $2*10^{-3}$ $С_{во}$.

Затраты на ликвидацию последствий теракта Плп определяются по формуле:

$$П_{лп} = П_{лпоб} + П_{лпок}, \quad (А.2)$$

где $П_{лпоб}$ расходы, связанные с локализацией и ликвидацией последствий теракта непосредственно на объекте, подвергшемся террористической атаке, руб.;

- $П_{лпок}$ – расходы, связанные с локализацией и ликвидацией последствий теракта на окружающих объектах, поврежденных или разрушенных в результате теракта или мероприятий по ликвидации террористической группы, руб.

При ликвидации последствий террористического взрыва потребуется привлечение сил МЧС для тушения пожара, сил МВД для обеспечения порядка в районе теракта и охраны имущества граждан, находящегося в высотном здании. Потребуется ремонт колонн, перекрытия помещений зоны подземного пространства и проведение других работ.

Повреждения здания будут локализованы внутри зоны подземного пространства. Повреждения близлежащих объектов маловероятны.

Затраты на ликвидацию последствий теракта могут составить $1*10^{-3}$ $С_{во}$.

Социально-экономические потери при взрыве и последующем пожаре будут определяться гибелью и ранением людей.

Значение косвенного ущерба будет зависеть от множества факторов, которые должна оценить экспертная группа. Существенное влияние на величину косвенного ущерба окажут социально-экономические потери и прямые потери собственников жилых помещений и арендаторов. В настоящем примере принято значение косвенного ущерба в размере $2*10^{-3}$ $С_{во}$.

Вид и значение ущерба представлены в таблице А.1.

Таблица А.1 – Вид и значение ущерба

Вид ущерба	**Значение ущерба**
Прямые потери собственников жилых помещений и арендаторов	$2*10^{-3}$ $С_{во}$
Затраты на ликвидацию последствий теракта	$1*10^{-3}$ $С_{во}$
Социально-экономические потери	$1,1*10^{-2}$ $С_{во}$
Косвенный ущерб	$2*10^{-3}$ $С_{во}$
Затраты, связанные с предоставлением собственникам общего имущества новых жилых помещений в случае перехода высотного жилого здания в аварийное состояние	
Полный ущерб от террористической акции	$1,5*10^{-2}$ $С_{во}$

5.3 Взрыв в районе автостоянки на первом подземном этаже в непосредственной близости от колонн каркаса и помещения трансформаторной подстанции и помещения насосных пожаротушения и водоснабжения.

Возможно разрушение несущих элементов конструкции, образование очага локального обрушения, деформация каркасной системы здания. Будут разрушены и загорятся рядом расположенные автомобили. Возможно повреждение систем жизнеобеспечения здания. Произойдет задымление здания, что может провоцировать панику среди людей, находящихся в надземной части здания. Возможна гибель нескольких человек. В таблице А.2 представлены вид и значение ущерба.

Таблица А.2 – Вид и значение ущерба

Вид ущерба	Значение ущерба
Прямые потери собственников жилых помещений и арендаторов	$8*10^{-4}$ $C_{во}$
Затраты на ликвидацию последствий теракта	$4*10^{-3}$ $C_{во}$
Социально-экономические потери	$1,1*10^{-2}$ $C_{во}$
Косвенный ущерб	$3*10^{-3}$ $C_{во}$
Затраты, связанные с предоставлением собственникам общего имущества новых жилых помещений в случае перехода высотного жилого здания в аварийное состояние	---------
Полный ущерб от террористической акции	$1,9*10^{-2}$ $C_{во}$

5.4 Взрыв заряда ВВ массой до 5 кг в торговом зале с целью массового поражения людей

Возможно разрушение ограждающих элементов конструкции и остекления, возникновение паники среди людей, находящихся в общественной зоне здания, и гибель нескольких десятков человек (принимаем 20 чел.).

В таблице А.3 представлены вид и значение ущерба.

Таблица А.3 – Вид и значение ущерба

Вид ущерба	Значение ущерба
Прямые потери собственников жилых помещений и арендаторов	$2*10^{-5}$ $C_{во}$
Затраты на ликвидацию последствий теракта	$1*10^{-4}$ $C_{во}$
Социально-экономические потери	$5,4*10^{-2}$ $C_{во}$
Косвенный ущерб	$8*10^{-3}$ $C_{во}$
Затраты, связанные с предоставлением собственникам общего имущества новых жилых помещений в случае перехода высотного жилого здания в аварийное состояние	---------
Полный ущерб от террористической акции	$6,2*10^{-2}$ $C_{во}$

5.5 Таран здания автомобилем с ВВ массой 100…500 кг с целью массового поражения людей и разрушения элементов конструкции здания.

Разрушение ограждающих элементов конструкции и остекления, а также остекления зданий, расположенных на расстоянии до 100 м от места взрыва. Возможно повреждение несущих конструкций здания, возникновение паники среди людей, находящихся в здании. Возможна гибель нескольких десятков человек (принимаем 30 чел.). В таблице А.4 представлены вид и значение ущерба.

Таблица А.4 – Вид и значение ущерба

Вид ущерба	Значение ущерба
Прямые потери собственников жилых помещений и арендаторов	$3*10^{-4}$ $C_{во}$
Затраты на ликвидацию последствий теракта	$8*10^{-4}$ $C_{во}$
Социально-экономические потери	$8,1*10^{-2}$ $C_{во}$
Косвенный ущерб	$9*10^{-3}$ $C_{во}$
Затраты, связанные с предоставлением собственникам общего имущества новых жилых помещений в случае перехода высотного жилого здания в аварийное состояние	---------
Полный ущерб от террористической акции	$9*10^{-2}$ $C_{во}$

5.6 Взрыв заряда ВВ массой до 500 кг внутри незадымляемых лестничных клеток на выходе из здания.

Разрушение ограждающих элементов конструкции и остекления, а также остекления зданий, расположенных на расстоянии до 100 м от места взрыва. Возможно повреждение несущих конструкций здания и возникновение паники среди людей, находящихся в здании. Возможна гибель нескольких десятков человек (принимаем 20 чел.). В таблице А.5 представлены вид и значение ущерба.

Таблица А.5 – Вид и значение ущерба

Вид ущерба	**Значение ущерба**
Прямые потери собственников жилых помещений и арендаторов	$5*10^{-4}$ $C_{во}$
Затраты на ликвидацию последствий теракта	$9*10^{-4}$ $C_{во}$
Социально-экономические потери	$5,4*10^{-2}$ $C_{во}$
Косвенный ущерб	$9*10^{-3}$ $C_{во}$
Затраты, связанные с предоставлением собственникам общего имущества новых жилых помещений в случае перехода высотного жилого здания в аварийное состояние	
Полный ущерб от террористической акции	$6,31*10^{-2}$ $C_{во}$

5.7 Разрушение взрывом контактного заряда ВВ колонн каркаса, проходящих через технический 25 этаж

Разрушение ограждающих элементов конструкции и остекления, а также остекления зданий, расположенных на расстоянии до 100 м от места взрыва. Возможно повреждение несущих конструкций здания и локальное или прогрессирующее обрушение здания. Возможна паника среди людей, находящихся в здании, и гибель нескольких десятков человек (принимаем 30 чел.). В таблице А.6 представлены вид и значение ущерба.

Таблица А.6 – Вид и значение ущерба

Вид ущерба	**Значение ущерба**
Прямые потери собственников жилых помещений и арендаторов	$0,5C_{во}$
Затраты на ликвидацию последствий теракта	$3*10^{-4}$ $C_{во}$
Социально-экономические потери	$8,1*10^{-2}$ $C_{во}$
Косвенный ущерб	$5*10^{-2}$ $C_{во}$
Затраты, связанные с предоставлением собственникам общего имущества новых жилых помещений в случае перехода высотного жилого здания в аварийное состояние	$0,5C_{во}$
Полный ущерб от террористической акции	1,13 $C_{во}$

6 ОБОБЩЕНИЕ ОЦЕНОК РИСКОВ И РАНЖИРОВАНИЕ ПОМЕЩЕНИЙ ПО СТЕПЕНИ РИСКА РЕАЛИЗАЦИИ УГРОЗ

Оценка риска реализации угроз представлена в таблице А.7.

Ранжирование помещений высотного объекта по риску совершения теракта показано в таблице А.8.

Расчеты, проведенные по предлагаемой методике, показывают, что основные усилия по обеспечению антитеррористической защищенности торгового центра следует сосредоточить на защите торгового зала и технического 25 этажа.

Таблица А.7 – Значение риска террористического акта

Функциональная зона	Помещение	Условная вероятность	Ущерб	Риск
Зона подземного пространства	Район автостоянки в непосредственной близости от колонн каркаса	0,1	$1,5*10^{-2}$ $C_{во}$	$1,5*10^{-3}$ $C_{во}$
	Район автостоянки на первом подземном этаже, в непосредственной близости от колонн каркаса, помещения трансформаторной подстанции и помещения насосных пожаротушения и водоснабжения	0,2	$1,9*10^{-2}$ $C_{во}$	$3,7*10^{-3}$ $C_{во}$
Общественная зона	Взрыв заряда ВВ массой до 5 кг в торговом зале с целью массового поражения людей	0,55	$6,2*10^{-2}$ $C_{во}$	$3,4*10^{-2}$ $C_{во}$
	Таран здания автомобилем с ВВ массой 100…500 кг с целью массового поражения людей и разрушения элементов конструкции здания	0,05	$9*10^{-2}$ $C_{во}$	$4,5*10^{-3}$ $C_{во}$
Жилая зона	Взрыв заряда ВВ массой до 500 кг внутри незадымляемых лестничных клеток на выходе из здания	0,07	$6,31*10^{-2}$ $C_{во}$	$4,4*10^{-3}$ $C_{во}$
	Разрушение колонн каркаса, проходящих через технический 25 этаж, взрывом контактного заряда ВВ	P = 0,03	1,13 $C_{во}$	$3,4*10^{-2}$ $C_{во}$

Таблица А.8 – Ранжирование помещений высотного объекта по риску совершения теракта

Помещение	Степень риска
Технический 25 этаж	$3,4*10^{-2}$ $C_{во}$
Торговый зал торгового центра	$3,4*10^{-2}$ $C_{во}$
Таран здания автомобилем	$4,5*10^{-3}$ $C_{во}$
Выход из незадымляемых лестничных клеток	$4,4*10^{-3}$ $C_{во}$
Район автостоянки на первом подземном этаже в непосредственной близости от колонн каркаса, помещения трансформаторной подстанции и помещения насосных пожаротушения и водоснабжения	$3,7*10^{-3}$ $C_{во}$
Район автостоянки в непосредственной близости от колонн каркаса	$1,5*10^{-3}$ $C_{во}$

7 ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДЛАГАЕМЫХ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ АНТИТЕРРОРИСТИЧЕСКОЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ ВЫСОТНОГО ОБЪЕКТА

Внедрение предлагаемых проектных решений (систем контроля допуска, охранной и тревожной сигнализации, видеонаблюдения, переход на охрану высотного объекта силами ЧОП и т.д.) повысит безопасность высотного объекта. Эксперты оценивают значение частных показателей и повышение безопасности в целом. Показатель снижения условной вероятности теракта в рассматриваемых помещениях и соответственно риска теракта определяются по нижеследующей формуле.

$$\frac{R_{АТЗ}}{R} = 1 - \left([(1-P_{отказа})*(1-P_{проникн})*(1-P_{сб}.)\right) \quad (А.3)$$

Результаты мероприятий по повышению безопасности высотного объекта за счет внедрения технических средств и изменения режима охраны представлены в таблице А.9.

Таблица А.9 – Результаты расчета эффективности предлагаемых решений по обеспечению безопасности высотного объекта (расчеты приведены для двух помещений)

Функциональная зона	**Помещение функциональной зоны**	**Значение вероятности**			**Значение $R_{АТЗ}/R$**
		$P_{отказа}$	$P_{проникн}$	$P_{сб}$	
Подземное пространство	Район автостоянки в непосредственной близости от колонн каркаса	0,9	0,8	0,9	$1,4*10^{-3}$
Общественная зона	Взрыв в торговом зале	0,1	0,2	0,3	$1,7*10^{-2}$

Учитывая, что стоимость высотного объекта составляет $С_{во} = 3*10^9$ руб., проведем расчет снижения ущерба в случае реализации теракта в помещениях.

Таблица А.10 – Результаты расчета снижения ущерба в случае реализации теракта в помещениях высотного объекта (расчеты приведены для двух помещений)

Функциональная зона	**Помещение**	**Значение R**	**Значение $R_{АТЗ}$**	**ΔR**	**ΔR, руб**
Зона подземного пространства	Район автостоянки в непосредственной близости от колонн каркаса	$1,5*10^{-3}$ $С_{во}$	$2,1*10^{-6}$ $С_{во}$	$1,49*10^{-3}$ $С_{во}$	$4,47*10^6$
Общественная зона	Взрыв заряда ВВ массой 3..5 кг в торговом зале с целью массового поражения людей	$3,4*10^{-2}$ $С_{во}$	$1,7*10^{-2}$ $С_{во}$	$1,7*10^{-2}$ $С_{во}$	$5,1*10^7$

Результаты расчета показывают, что реализация предлагаемых решений по повышению безопасности высотного объекта снизит возможный ущерб с 4,47 до 51,0 мл. рублей

Сопоставив значение ΔR с возможными затратами на приобретение, эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт технических средств, а также с затратами на содержание личного состава подразделения охраны инвестор (собственник высотного объекта) сможет изменить уровень риска и установить приемлемый риск реализации угроз.

Кроме того, на этапе проектирования, реконструкции высотного здания возможно значительное снижение значения риска террористических угроз пассивными методами:

– проектными и конструкторскими решениями;

– мероприятиями против прогрессирующего обрушения и т.п.

В соответствии с назначенным инвестором (собственником высотного объекта) уровнем приемлемого риска реализации угроз уточняется состав технических средств обеспечения безопасности и сил охраны.

Результаты расчета могут быть исходными данными для работы инвестора (собственника высотного объекта) со страховыми компаниями.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Пример анализа, оценки рисков и зонирования высотных и уникальных объектов с укрупненным расчетом ущерба

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ В РАСЧЕТ УСЛОВНОЙ ВЕРОЯТНОСТИ

В соответствии с Приложением А.

2 ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОГО УЩЕРБА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ УГРОЗ

Оценка осуществляется экспертной группой по пятибалльной системе.

Переход от качественных оценок к количественным оценкам выполняется в соответствии с таблицей Б.1.

Таблица Б.1 – Переход от качественных к количественным оценкам

Качественная оценка	**Баллы**
Очень малый ущерб	1
Малый ущерб	2
Средний ущерб	3
Высокий ущерб	4
Очень высокий ущерб	5

При оценке ущерба эксперты заполняют таблицу Б.2.

Таблица Б.2 – Оценочная таблица

Показатель	**Коэффициент весомости**	**Экспертная оценка**	**Экспертная оценка с учетом коэффициента весомости**
Прямые потери собственников жилых помещений и арендаторов			
Затраты на ликвидацию последствий теракта			
Социально-экономические потери			
Косвенный ущерб			
Затраты, связанные с предоставлением собственникам новых жилых помещений в случае перехода здания в аварийное состояние			
Полный ущерб от террористической акции			

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ УЩЕРБА

Расчеты приведены для двух помещений объекта.

Взрыв в районе автостоянки в непосредственной близости от колонн каркаса.

Таблица Б.3 – Оценочная таблица

Показатель	Коэффициент весомости	Экспертная оценка	Экспертная оценка с учетом коэффициента весомости
Прямые потери собственников жилых помещений и арендаторов	1	2	2
Затраты на ликвидацию последствий теракта	1	4	4
Социально-экономические потери	3	2	6
Косвенный ущерб	2	1	2
Затраты, связанные с предоставлением собственникам новых жилых помещений в случае перехода здания в аварийное состояние	0		
Полный ущерб от террористической акции, балл			14

Взрыв заряда ВВ массой до 5 кг в торговом зале с целью массового поражения людей.

Таблица Б.4 – Оценочная таблица

Показатель	Коэффициент весомости	Экспертная оценка	Экспертная оценка с учетом коэффициента весомости
Прямые потери собственников жилых помещений и арендаторов	1	1	1
Затраты на ликвидацию последствий теракта	1	1	1
Социально-экономические потери	3	5	15
Косвенный ущерб	2	4	8
Затраты, связанные с предоставлением собственникам новых жилых помещений в случае перехода здания в аварийное состояние	0	0	
Полный ущерб от террористической акции, балл			25

В результате расчета ущерба по укрупненной методике составляется рейтинг опасности функциональных зон (помещений) и определяются уязвимые помещения в отношении угроз.

На основании исследований разрабатываются рекомендации по повышению безопасности функциональных зон (помещений) объекта.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Примеры использования методов математического и компьютерного моделирования для оценки ущерба и выработки рекомендаций по антитеррористической защите высотных и уникальных объектов

Для оценки размеров зоны действия угрозы при ее реализации разрабатывается математическая модель объекта для выполнения инженерных расчетов методами математического моделирования.

В зависимости от анализируемых вероятных действий нарушителя (сценариев проведения террористического акта) выполняются следующие расчеты:

- на прочность;
- на взрывоустойчивость;
- на сейсмические и динамические воздействия;
- на огнестойкость.

Могут быть использованы взаимосвязанные расчеты (например, расчет на взрывоустойчивость с последующим расчетом на огнестойкость).

В Приложении В приведены примеры моделирования наиболее вероятных угроз при проведении террористического акта - воздействие взрыва заряда взрывчатого вещества на несущие конструкции, а также проверки конструктивных решений по антитеррористической защищенности объекта. Примеры иллюстрируют общий подход и возможность проведения подобных расчетов.

Приведены следующие примеры:

1 Моделирование разрушения колонны подземной части многоэтажного комплекса в результате взрыва заряда взрывчатого вещества;

2 Моделирование защиты колонны с помощью стального экрана подземного этажа многоэтажного комплекса от воздействия взрыва 50 кг тротила;

3 Моделирование взрыва заряда взрывчатого вещества вблизи стены, ограждающей системы жизнеобеспечения объекта.

1 ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ КОЛОННЫ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ МНОГОЭТАЖНОГО КОМПЛЕКСА В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЗРЫВА ЗАРЯДА ВЗРЫВЧАТОГО ВЕЩЕСТВА

1.1 Постановка задачи

Колонна подземного этажа многоэтажного рамного каркаса круглого сечения диаметром 500 мм; бетон класса В40 (Eb= 36·103 МПа, Rb = 22 МПа); продольная арматура класса А500 (Rs = 435 МПа, Rsc = 400 МПа), площадь сечения As = A's =5000 мм^2 (8∅28); поперечная арматура класса А500 250s16d; продольные силы и изгибающие моменты в верхнем сечении от постоянных и длительных нагрузок Nv = 3000 кН, Mv = 50 кНм; высота этажа = 3,5 м; нижнее сечение колонны жестко закреплено. Геометрические и сеточные модели колонны и арматуры показаны на рисунке В.1.

Заряд тротила массой 50 кг подрывается на расстоянии 1м от колонны (рисунок В.2). Высота расположения заряда над нижним перекрытием этажа 0,5м. Образовавшиеся в результате взрыва продукты детонации и воздушная ударная волна воздействуют на колонну, вызывая ее локальное повреждение. В последующем потеря несущей способности участком колонны может вызвать развитие разрушения сначала самой колонны под действием нагрузки от верхних этажей, а затем и верхних этажей здания.

Цель расчета: моделирование возможного сценария развития последствий взрыва.

Рисунок В.1 - Геометрические и сеточные модели колонны и арматуры
(часть колонны не показана)

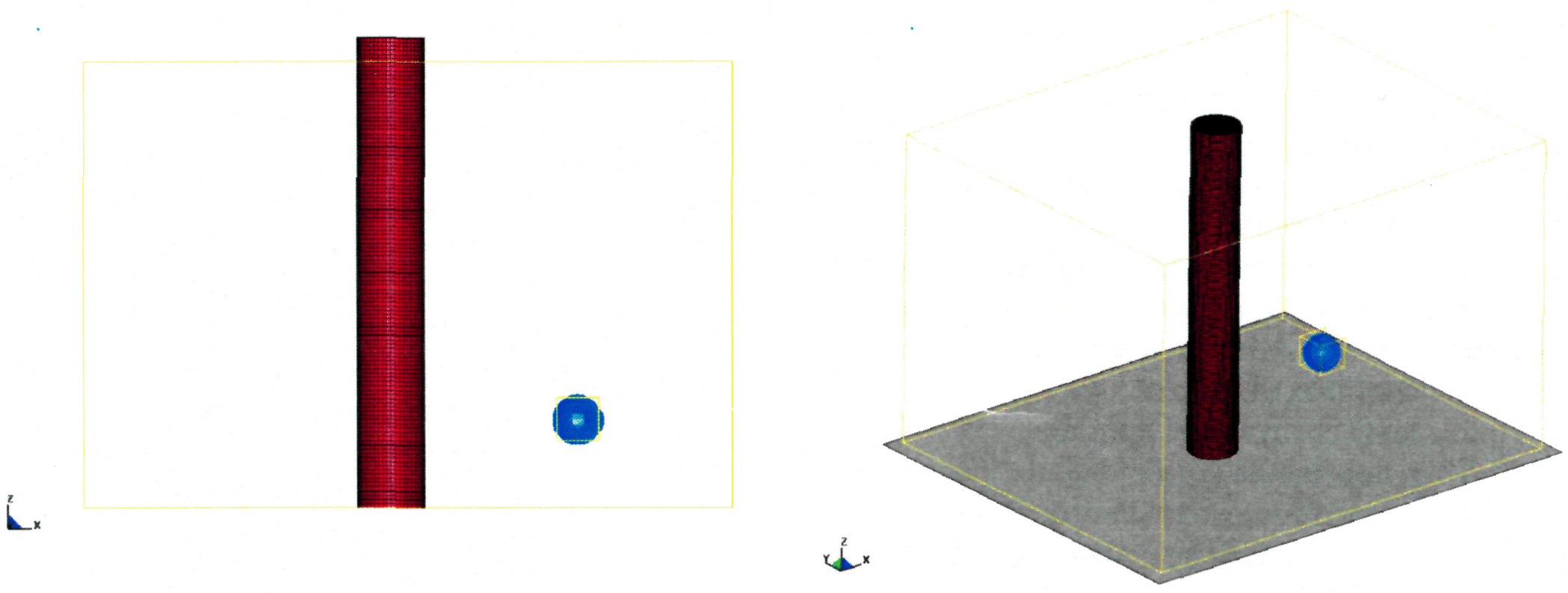


Рисунок В.2 - Геометрические модели расчетных областей

1.2 Метод моделирования

Взрыв моделировали численным решением нестационарных уравнений газовой динамики в многокомпонентной постановке с использованием произвольного лагранжево-эйлерова метода (ALE). Рассматривалась полная трехмерная модель с наложением соответствующих граничных условий не протекания на нижнем и верхнем перекрытиях этажа. На внешних границах расчетной области задавалось условие не отражения. Детонация заряда тротила начальной плотности 1.63 г/см^3, с давлением в точке Чемпмена-Жуге 21 ГПа, скоростью детонации 6.93 км/с считалась мгновенной. Сжимаемость продуктов детонации описывалось уравнением состояния Джонсона-Уилсона-Ли (JWL). Воздух рассматривался как идеальный газ с начальными параметрами, соответствующими нормальным условиям. Колонна моделировалась объемными конечными элементами с упругопластическим поведением материала. Между элементами колонны и газом задавалось условие контакта.

1.3 Результаты моделирования

Моделирование проведено последовательно в три этапа. На первом этапе расчета методом динамической релаксации было получено начальное напряженно-деформированное состояние колонны, соответствующее заданным значениям действующих нагрузок. На рисунке В.3 показано начальное распределение осевых напряжений в колонне перед взрывом. На втором этапе рассчитывали нестационарную газодинамику взрыва 50 кг тротила и напряженно-деформированное состояние (НДС) колонны. Динамику НДС колонны при прохождении ударной волны рассчитывали в нелинейной постановке с учетом необратимых деформаций и разрушения бетона и арматуры. На рисунке В.4 показаны моменты обтекания колонны ударной волной. На рисунке В.5 показано поле давлений в сечении, проходящем на высоте 600 мм от нижнего перекрытия. На рисунке В.6 показано распределение относительных концентраций продуктов детонации и воздуха для того же сечения и момента времени. На рисунке В.7 показана динамика накопления поврежденности бетона при воздействии взрывной волны на колонну. По результатам расчета время воздействия составило 2.8 мс. На третьем этапе рассчитывали разрушение колонны, поврежденной взрывом, под воздействием постоянных и временных нагрузок, действующих на колонну со стороны верхних этажей. На рисунках В.8 и В.9 показана динамика разрушения колонны. Время полного разрушения колонны после взрыва по результатам расчета составило ~100 мс.

В случае если перекрытия верхних этажей запроектированы с достаточным запасом прочности, полного разрушения колонны, как показано на рисунках В.8 и В.9, не произойдет, а произойдет зависание разрушенной колонны и всех вышерасположенных колонн на арматуре перекрытий. В расчете арматура вышележащих перекрытий 30 этажей была сведена к одному эквивалентному по сечению плоскому слою. Приведенная толщина пластины из арматурной стали составила 30 мм. Динамика разрушения колонны для аналогичного заряда взрывчатого вещества с учетом прочности перекрытий вышележащих этажей показана на рисунке В.10.

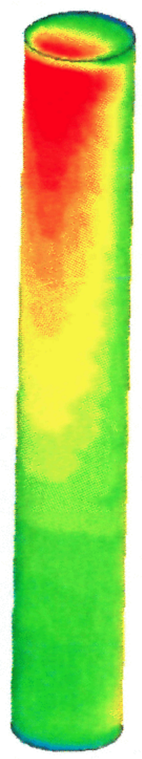
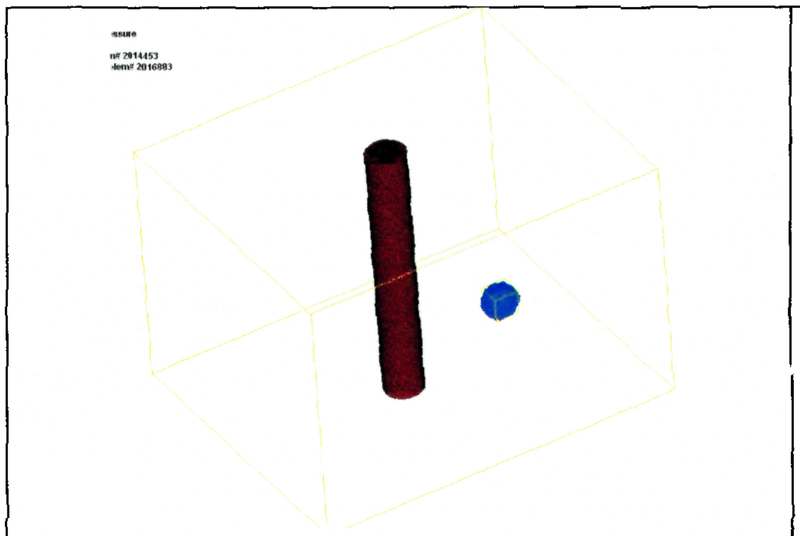
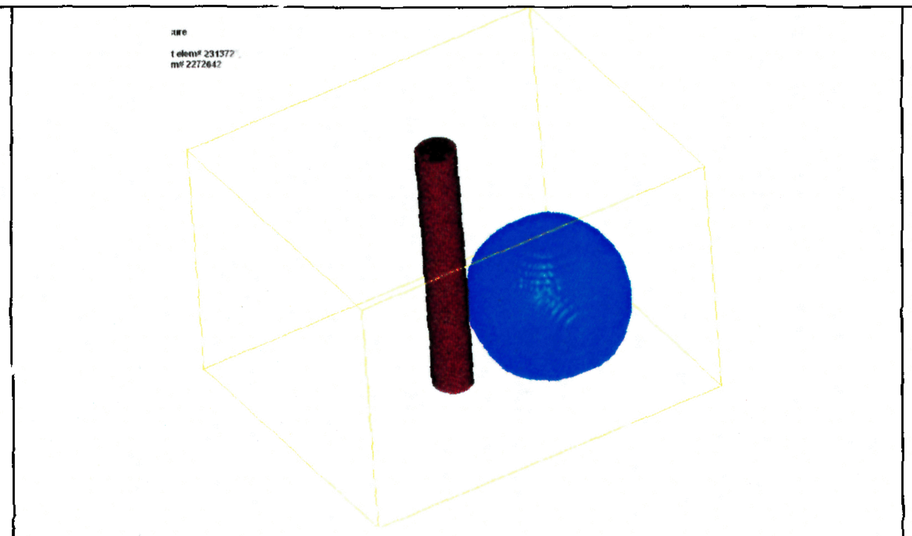


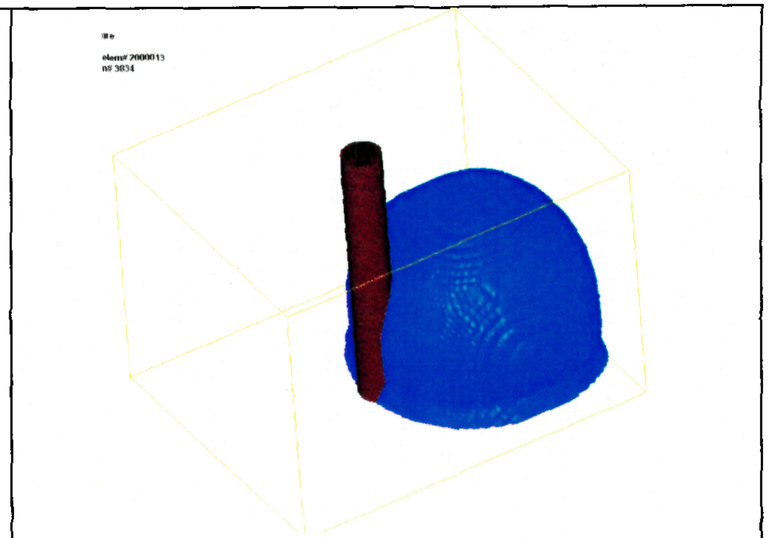
Рисунок В.3 - Начальное НДС колонны. Поле осевых напряжений



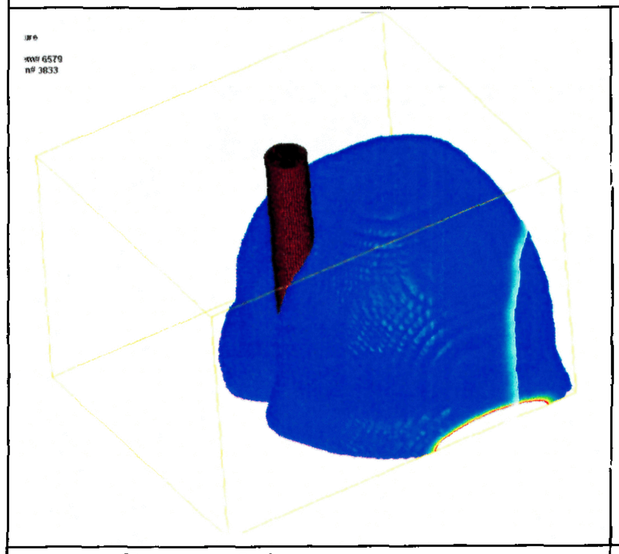
Время – 0.0 мс после взрыва



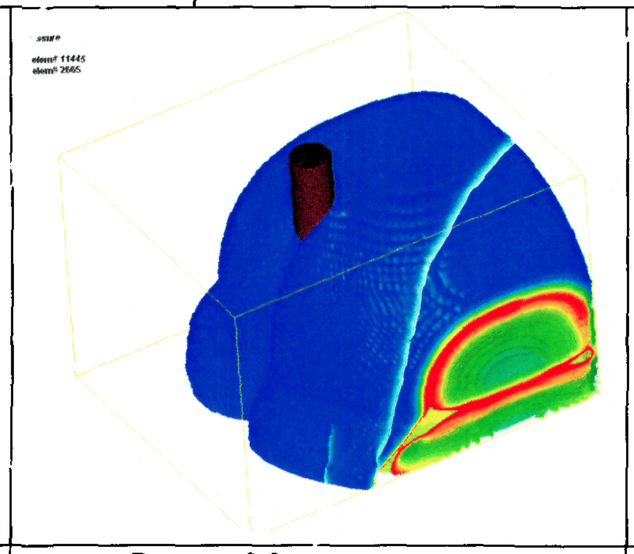
Время – 0.2 мс после взрыва



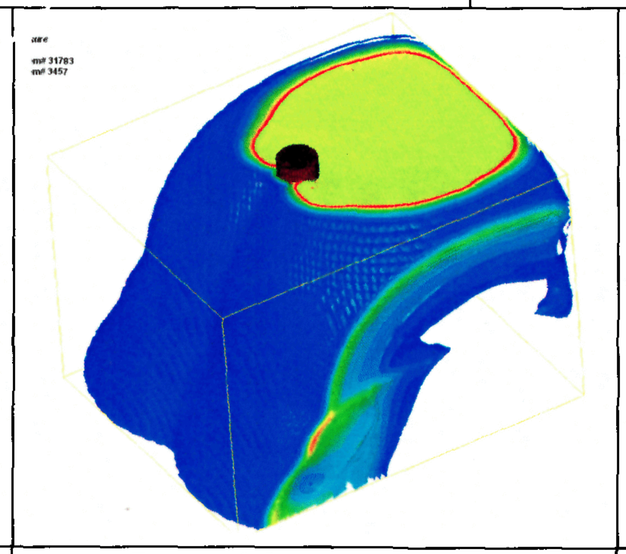
Время – 0.4 мс после взрыва



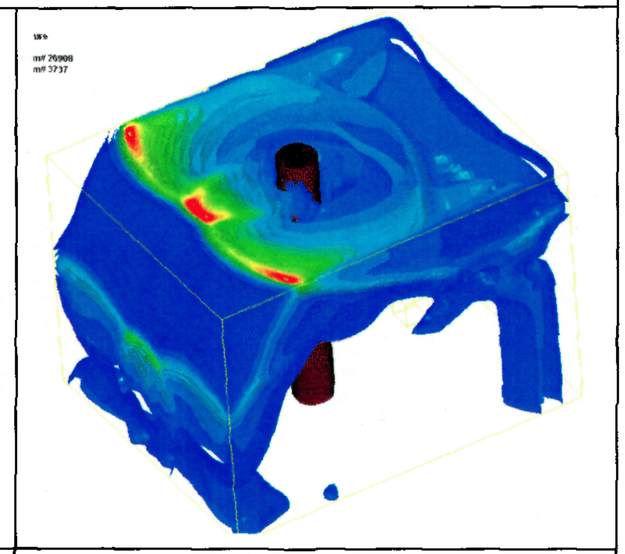
Время – 0.6 мс после взрыва



Время – 0.9 мс после взрыва



Время –1.5 мс после взрыва



Время – 2.6 мс после взрыва

Рисунок В.4 - Обтекание колонны ударной волной

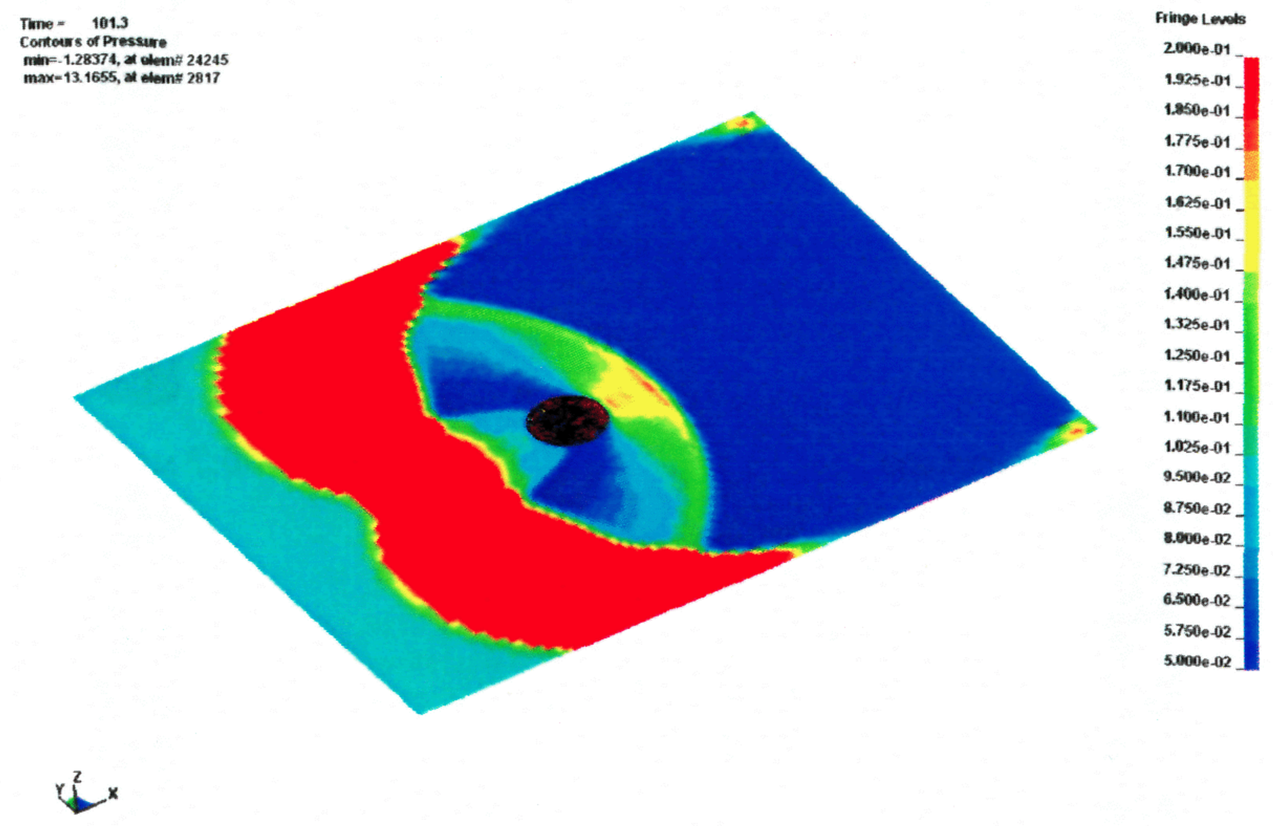


Рисунок В.5 - Распределение давлений в сечении на высоте 600мм в момент времени 1.3 мс после взрыва

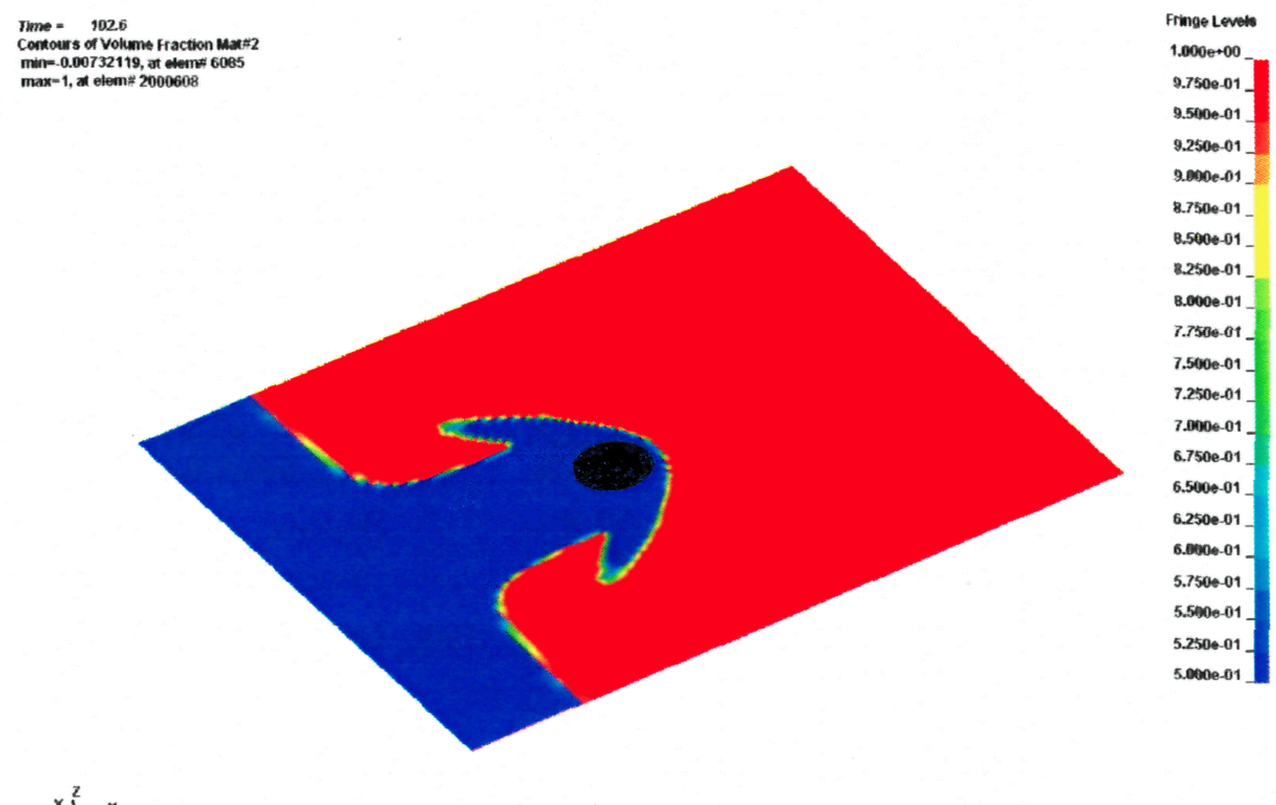
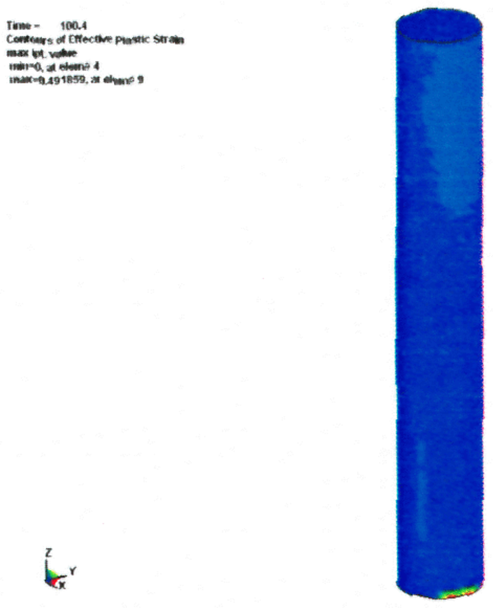
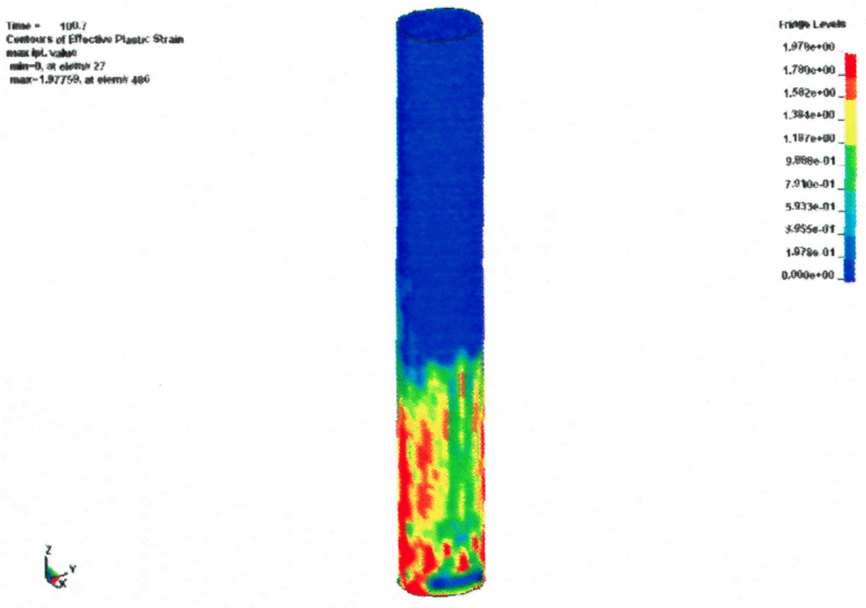


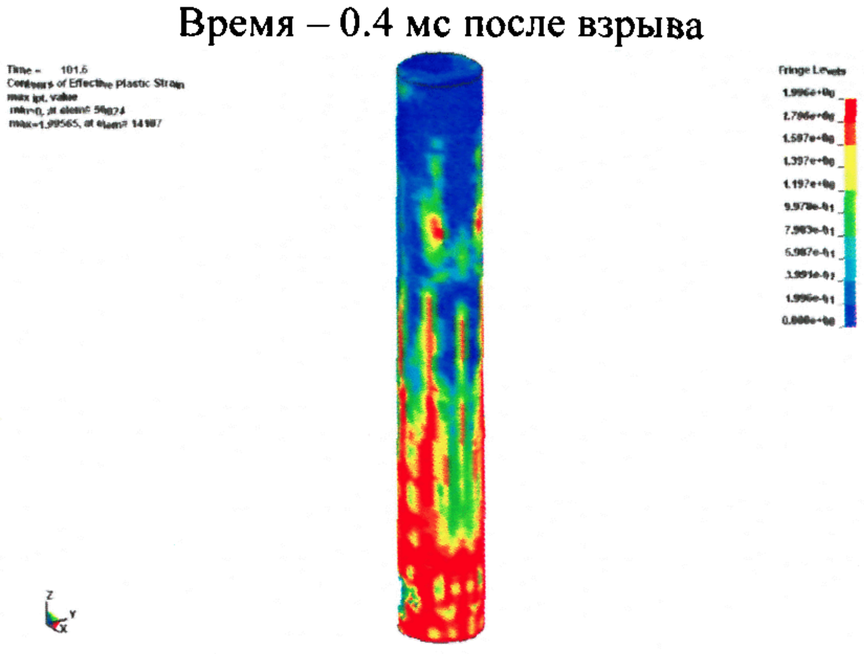
Рисунок В.6 - Обтекание колонны продуктами детонации.
Сечение на высоте 600 мм. Поле относительных объемных концентраций в момент времени 1.3 мс после взрыва



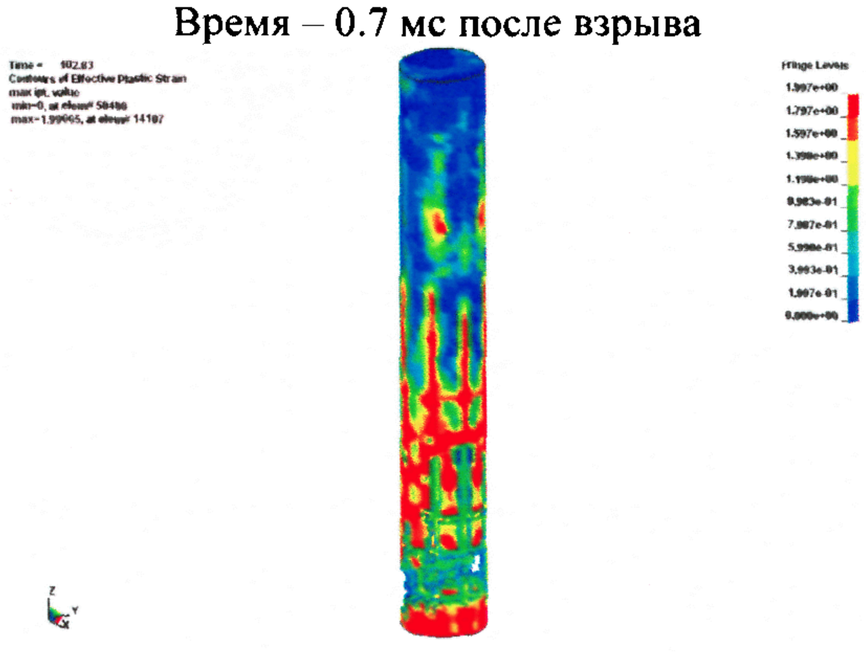
Время – 0.4 мс после взрыва



Время – 0.7 мс после взрыва



Время – 1.6 мс после взрыва

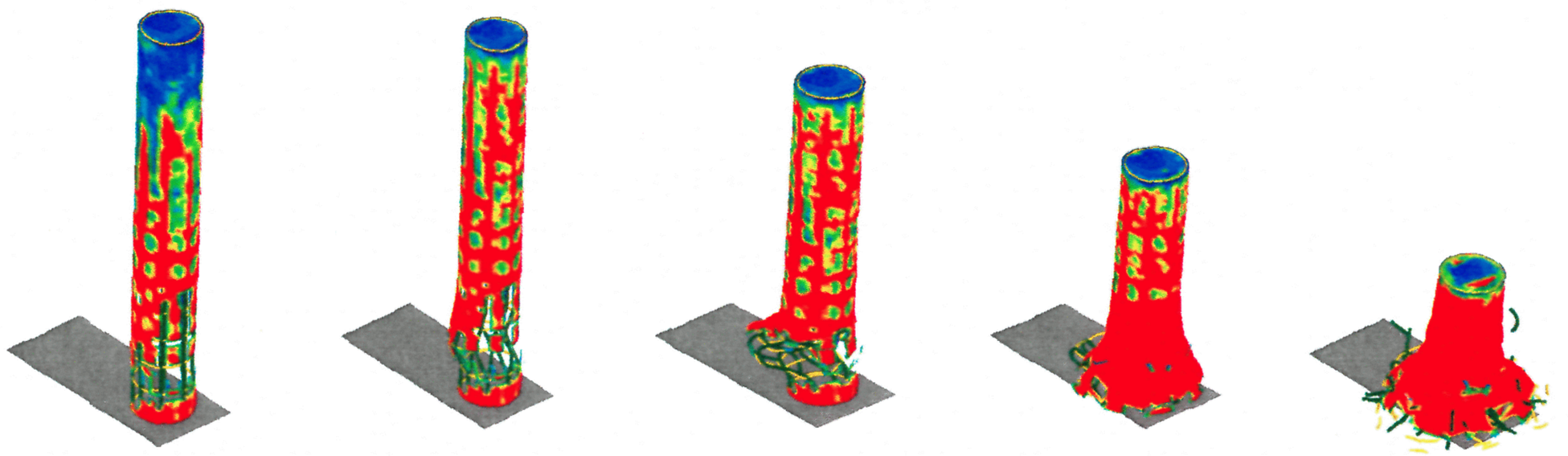


Время – 2.8 мс после взрыва

Рисунок В.7 - Накопление повреждённости в бетоне при взрыве

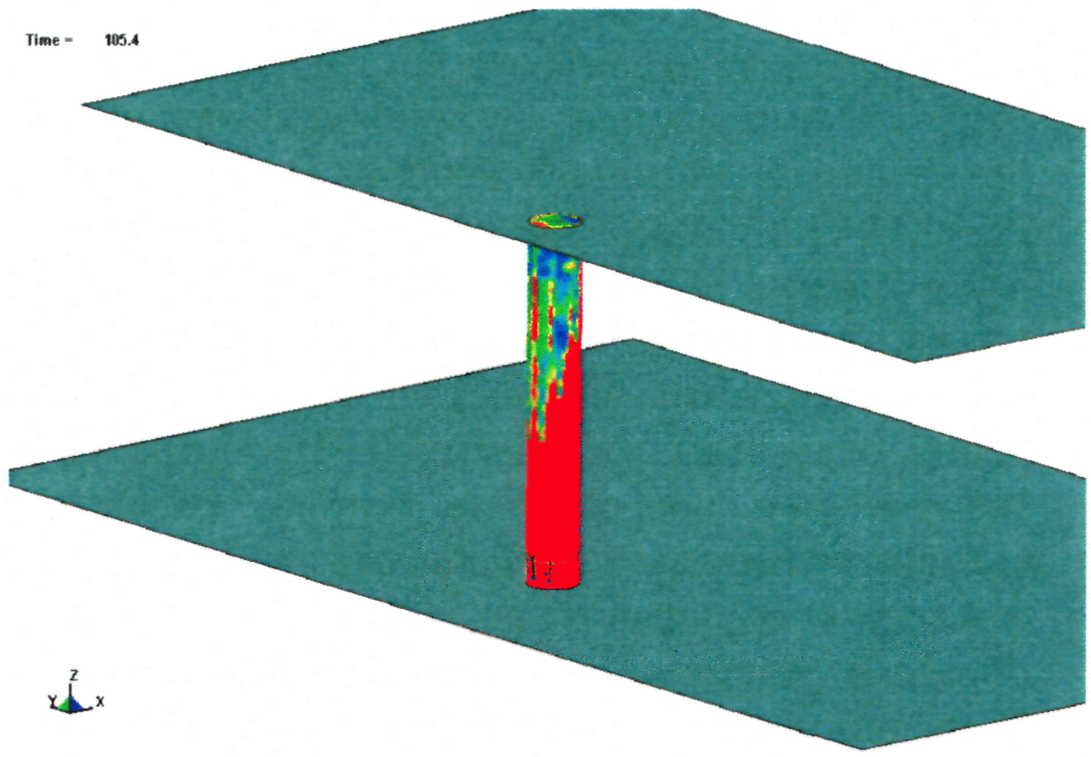
Время – 4.8 мс после взрыва | Время – 16.8 мс после взрыва | Время – 32.8 мс после взрыва | Время – 50.8 мс после взрыва | Время – 70.8 мс после взрыва

Рисунок В.8 - Разрушение колонны после взрыва

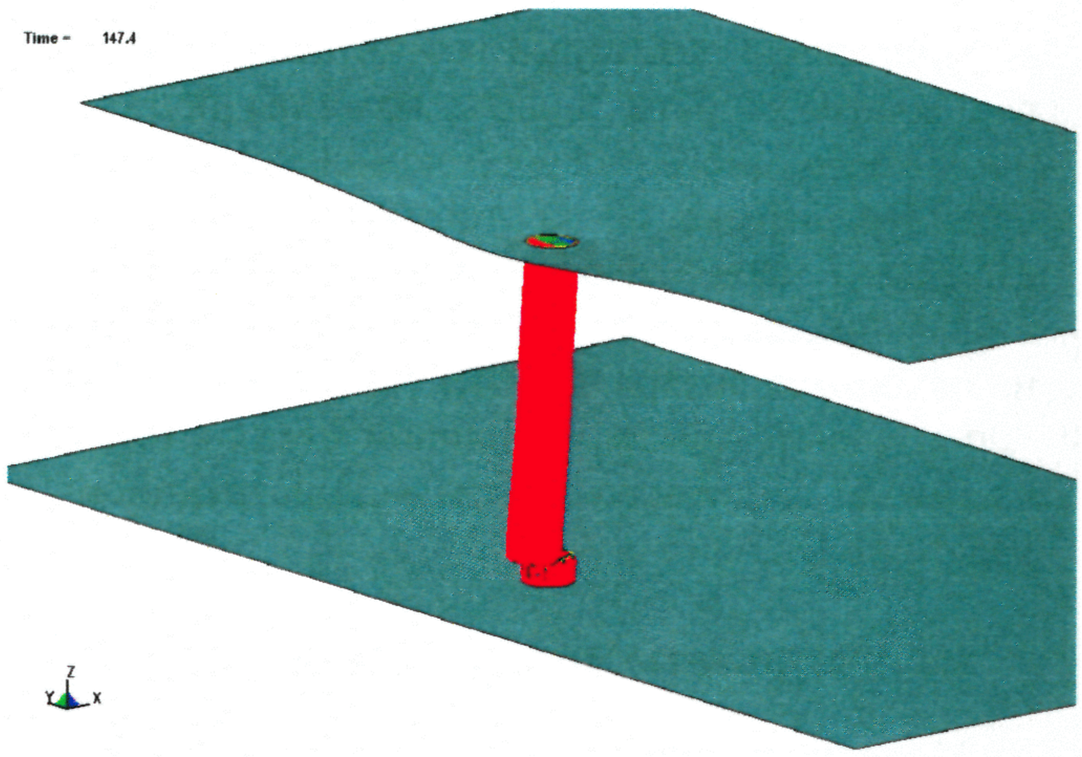


Время – 4.8 мс после взрыва | Время – 16.8 мс после взрыва | Время – 32.8 мс после взрыва | Время – 50.8 мс после взрыва | Время – 70.8 мс после взрыва

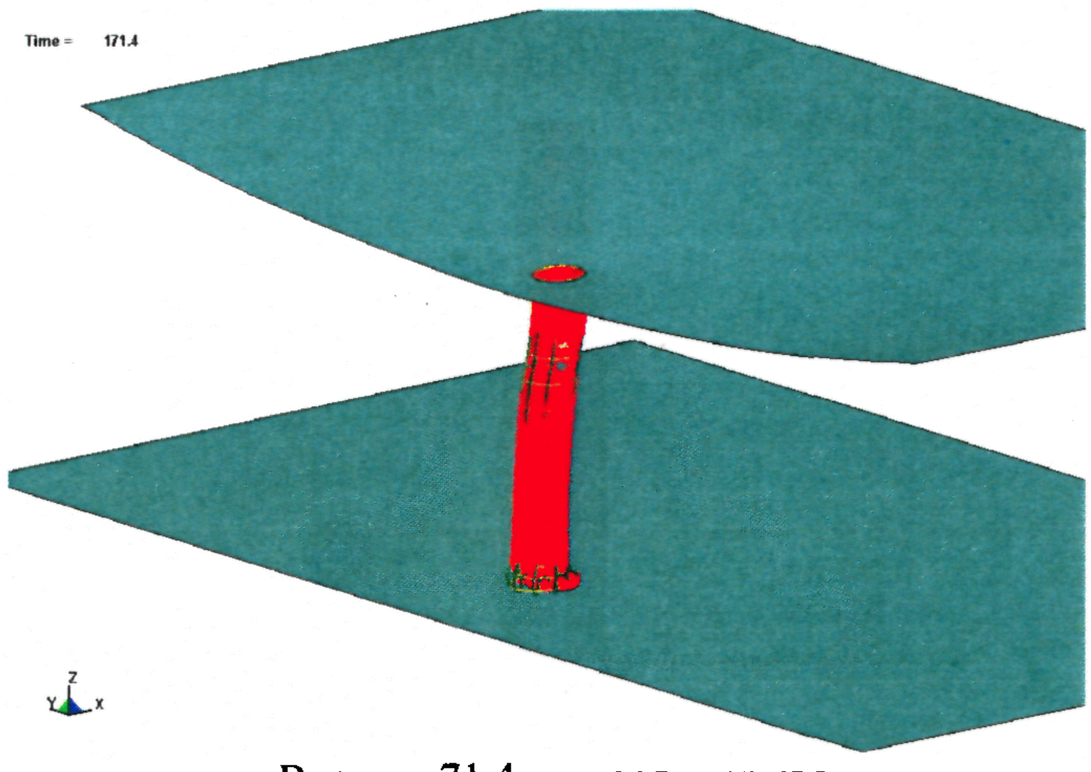
Рисунок В.9 - Разрушение колонны после взрыва



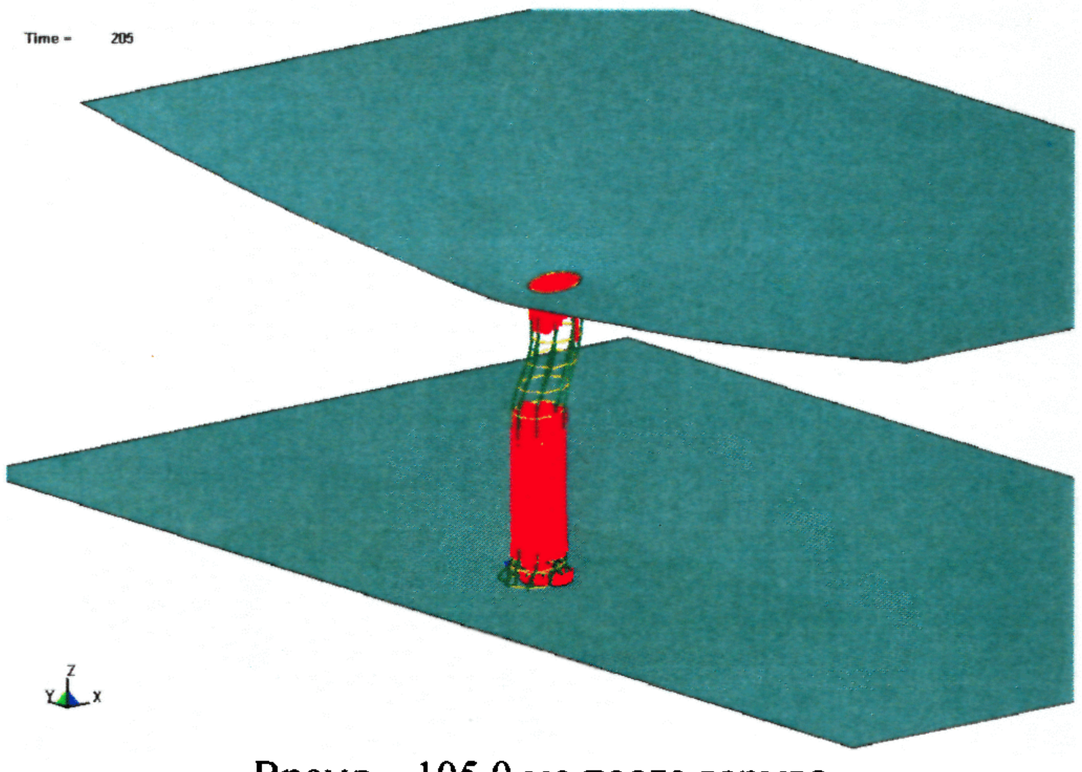
Время – 5.4 мс после взрыва



Время – 47.4 мс после взрыва



Время – 71.4 мс после взрыва



Время – 105.0 мс после взрыва

Рисунок В.10 - Разрушение колонны с учетом прочности эквивалентного перекрытия

2 МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНОГО ЭТАЖА МНОГОЭТАЖНОГО КОМПЛЕКСА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЗРЫВА 50 КГ ТРОТИЛА С ПОМОЩЬЮ СТАЛЬНОГО ЭКРАНА

2.1 Постановка задачи

Приведены некоторые результаты исследования возможности защиты колонны подземного этажа многоэтажного комплекса от воздействия взрыва 50 кг тротила с помощью стального экрана. Постановка задачи отличается от предыдущего примера тем, что колонна находится внутри отрезка трубы диаметром 700 мм, высотой 2м, толщиной стенки 10мм. Материал защитного экрана – конструкционная сталь Ст.3.

2.2 Результаты моделирования

Моделирование проведено последовательно в три этапа по аналогии с предыдущим примером. На рисунке В.11 показаны моменты обтекания колонны и экрана ударной волной. На рисунке В.12 показана поврежденность бетона в начальный момент, в момент окончания воздействия взрыва t=3.5 мс и в момент времени t=100 мс. На рисунке В.13 показано начальное и конечное деформированные состояния защитного экрана. Из результатов моделирования следует, что бетон в основном разрушается в результате вторичного воздействия на колонну, а именно при соударении с экраном, разогнанным взрывной волной до скорости порядка 100 м/с. Поскольку существенная часть энергии взрыва была затрачена на упругопластическую деформацию материала экрана, интенсивность воздействия взрыва на колонну оказалось ослабленной. Несмотря на значительное повреждение бетона, колонна сохранила несущую способность, и катастрофического обрушения не произошло. Таким образом, защитный экран выполнил свою функцию и может быть рекомендован для защиты несущих колонн от воздействия взрывных нагрузок.

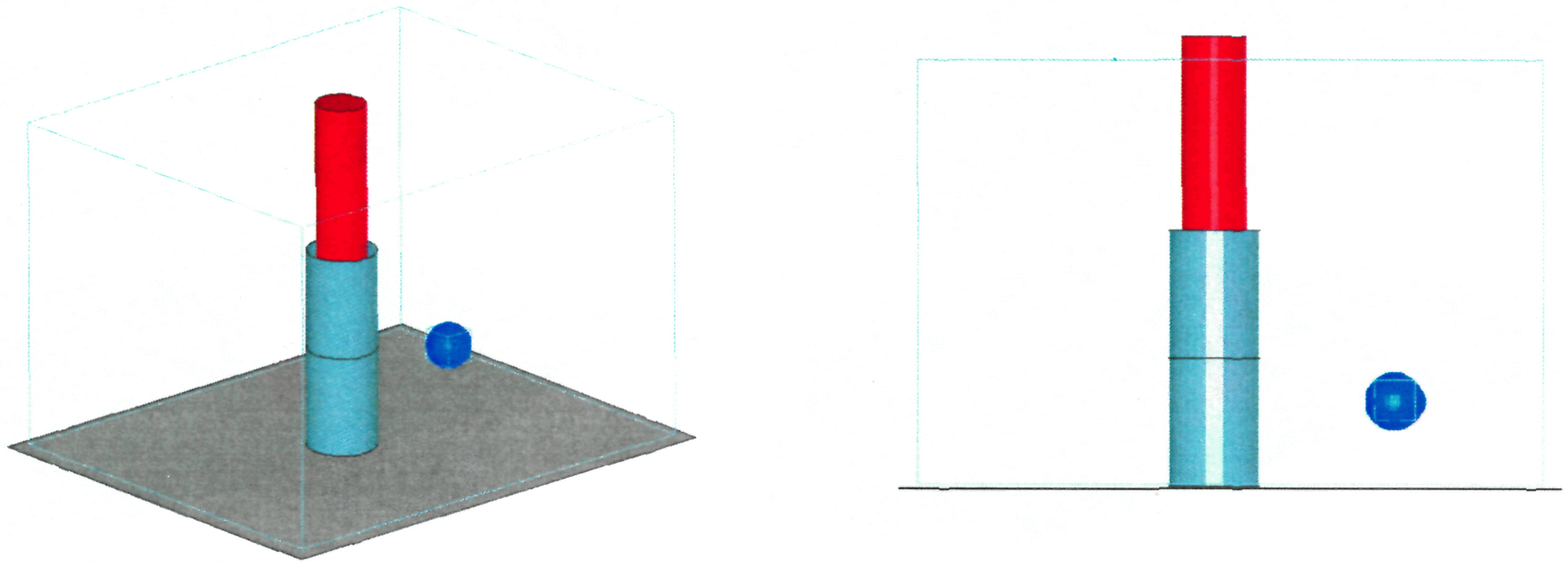
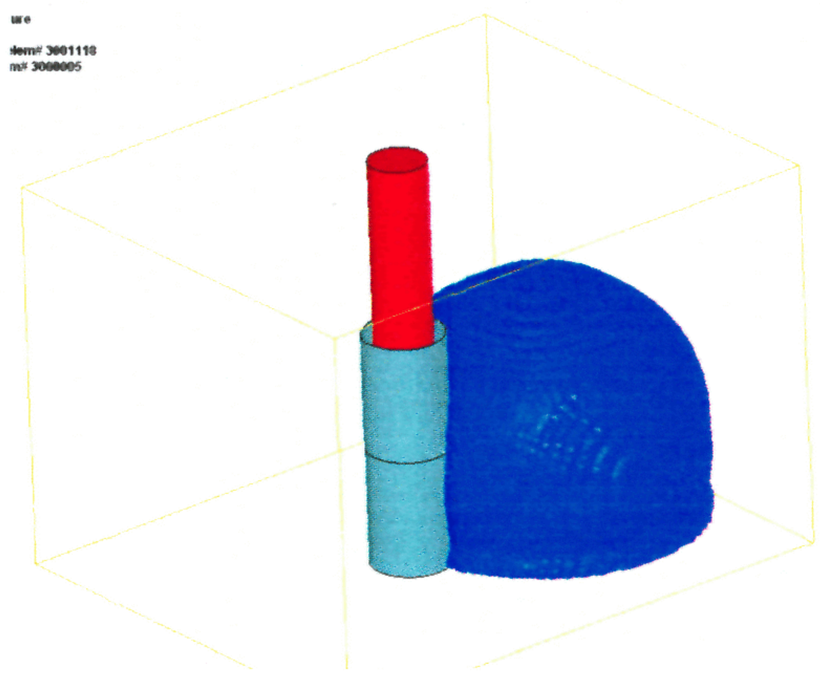
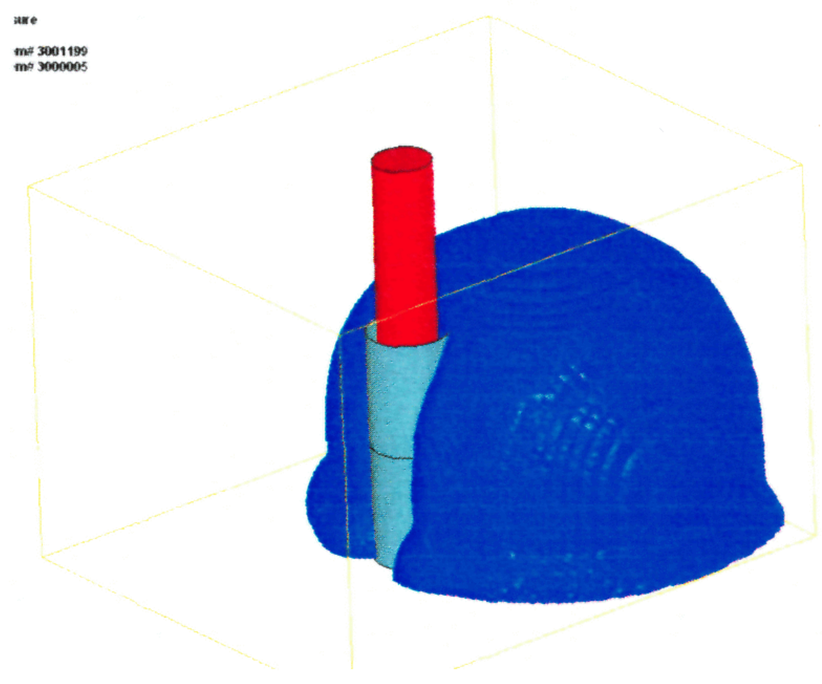


Рисунок В.11 - Геометрические модели расчетных областей



Время – 0.4 мс после взрыва

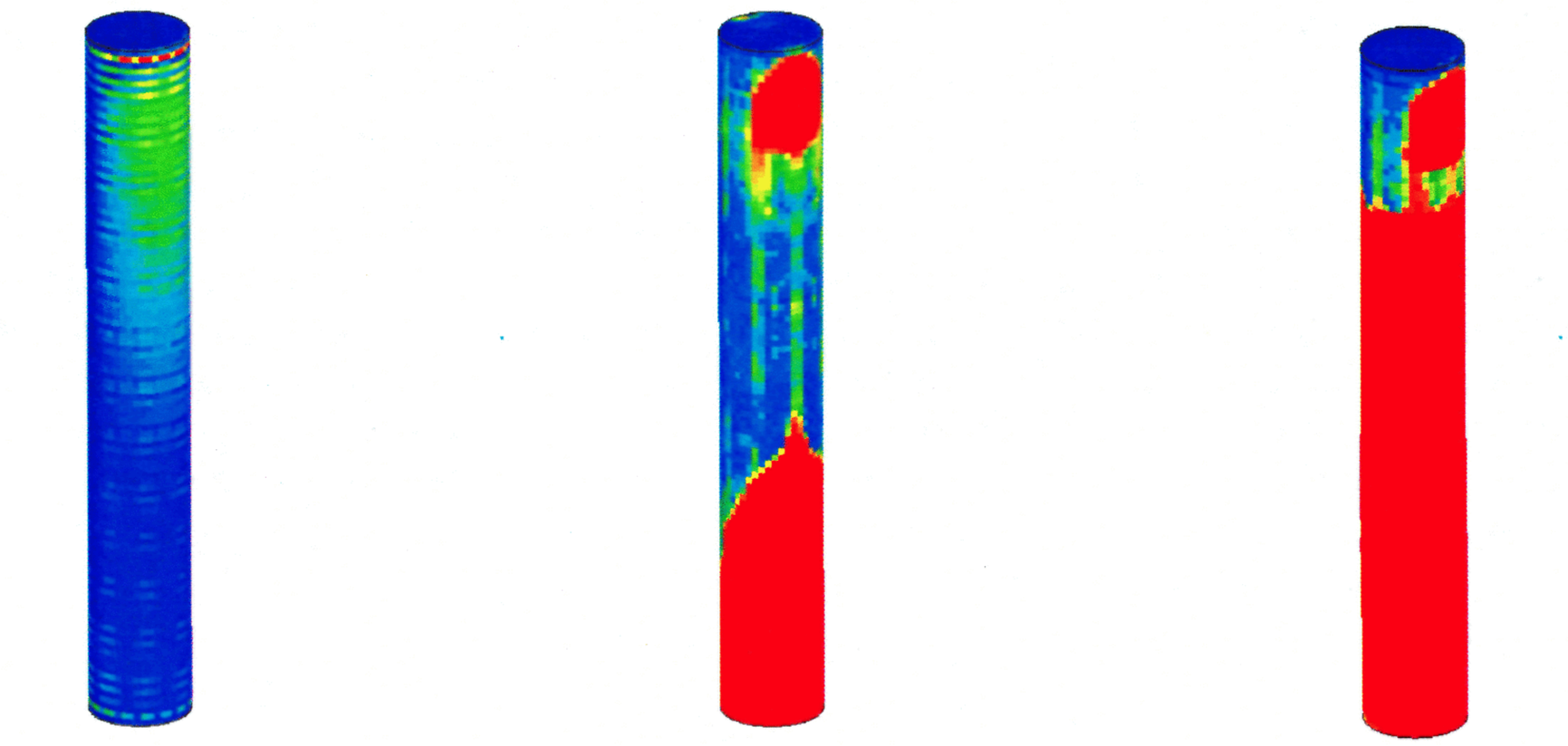


Время – 0.6 мс после взрыва

Время – 1.0 мс после взрыва

Время – 1.4 мс после взрыва

Рисунок В.12 - Обтекание колонны и экрана ударной волной

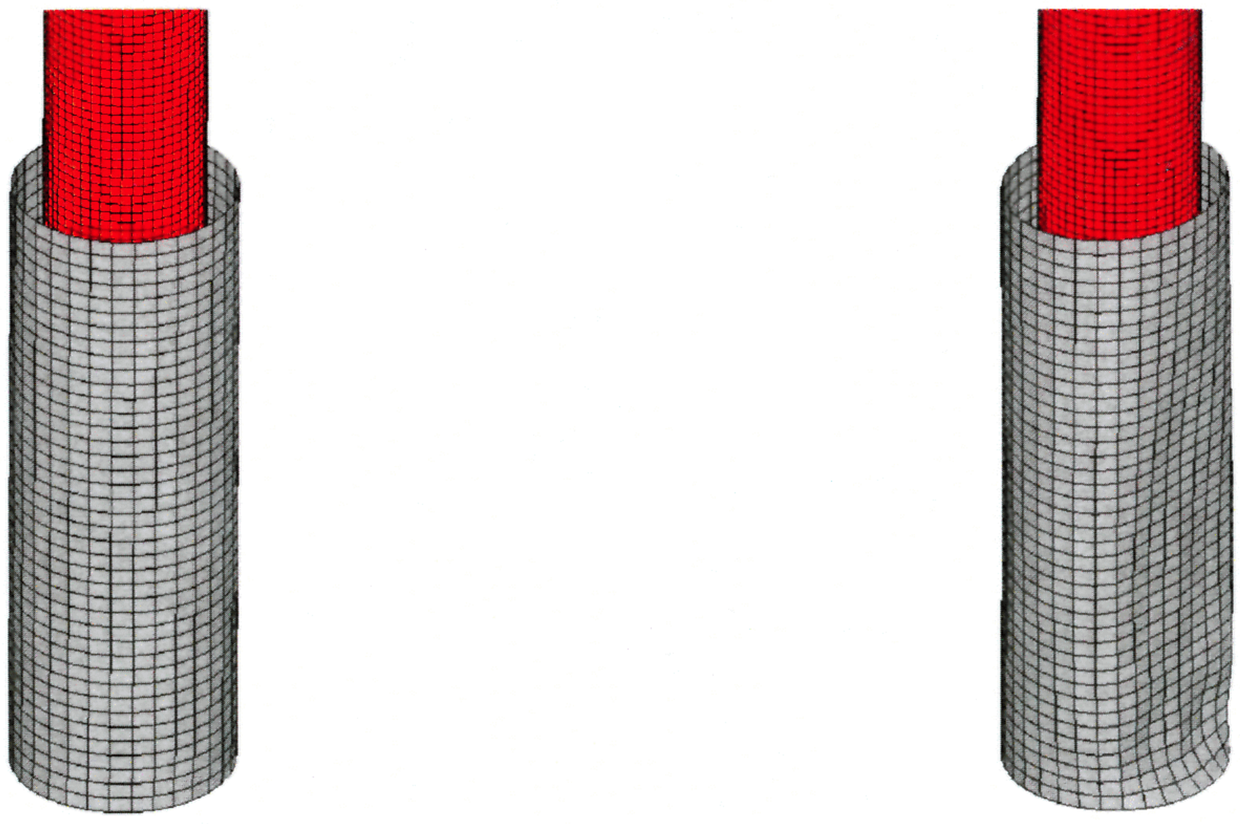


Время - 0 мс.

Время – 3.5 мс.

Время - 100 мс.

Рисунок В.13 - Распределение поврежденности в колонне



Время - 0 мс.

Время – 100 мс.

Рисунок В.14 - Деформированное состояние защитного экрана

3 МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗРЫВА ЗАРЯДА ВЗРЫВЧАТОГО ВЕЩЕСТВА ВБЛИЗИ СТЕНЫ, ОГРАЖДАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТА

3.1 Постановка задачи

В данном примере моделируется воздействие взрыва заряда взрывчатого вещества на стену, ограждающую системы жизнеобеспечения объекта. Расчет проведен для двух вариантов материала стены. В первом варианте стена состоит из кирпичной кладки толщиной в два кирпича. Кирпич красный полнотелый М100. Длина пролета стены 7.7 м, высота 3.5 м. Второй вариант стены – монолитный железобетон класса В30, армированный арматурой класса А500 250s14d и толщиной 250 мм. Длина и ширина железобетонной стены 7.7 и 3.5 м. Геометрические и сеточные модели двух вариантов стены показаны на рисунке В.15.

Заряд тротила массой 50 кг подрывался на расстоянии 3 м от стены (рисунок В.16). Высота расположения заряда над нижним перекрытием этажа 0.5 м. Образовавшиеся в результате взрыва продукты детонации и воздушная ударная волна оказывают воздействие на стену, вызывая ее повреждение. В случае недостаточной прочности стены, образовавшиеся осколки могут вывести из строя оборудование системы жизнеобеспечения объекта.

Цель моделирования: расчет поражающей способности осколков стены из кирпичной кладки и монолитного железобетона и выработка рекомендаций по устройству стены.

3.2 Метод моделирования

Моделирование взрыва взрывчатого вещества проводили численным решением нестационарных уравнений газовой динамики в многокомпонентной постановке с использованием произвольного лагранжево-эйлерова метода (ALE). Рассматривали полную трехмерную модель с наложением соответствующих граничных условий не протекания на нижнем и верхнем перекрытиях этажа. На внешних границах расчетной области задавали условие не отражения. Детонация заряда тротила начальной плотности 1.63 г/см^3, с давлением в точке Чемпмена-Жуге 21 ГПа, скоростью детонации 6.93 км/с считалась мгновенной. Сжимаемость продуктов детонации описывалось уравнением состояния Джонсона-Уилсона-Ли (JWL). Воздух рассматривали как идеальный газ с начальными параметрами, соответствующими нормальным условиям. Стена моделировалась объемными конечными элементами с упругопластическим поведением материала. Между элементами стены и газом задавалось условие контакта.

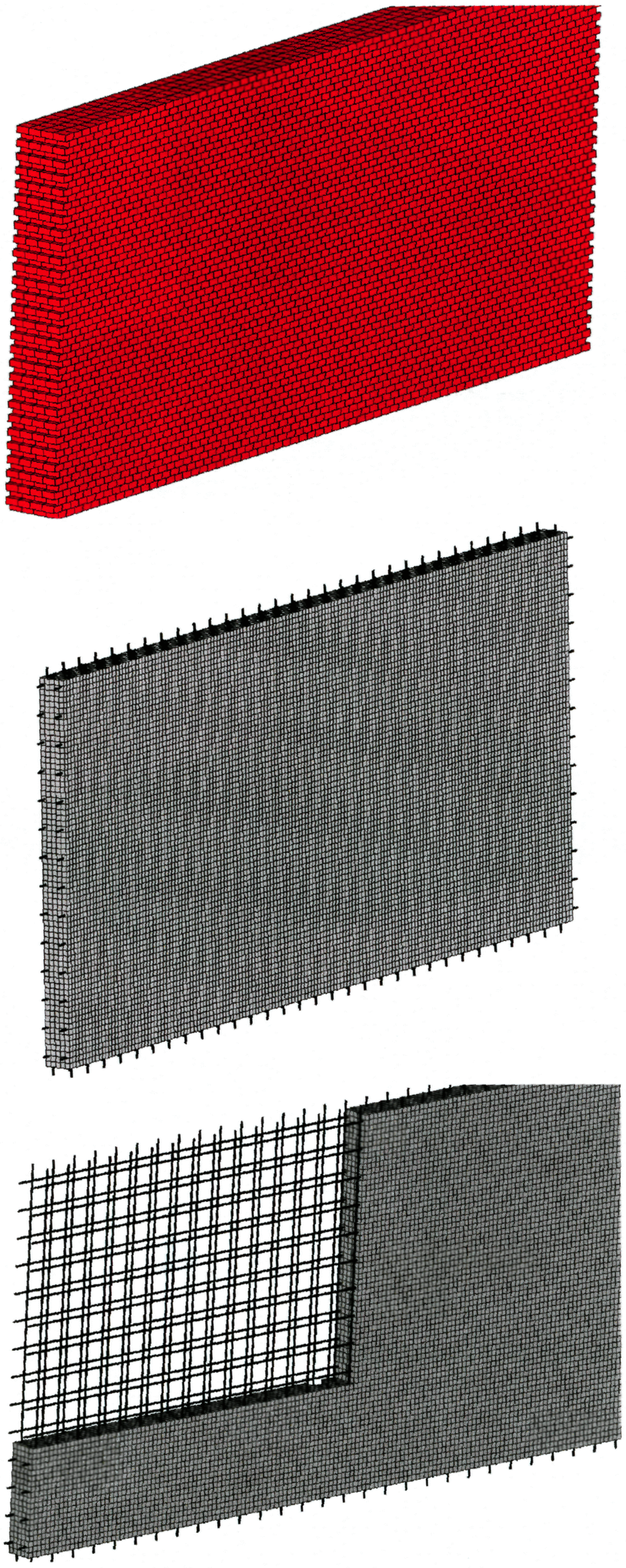


Рисунок В.15 - Геометрические и сеточные модели кирпичной и железобетонной стен (часть бетона не показана)

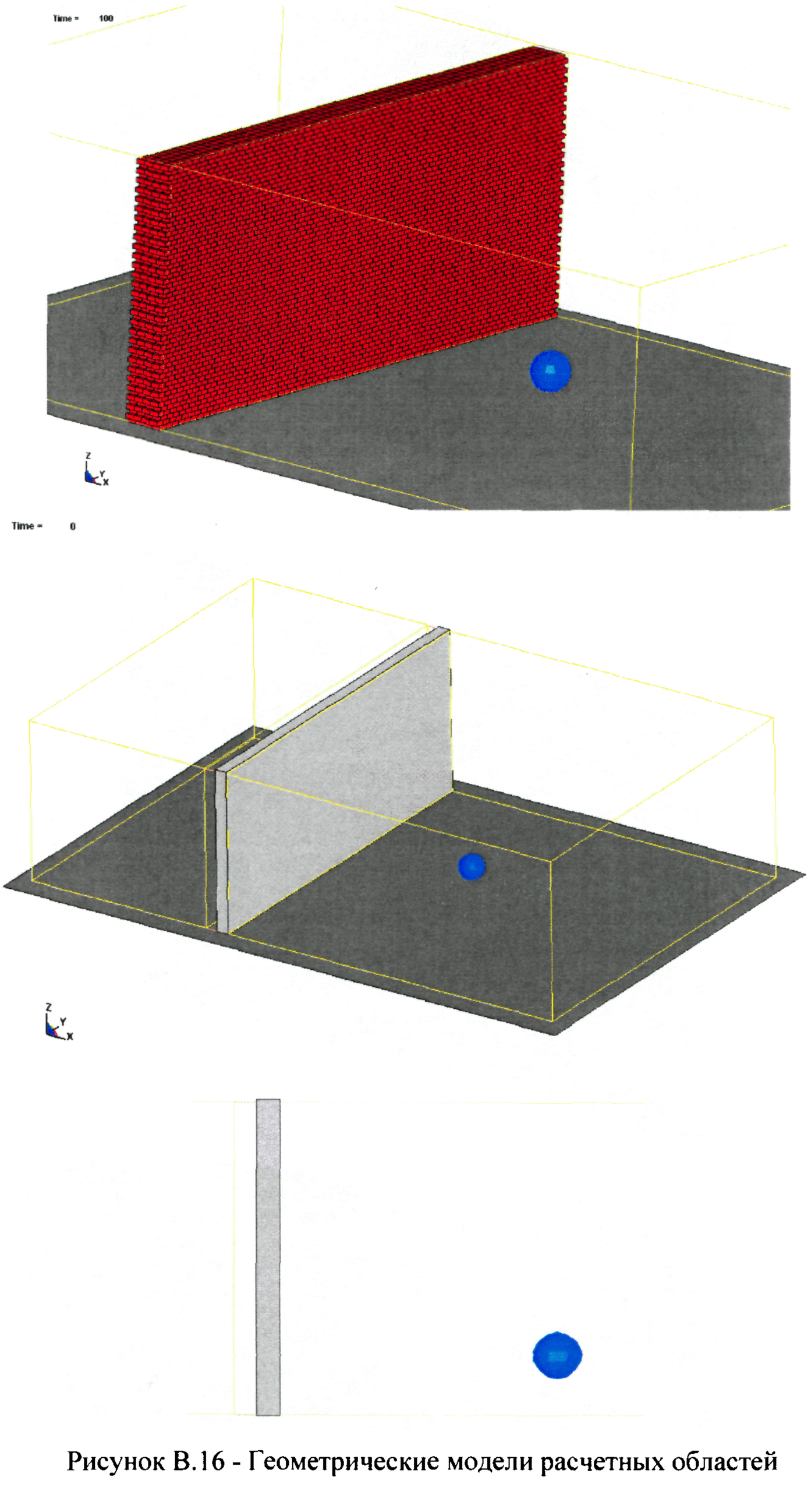
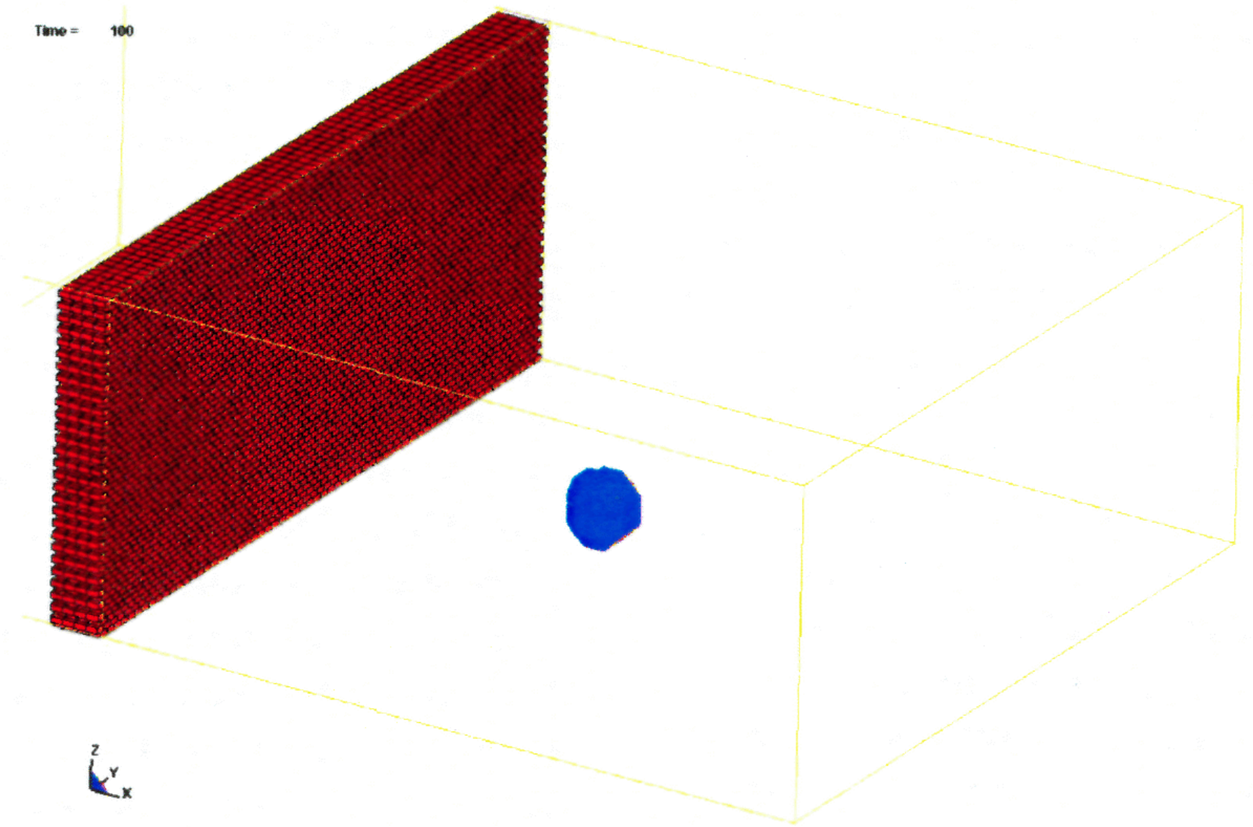


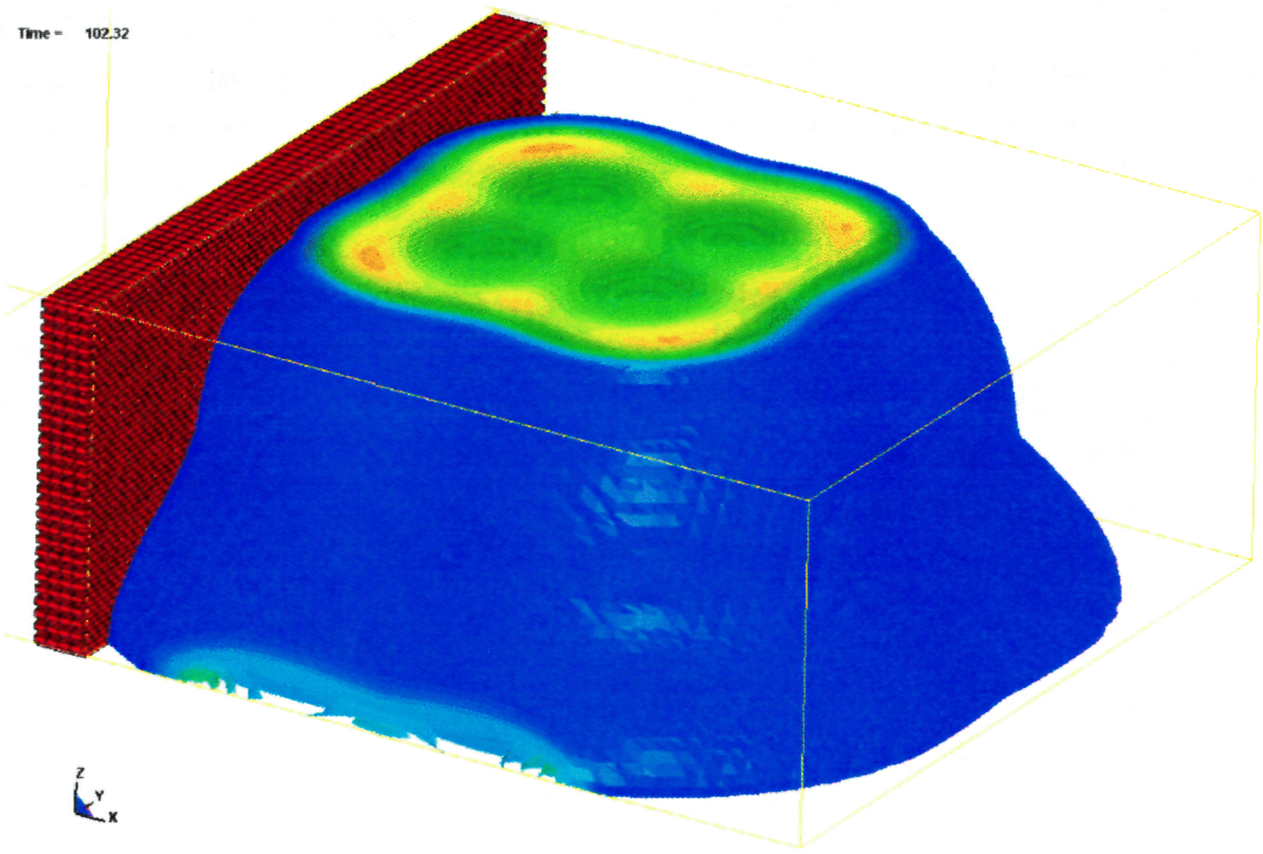
Рисунок В.16 - Геометрические модели расчетных областей

3.3 Результаты моделирования

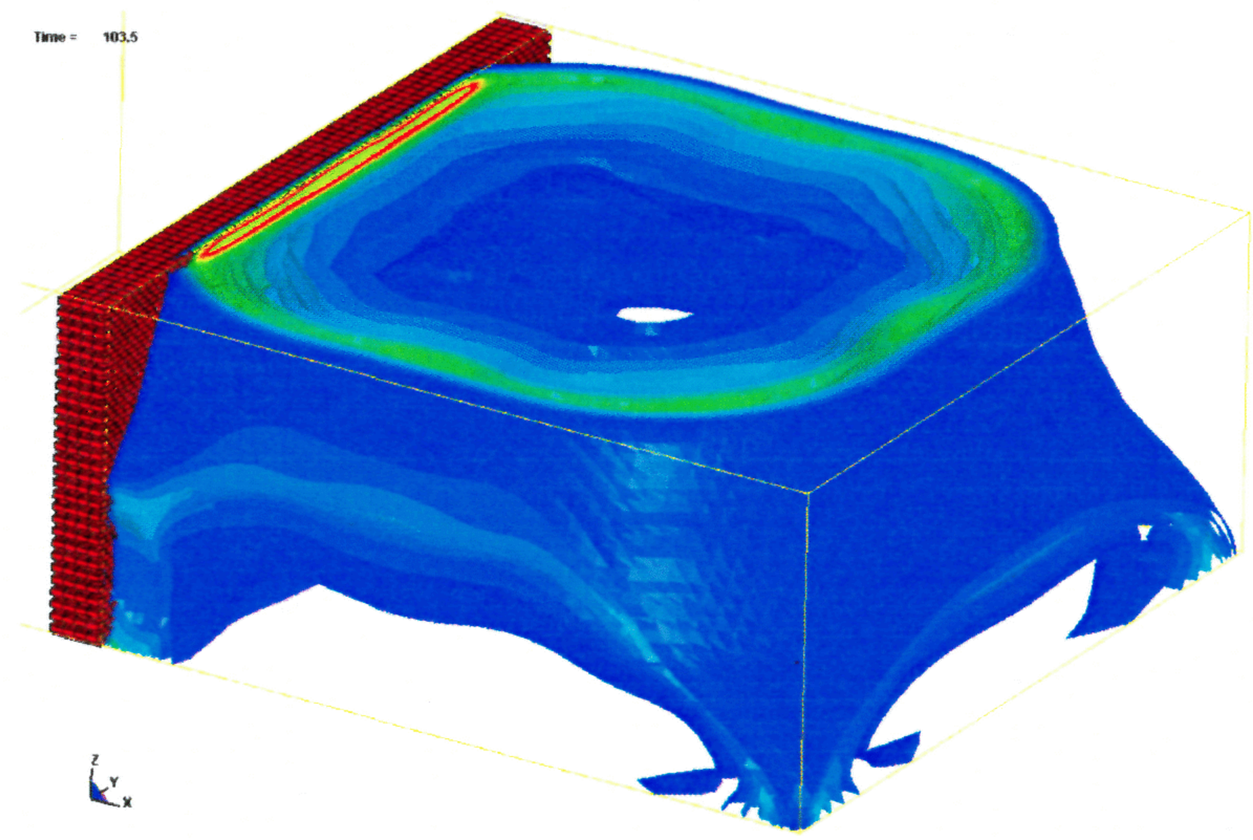
Моделирование проведено последовательно в три этапа. На первом этапе расчета методом динамической релаксации было получено начальное напряженно-деформированное состояние стены, соответствующее нагрузке под собственным весом. На втором этапе в связанной постановке рассчитывались нестационарная газодинамика взрыва 50 кг тротила и напряженно-деформированное состояние колонны. Динамику напряженно-деформированного состояния колонны при прохождении ударной волны рассчитывали в нелинейной постановке с учетом необратимых деформаций и разрушения кирпичной кладки и железобетона. На рисунках В.17 и В.22 показана динамика отражения ударной волны от стены из кирпича и железобетона. На третьем этапе рассчитывали разрушение стены, поврежденной в результате взрыва под воздействием полученного импульса. На рисунках В.18, В.19, В.24 показана динамика разрушения кирпичной кладки и железобетонной стены. На рисунке В.23 показана динамика накопления повреждений бетона при воздействии взрывной волны на железобетонную стену. В обоих случаях расчетная длительность процесса составила 1 с. Из расчета следует, что при заданных условиях взрывного воздействия произойдет полное разрушение стены из кирпича и частичное около 30% разрушение стены из монолитного железобетона. Кроме того, расчетом получено, что при разрушении кирпичной кладки часть осколков с общей массой 10 т (около 0,3 массы всех осколков) будет иметь скорость в диапазоне от 5 до 10 м/с. На рисунке В.20 показана зона поражения осколками кирпича. Радиус зоны поражения составил порядка 5-8 м. На рисунке В.21 показано поле скоростей осколков разрушения кирпичной кладки. В результате частичного разрушения железобетонной стены образуется проем размером 4.5х2.2 м, арматура при этом пластически деформируется, но не разрушается. Разрушенный бетон из проема выбивается в виде мелких осколков внутрь помещения с начальной скоростью 1-1,5 м/с. По результатам расчета радиус зоны поражения осколками бетона составил 1-1,5 м относительно стены (рисунок В.25). Установлено, что для защиты от взрывных нагрузок необходимо использовать железобетонную стену.



Время – 0.5 мс после взрыва



Время – 3.0 мс после взрыва



Время – 5.0 мс после взрыва

Рисунок В.17 - Отражение ударной волной от кирпичной стены

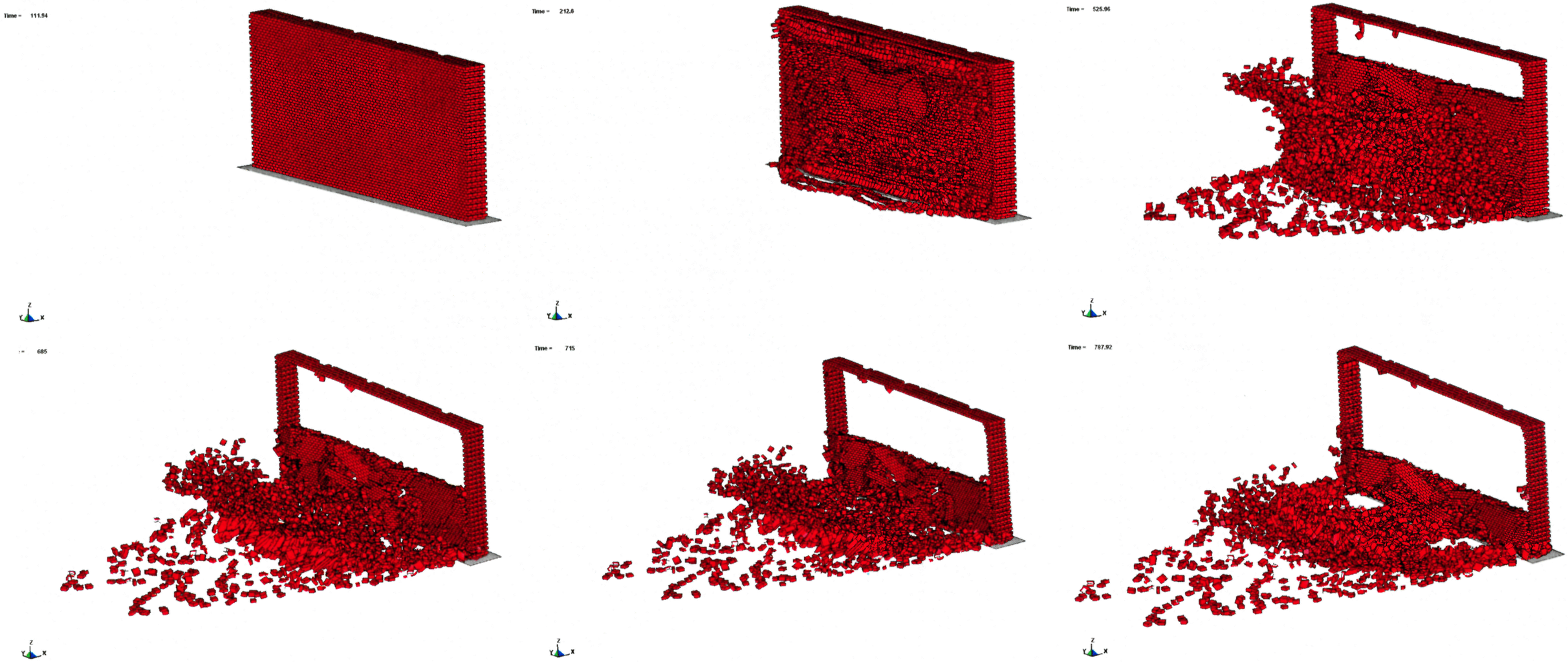


Рисунок В.18 - Разрушение кирпичной кладки

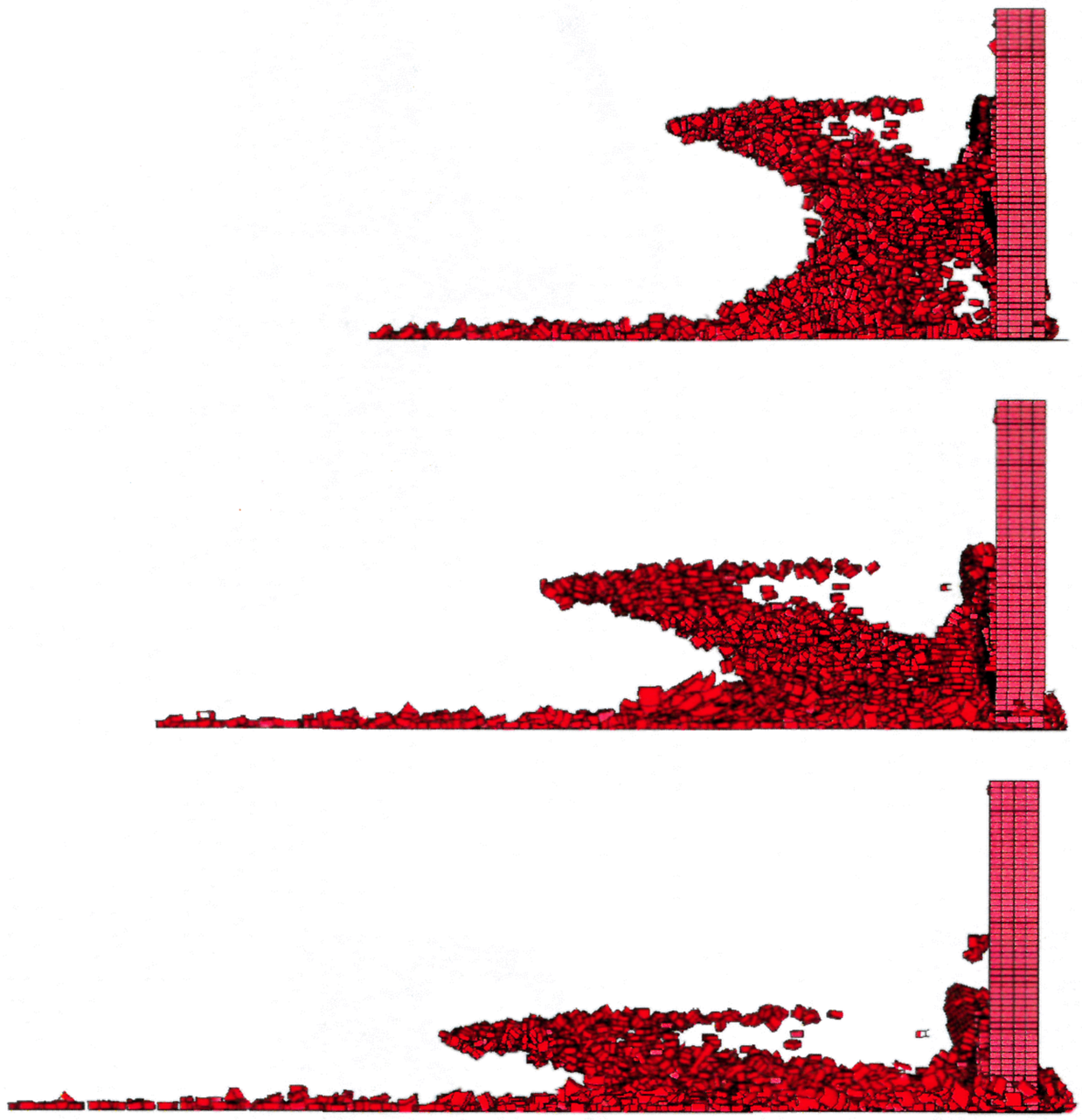


Рисунок В.19 - Разрушение кирпичной кладки (вид сбоку)

Рисунок В.20 - Форма завала и вид области осколочного поражения

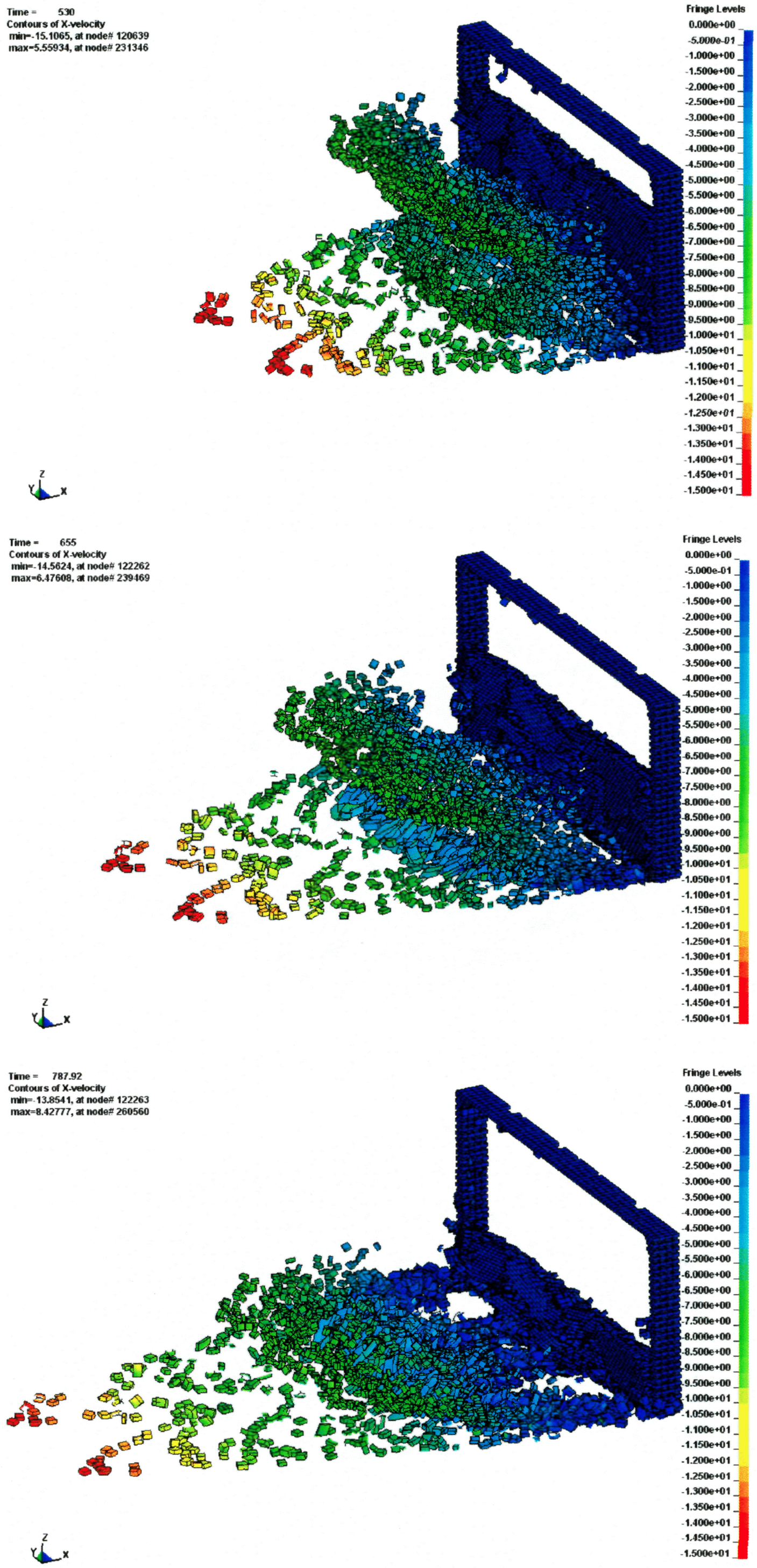
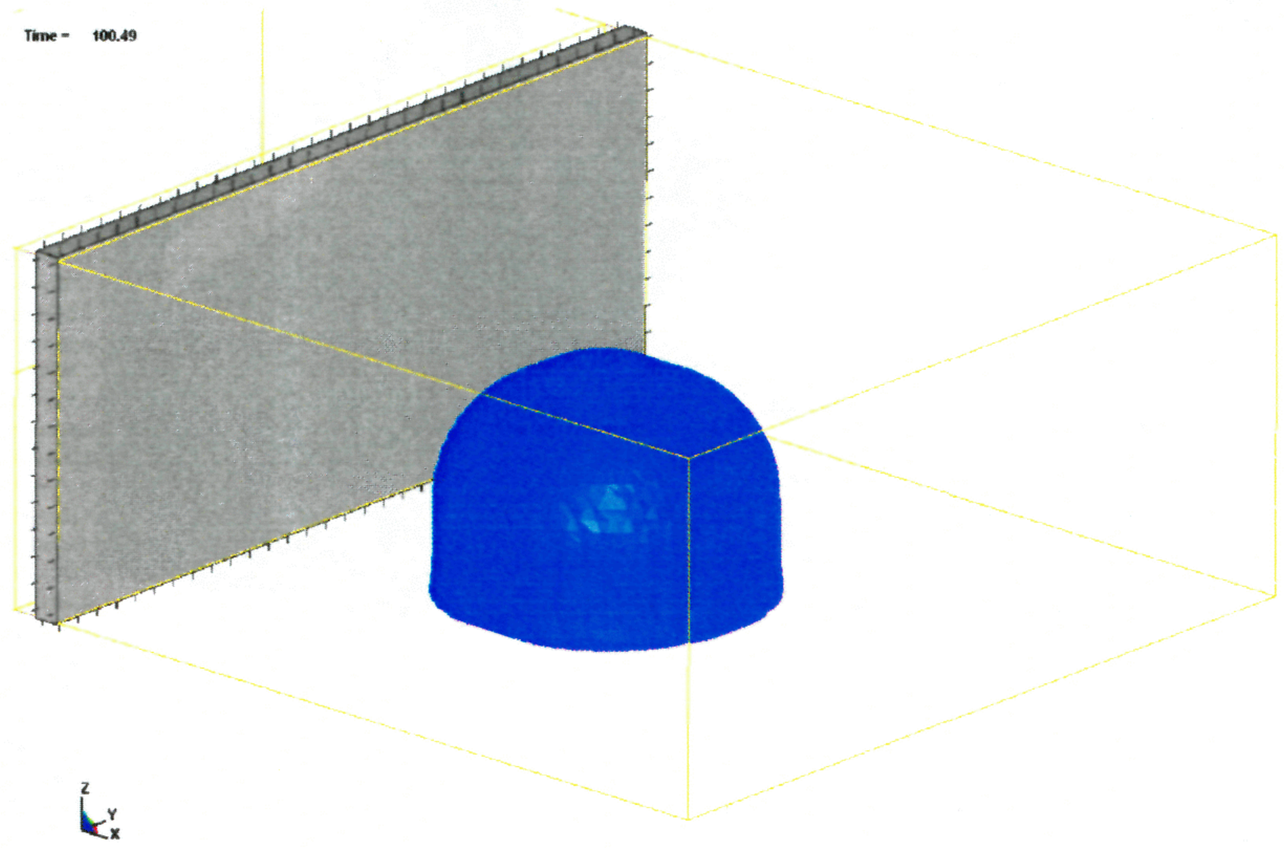
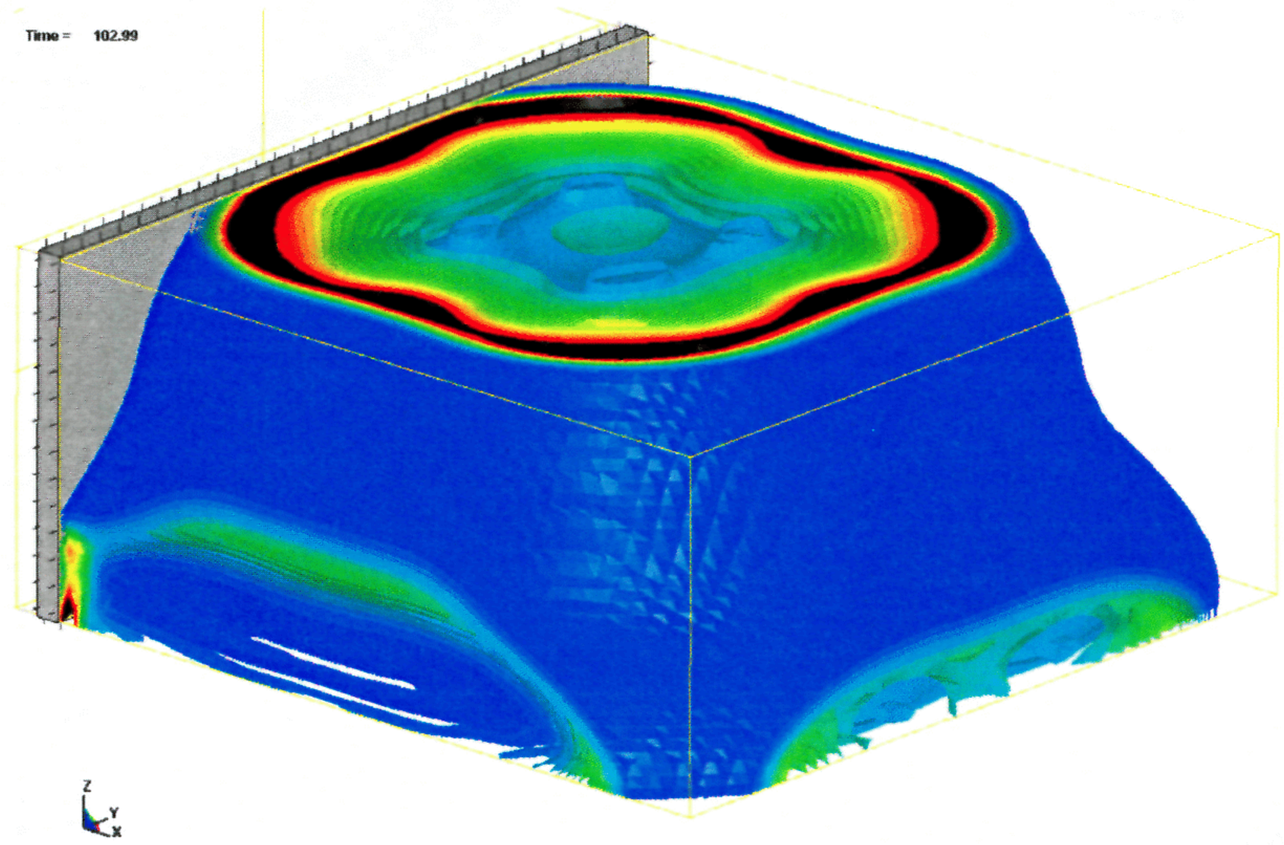


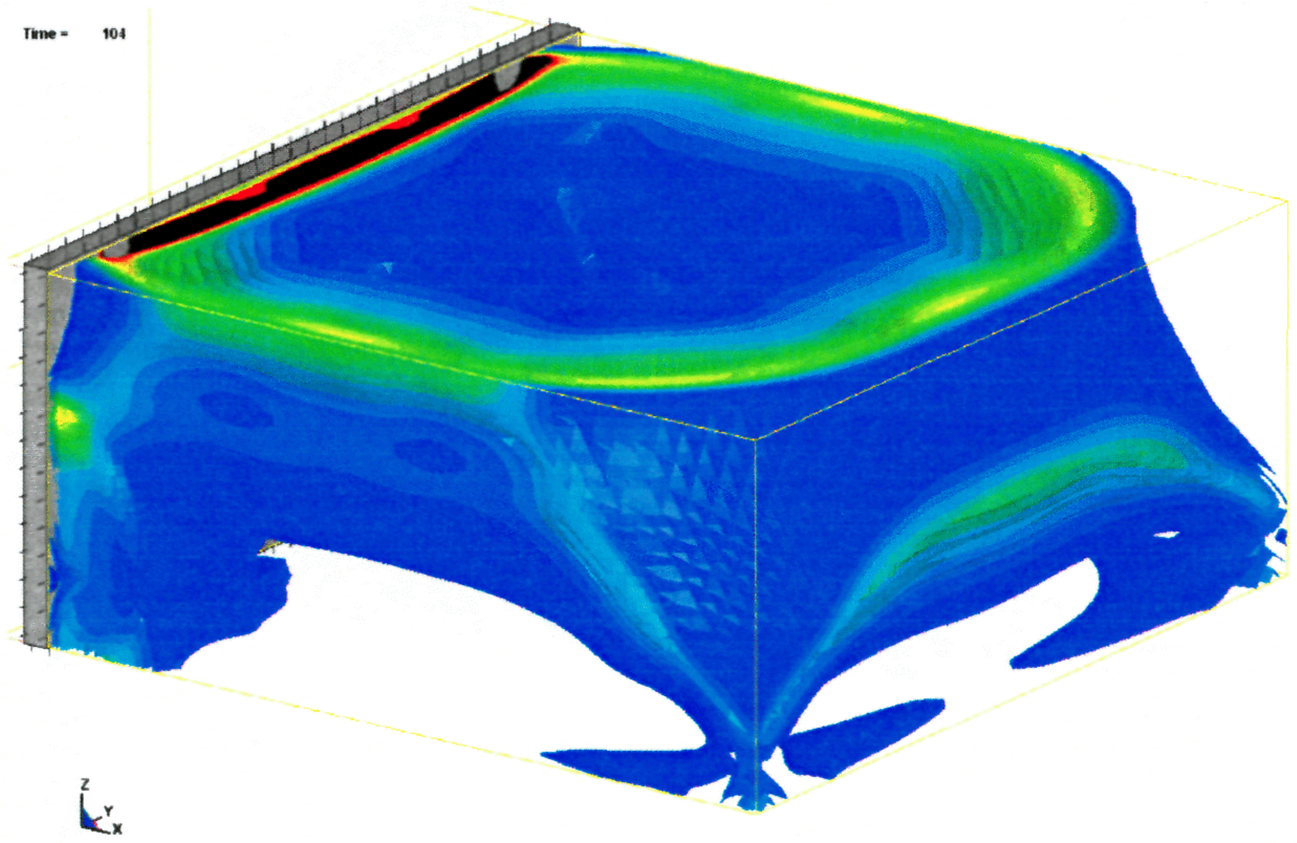
Рисунок В.21 - Поле скоростей осколков разрушения кирпичной стены



Время – 0.5 мс после взрыва

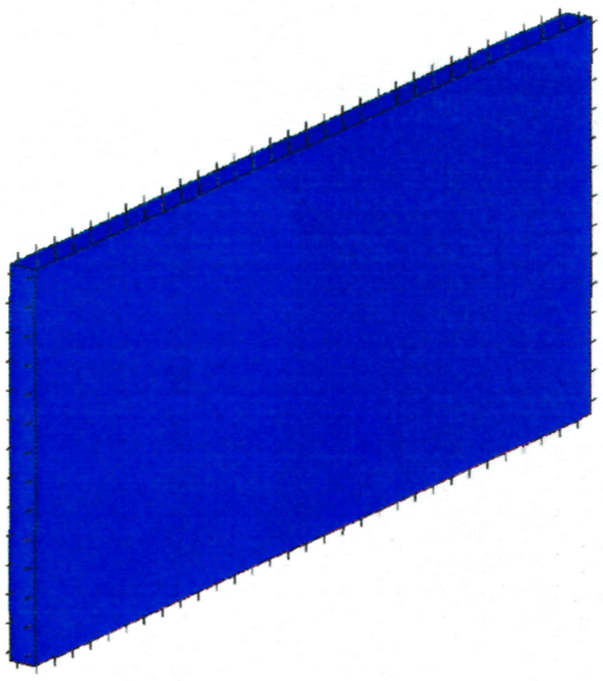


Время – 3.0 мс после взрыва

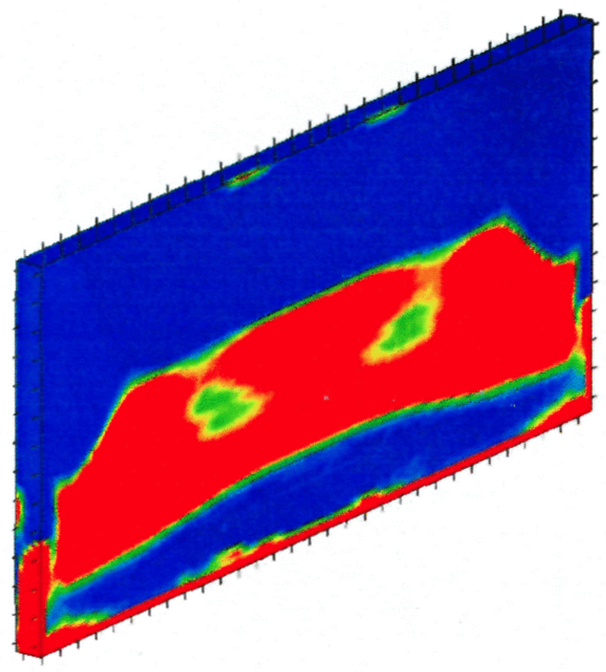


Время – 4.0 мс после взрыва

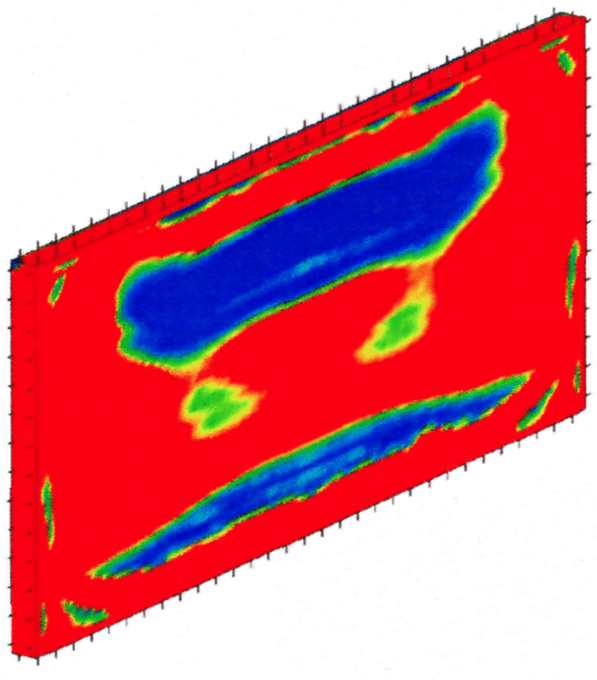
Рисунок В.22 - Отражение ударной волной от железобетонной стены



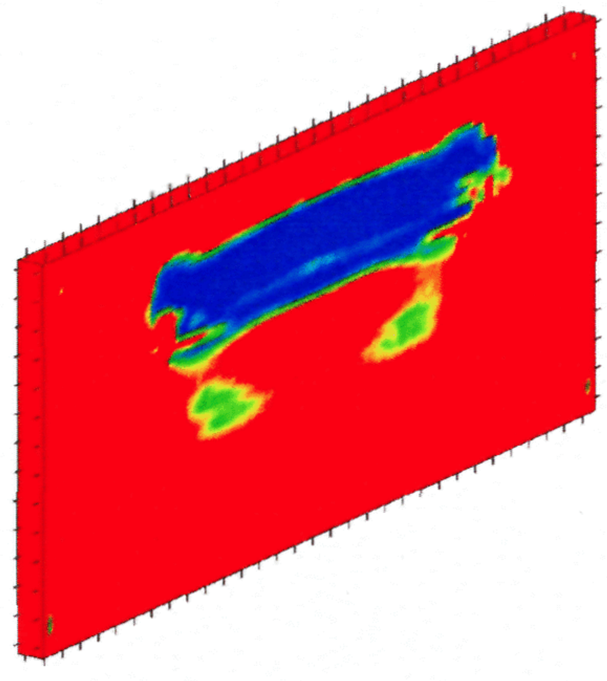
Время – 0.5 мс после взрыва



Время – 3.0 мс после взрыва

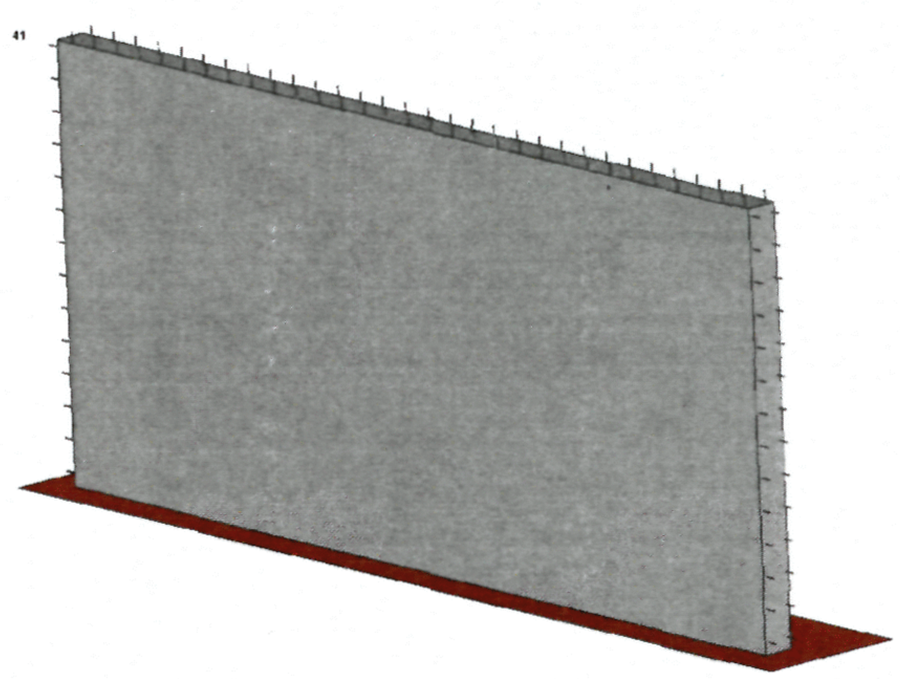


Время – 5.0 мс после взрыва

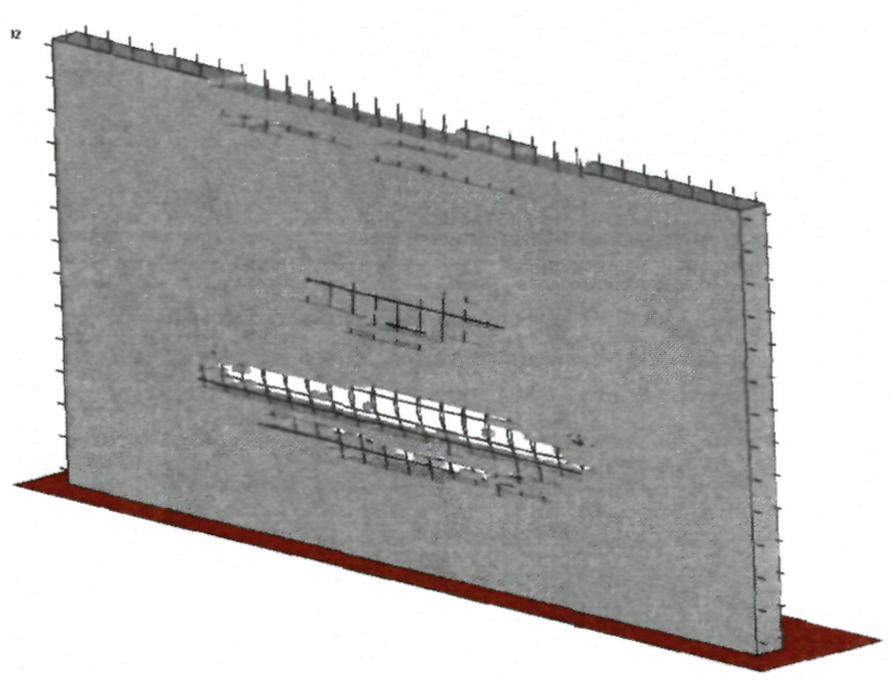


Время – 10.5 мс после взрыва

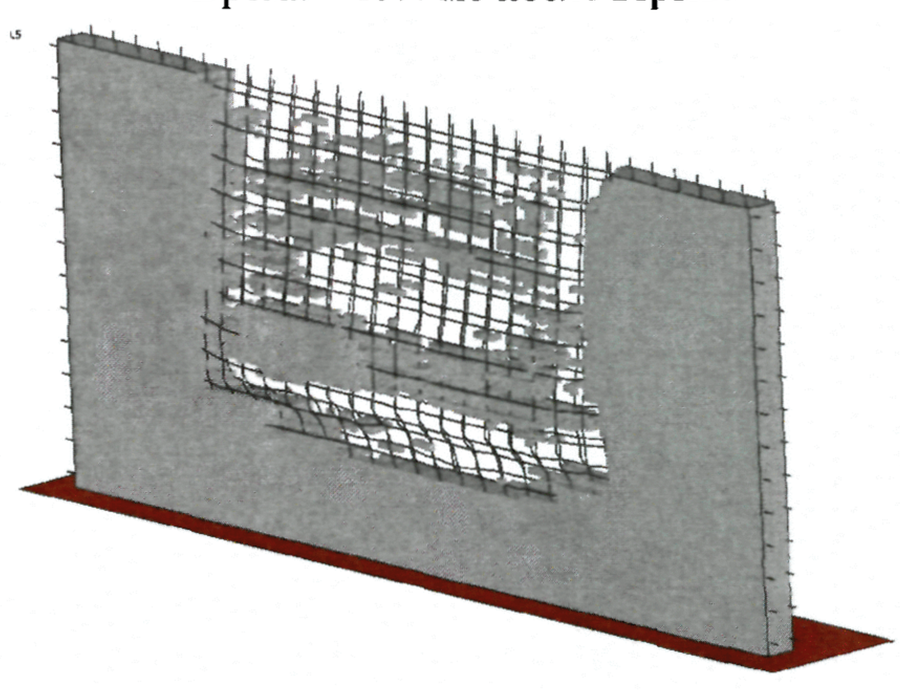
Рисунок В.23 - Накопление поврежденности в бетоне при взрыве



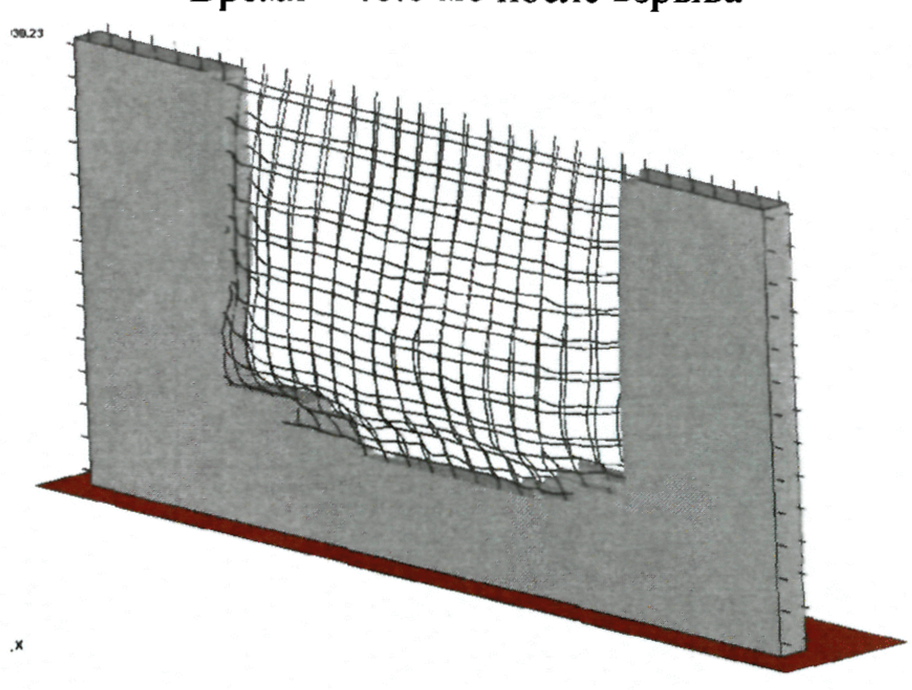
Время – 15.4 мс после взрыва



Время – 46.0 мс после взрыва

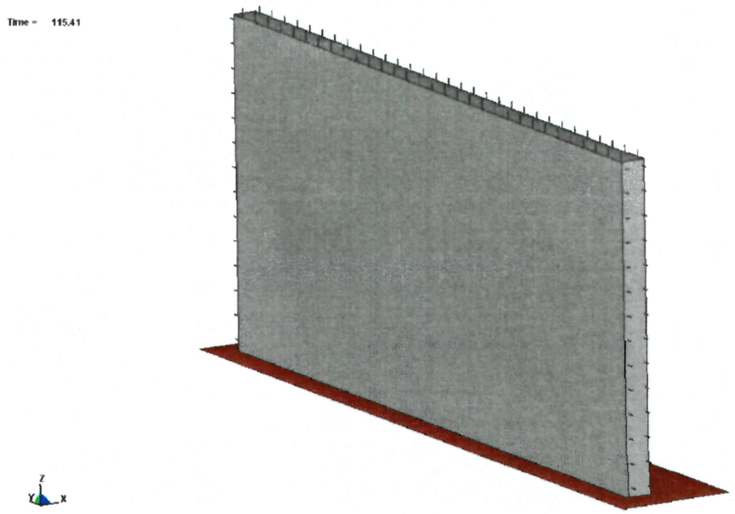


Время – 70.0 мс после взрыва

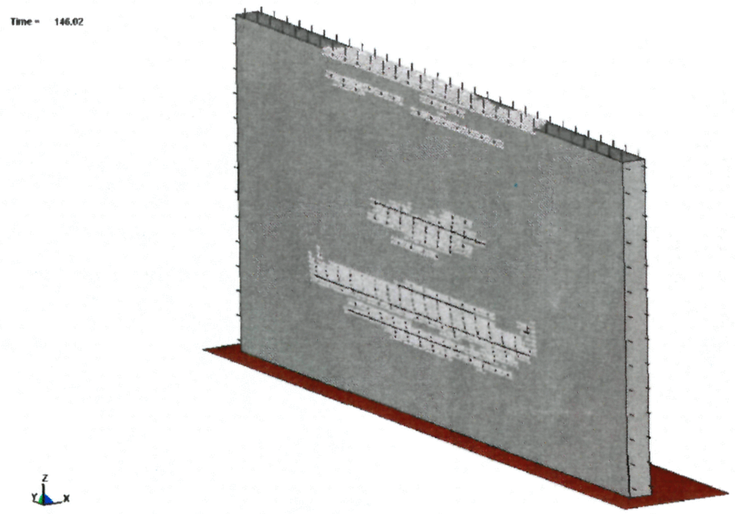


Время – 830.0 мс после взрыва

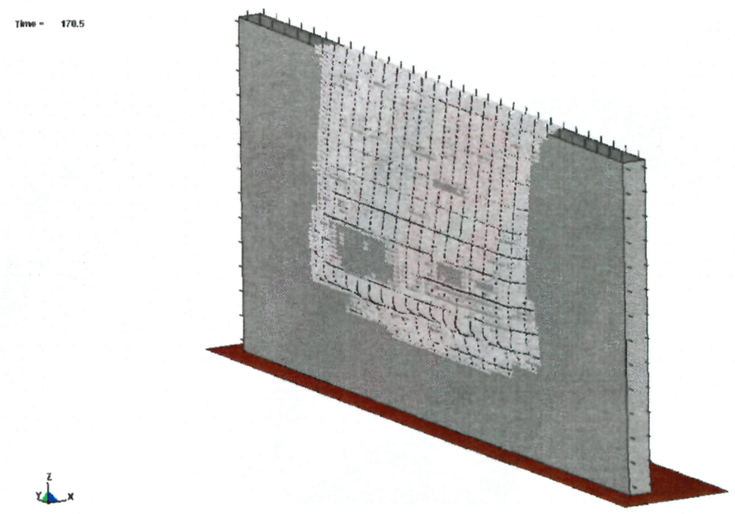
Рисунок В.24 - Разрушение железобетонной плиты



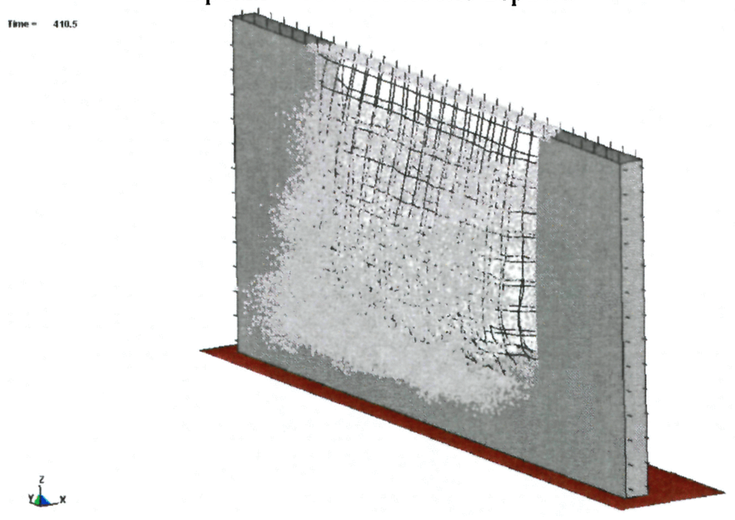
Время – 15.4 мс после взрыва



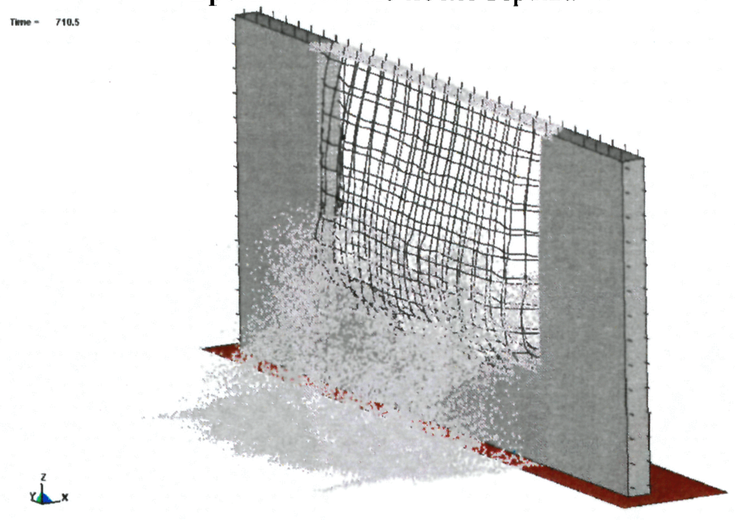
Время – 46.0 мс после взрыва



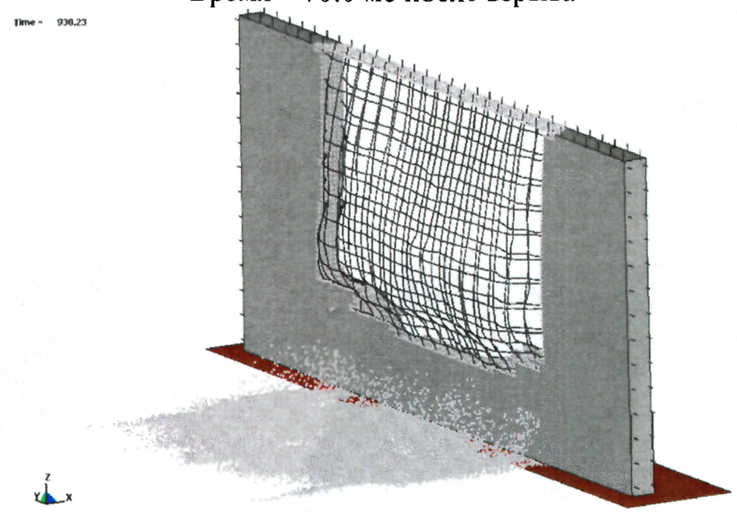
Время – 70.0 мс после взрыва



Время – 310.0 мс после взрыва



Время – 610.0 мс после взрыва



Время – 830.0 мс после взрыва

Рисунок В.25 - Фрагментация железобетонной стены при разрушении

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Характеристика методов анализа риска террористического акта на высотных и уникальных объектах

1 «ЧТО БУДЕТ, ЕСЛИ…?» («WHAT - IF?») И ПРОВЕРОЧНЫЙ ЛИСТ («CHECK LIST»)

Методы «Что будет, если...?» («What - if?») и проверочного листа («Check List») относятся к качественным экспертным методам и представляют собой формализованные процедуры изучения степени соответствия условий проектирования, строительства и эксплуатации анализируемого объекта требованиям правил и норм в сфере обеспечения [6, 7].

Использование метода «Что будет, если...?» («What - if?») предполагает ответы на перечень вопросов - что будет с объектом или его элементом, если реализуется конкретный вид террористического акта. При этом вопросы «генерируются» в процессе анализа риска и определяются специфическими особенностями конструктивных и объемно-планировочных решений объекта, условий его размещения и функционирования. Ответы на вопросы должны отражать мнение экспертов в отношении оценки характера и масштабов ожидаемого ущерба.

Результатом применения метода «Что будет, если... ?» является таблица или иная форма регистрации полученной информации.

Метод проверочного листа («Check List») отличается от метода «Что будет, если...?» более широким и полным представлением исходных данных и результирующей информации о последствиях опасных событий. Кроме того, в проверочном листе принято не только идентифицировать причины повреждений, их характер, масштабы и последствия, но и определять (на предварительном уровне) вероятность теракта, а также меры, необходимые для обеспечения безопасности объекта в каждом из рассматриваемых случаев.

Достоинством методов «Что будет, если...?» и проверочного листа является их простота для понимания всеми участниками анализа риска и относительно небольшие затраты времени на реализацию. К недостаткам следует отнести необходимость рассматривать широкий перечень событий и процессов, а также возможность упустить ряд серьезных опасностей, способных привести к реализации террористического акта.

Указанные методы эффективны практически на всех стадиях жизненного цикла объектов для предварительного анализа опасностей и качественного анализа риска террористических актов.

2 АНАЛИЗ ВИДА И ПОСЛЕДСТВИЙ ОТКАЗОВ («FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS» – FMEA)

«Failure Mode and Effects Analysis» - FMEA является методом индуктивного типа, с помощью которого систематически, путем последовательного рассмотрения одной подсистемы технических средств обеспечения безопасности другой, определяются все возможные виды отказов, повреждений или аварийных ситуаций и их результирующие воздействия на состояние антитеррористической защищенности объекта [6, 7]. Отдельные опасные ситуации, повреждения или отказы элементов подсистем технических средств обеспечения безопасности анализируются с целью оценки их влияния на другие элементы антитеррористической защищенности и объект в целом. Существенной особенностью метода FMEA является необходимость рассмотрения всех без исключения элементов системы антитеррористической защищенности. Цель рассмотрения - определение по возможности всех мыслимых (не противоречащих законам природы и здравому смыслу) причин и видов отказов, повреждений и неполадок каждого из элементов системы антитеррористической защищенности и последствий этих отказов, повреждений и неполадок для объекта.

В этом аспекте метод FMEA дает возможность провести более полный качественный анализ причин и последствий отказов элементов антитеррористической защищенности и объекта, чем метод анализа «дерева отказов» (см. ниже), в котором анализируются и оцениваются только те события, отказы и процессы, которые приводят к головному событию.

Метод FMEA применяется для качественного анализа риска террористической угрозы. Однако, его использование связано со значительными трудозатратами, поскольку необходимо рассмотреть максимально широкий перечень возможных причин и видов отказов. Тем не менее, метод FMEA полезен на стадии предварительного анализа опасностей. Кроме того, данный метод позволяет составить максимально подробный перечень показателей

состояния системы антитеррористической защищенности и необходимых проверок соответствия этих показателей предельно допустимым значениям (критериям безопасности).

3 АНАЛИЗ «ДЕРЕВА ОТКАЗОВ» («FAULT TREE ANALYSIS» – FTA)

Анализ «дерева отказов» («Fault Tree Analysis» - FTA) - это дедуктивный метод определения условий и факторов, способных привести к определенному нежелательному событию (так называемому головному событию). «Дерево отказов» - логически организованная графическая конструкция, в которой демонстрируется взаимодействие элементов системы, отказ которых по отдельности или в сочетании может способствовать появлению нежелательного события - отказа системы в целом - головного события «дерева отказов» [6, 7, 13].

Анализ «дерева отказов» начинается с определения головного события отказа системы антитеррористической защиты объекта. Возможные события и процессы, способные привести к головному событию, образуют следующий за ним первый уровень «дерева отказов». На втором уровне определяются события, явления и процессы, способные вызвать отказы первого уровня «дерева отказов», на третьем уровне - второго уровня и т.д.

Пошаговое движение по всем возможным путям нежелательного функционирования системы антитеррористической защиты от верхнего уровня к нижним приводит, таким образом, к уровню отказов элементов системы и её оборудования - так называемым базовым отказам. События и процессы каждого уровня связываются с таковыми для следующего уровня «дерева отказов» логическими операторами типа «И», «ИЛИ» и т.д.

При наличии репрезентативных данных (статистики, паспортов и т.д.) об интенсивности базовых отказов «дерево отказов» может быть решено, т.е. найдена среднегодовая частота (вероятность) реализации головного события по частотам базовых отказов элементов системы, её оборудования, иных событий и явлений, способных привести к головному событию «дерева отказов».

Следует отметить, что анализ «дерева отказов» можно использовать не только для определения частоты (вероятности) головного события, но и для определения частот событий на любом уровне «дерева отказов». Это является достоинством метода в приложении его к техническим средствам обеспечения безопасности объекта, поскольку многие ветви «деревьев отказов» для различных головных событий совпадают.

Недостатком метода является его трудоемкость и значительные сложности при проверке адекватности построенных графов реальным процессам, способным инициировать аварии анализируемого сооружения.

Наиболее детально методы анализа риска рассмотрены в следующих документах:

– РД 03-418-01 «Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов»;

– СТП ВНИИГ 210.02.НТ-04 «Методические указания по проведению анализа риска аварий гидротехнических сооружений».

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Обоснование необходимости анализа риска и зонирования высотных и уникальных объектов

Настоящие рекомендации подготовлены в развитие концепций комплексного обеспечения безопасности уникальных и высотных объектов города Москвы.

Рассматривая строительный объект как результат деятельности людей, который длительное время будет использоваться для жилья, работы и других целей можно признать, что данный объект является продукцией. Понятие термина «продукция» раскрывается в Федеральном законе от 27.12.02 «О техническом регулировании» (в ред. Федеральных законов от 09.05.2005 № 45-ФЗ, от 01.05.2007 № 65-ФЗ).

Продукция - результат деятельности, представленный в материально-вещественной форме и предназначенный для дальнейшего использования в хозяйственных и иных целях.

Следовательно, деятельность в плане обеспечения антитеррористической защищенности и комплексного обеспечения безопасности высотных и уникальных объектов находится в правовом поле Федерального закона «О техническом регулировании».

Указанный выше Федеральный закон определяет безопасность продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации (далее - безопасность) как состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений.

Из приведенного определения вытекает, что в целом, критерием безопасности является значение допустимого риска.

Следуя положениям ФЗ «О техническом регулировании», риск есть функция двух переменных - вероятности причинения вреда и значения тяжести вреда. В терминах теории вероятности значение риска R определится как произведение вероятности события Р (вероятности причинения вреда) на величину его последствий П (ущерб):

$$R = P * П, \qquad (Д.1),$$

где Р – вероятность события (вероятности причинения вреда);

П – величина последствий наступления события (ущерб).

Исходя из формулы (Д.1), единицей измерения риска является рубль.

В настоящее время в РФ активно изучаются и внедряются в практику вопросы обеспечения безопасности с учетом анализа риска.

Однако, введённые соответствующими руководящими документами, нормативы предельно допустимого риска, представляют собой не риск в понятии Закона РФ «О техническом регулировании», а частоту негативного события, таблица Д.1.

Таблица Д.1 – Действующие нормативы предельно допустимого риска

Наименование документа	**Нормативы риска**
ГОСТ 12.1.010-76 (СТ СЭВ 3517-81) Взрывобезопасность. Общие требования	Вероятность воздействия опасных факторов взрыва на людей не должна превышать 10^{-6} на человека в год
ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования	Вероятность воздействия опасных факторов пожара на людей не должна превышать 10^{-6} на человека в год
ОПБ-88/97 «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций» (утв. Госатомнадзором России)	Вероятность тяжелых запроектных аварий не должна превышать 10^{-7} на реактор в год
СТО РД Газпром 39-1.10-084-2003 Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО “ГАЗПРОМ”	Уровень приемлемого потенциального риска в селитебных зонах, прилегающих к территории действующих ОПО, не должен превышать 10^{-4} в год

ГОСТ Р 12.3.047-98 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля	Эксплуатация технологических процессов является недопустимой, если индивидуальный риск больше 10^{-6} или социальный риск больше 10^{-5}
ПБ 12-609-03. Правила безопасности для объектов, использующих сжиженные углеводородные газы. (утв. пост. Госгортехнадзора России от 27.05.03 №40, зарег. Минюстом России 19.06.03 №4777)	Технические решения при проектировании объектов СУГ должны обеспечивать уровень индивидуального риска возможных аварий при эксплуатации ОПО не более величины 10^{-6}
РД «Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах». Утв. ОАО «АК «Транснефть», пр. от 30.12.99 № 152, согл. Госгортехнадзором России 07.07.99 №10-03/418.	Степень риска аварии «высокая» определяется ожидаемым объемом потерь нефти более 100 т/год или ожидаемым экологическим ущербом более 10 млн. руб. на 1000 км длины магистрального нефтепровода
Декларация Российского научного общества анализа риска «Об установлении предельно допустимого уровня риска».	Для потенциально опасных производственных объектов России предлагается установить предельно допустимый уровень индивидуального риска в диапазоне 10^{-4} …10^{-5} в год
Приказ Комитета по архитектуре и градостроительству Правительства Москвы от 8 декабря 2003 г., № 192 «О введении в действие рекомендаций по применению принципов и способов противоаварийной защиты в проектах строительства»	При обосновании состава мероприятий противоаварийной защиты рассматривают три области: – риск менее 5 х 10^{-5} - область пренебрежительно малых рисков, мер по их снижению не требуется: степень риска в данной области характеризуется как низкая; – риск от 5 х 10^{-5} до 1 х 10^{-3} - область, требующая принятия определенных мер по снижению рисков с учетом экономической (финансовой) целесообразности этих мер, степень риска данной области характеризуется как средняя; – риск более 1 х 10^{-3} - область недопустимого риска, требующая обязательного выполнения мер по его снижению, невзирая на размер финансовых затрат, степень риска данной области характеризуется как высокая

Приведенные в таблице значения частоты негативного события близки к значениям уровня полноты безопасности (safety integrity level; SIL), установленным в стандартах ИСО/МЭК [18].

Вопросы обеспечения безопасности активно рассматриваются зарубежными учеными. Наиболее полно вопросы обеспечения безопасности (функциональной безопасности) приведены в серии стандартов МЭК 61508.

Так же, как и отечественные нормативные документы, стандарты МЭК указывают, что опасность аварии или террористического акта существует всегда, ситуаций с нулевым риском нет.

Фактический уровень риска, считающийся допустимым (приемлемым), является функцией множества факторов.

Стандарты МЭК [18, 19] устанавливают уровни полноты безопасности, аналогичные данным, представленным в таблице Д.2.

Таблица Д.2 – Уровни полноты безопасности

Уровень полноты безопасности	**При высокой интенсивности запросов (опасных отказов, ч)**	**При низкой интенсивности запросов (вероятность отказа)**
4	$\geq 10^{-9}$ до $< 10^{-8}$	$\geq 10^{-5}$ до $< 10^{-4}$
3	$\geq 10^{-8}$ до $< 10^{-7}$	$\geq 10^{-4}$ до $< 10^{-3}$
2	$\geq 10^{-7}$ до $< 10^{-6}$	$\geq 10^{-3}$ до $< 10^{-2}$
1	$\geq 10^{-6}$ до $< 10^{-5}$	$\geq 10^{-2}$ до $< 10^{-1}$

В стандартах МЭК 615008 установлен порядок действий для достижения необходимого уровня полноты безопасности электрических/электронных/программируемых электронных систем, связанных с безопасностью.

Указанные выше нормативы предельно допустимого риска (частоты негативных событий) установлены на основе анализа статистических данных за многолетний период регистрации нежелательных событий.

При этом частота событий рассчитывается как:

$$f(a) = n(a)/n \text{, 1/год,}$$

где f(a) – частота возникновения событий;

n(a) – число случаев наступления этого события;

n – общее число случаев в статистической выборке.

В отношении высотных и уникальных объектов целесообразно использование вероятностного подхода.

Вероятность террористической атаки на объект будет функцией от многих переменных, которые можно объединить в два блока:

– $P_{внешн}$ – функция, определяемая общим уровнем террористической опасности в мире, стране и регионе, а также эффективностью противодействия терроризму на уровне государства, субъекта федерации и местных органов государственной исполнительной власти;

– P_i – функция, определяемая соответствием последствий реализации террористического акта в функциональных зонах (помещениях) объекта, целям терроризма.

В общем виде вероятность террористической атаки на определенную функциональную зону (помещение) объекта может иметь следующий вид:

$$P = P_{внешн} * P_i \qquad (Д1).$$

Очевидно, что физический смысл $P_{внешн}$ – вероятность (частота) террористического акта против объекта.

На настоящем уровне развития научных знаний определить значение вероятности (частоты) террористического акта против объекта не представляется возможным.

P_i – вероятность выбора террористами определенных функциональных зон (помещений) для совершения террористического акта.

Назовем $P_{объекта}$ – условной вероятностью совершения террористического акта в определенной функциональной зоне (помещении) объекта.

Приведенные рассуждения показывают (формула Д.1), что риск совершения теракта в определенной функциональной зоне (помещении) объекта прямо пропорционален вероятности (частоте) террористической атаки на объект и условной вероятности совершения террористического акта в рассматриваемой функциональной зоне (помещении) месте объекта.

Поскольку не представляется возможным существенно уменьшить неопределенность в оценке вероятности (частоты) совершения террористического акта на объекте, то для получения численных значений риска целесообразно использование в расчетах условной вероятности совершения террористического акта в определенной функциональной зоне (помещении) объекта.

Принципиальная схема распределения условной вероятности совершения террористического акта в функциональных зонах объекта показана на рисунке Д.1.

Условная вероятность проведения террористического акта в определенной функциональной зоне (помещении) объекта может быть определена методом экспертного опроса.

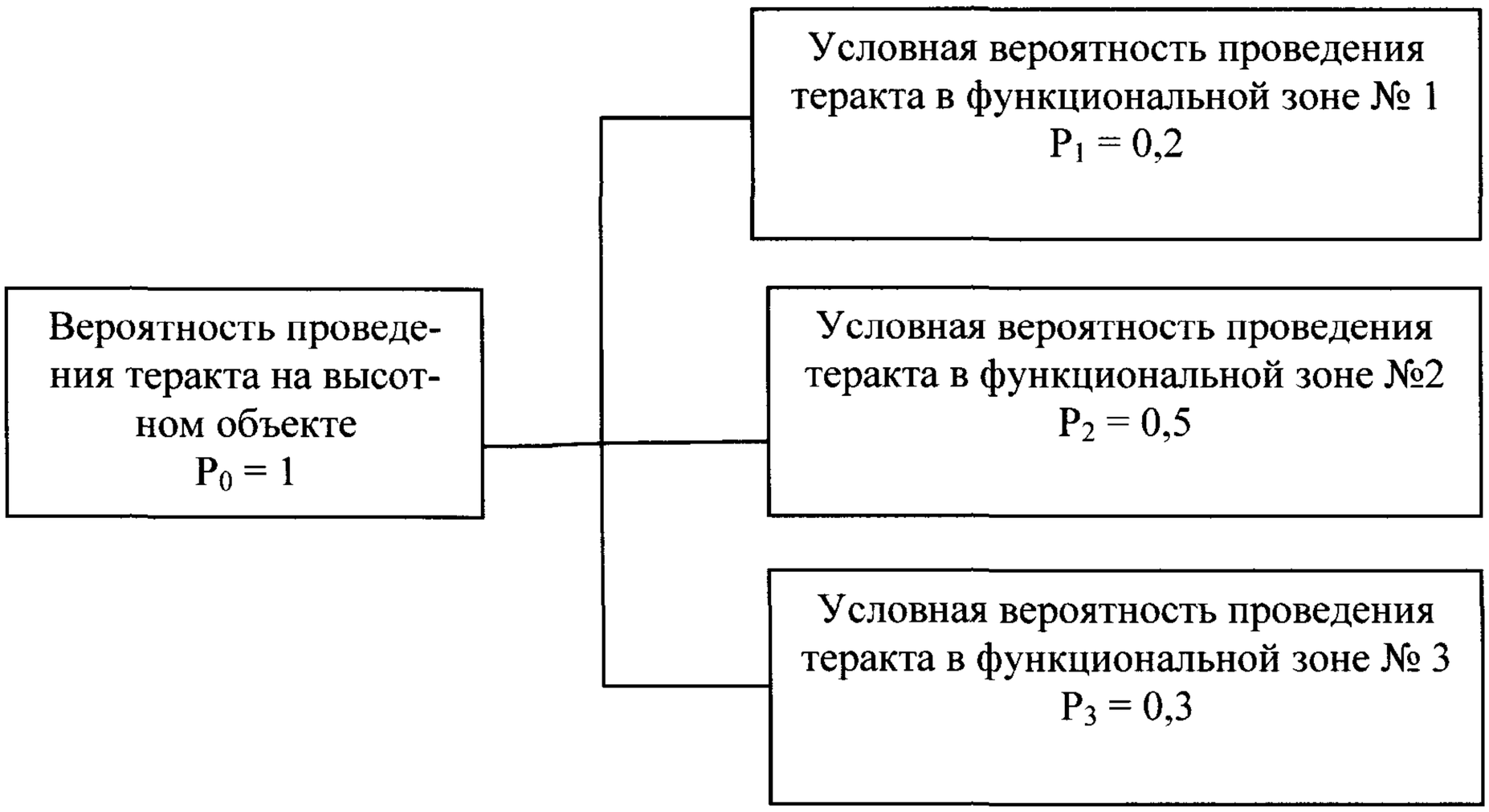


Рисунок Д.1 – Схема распределения вероятности проведения теракта на объекте

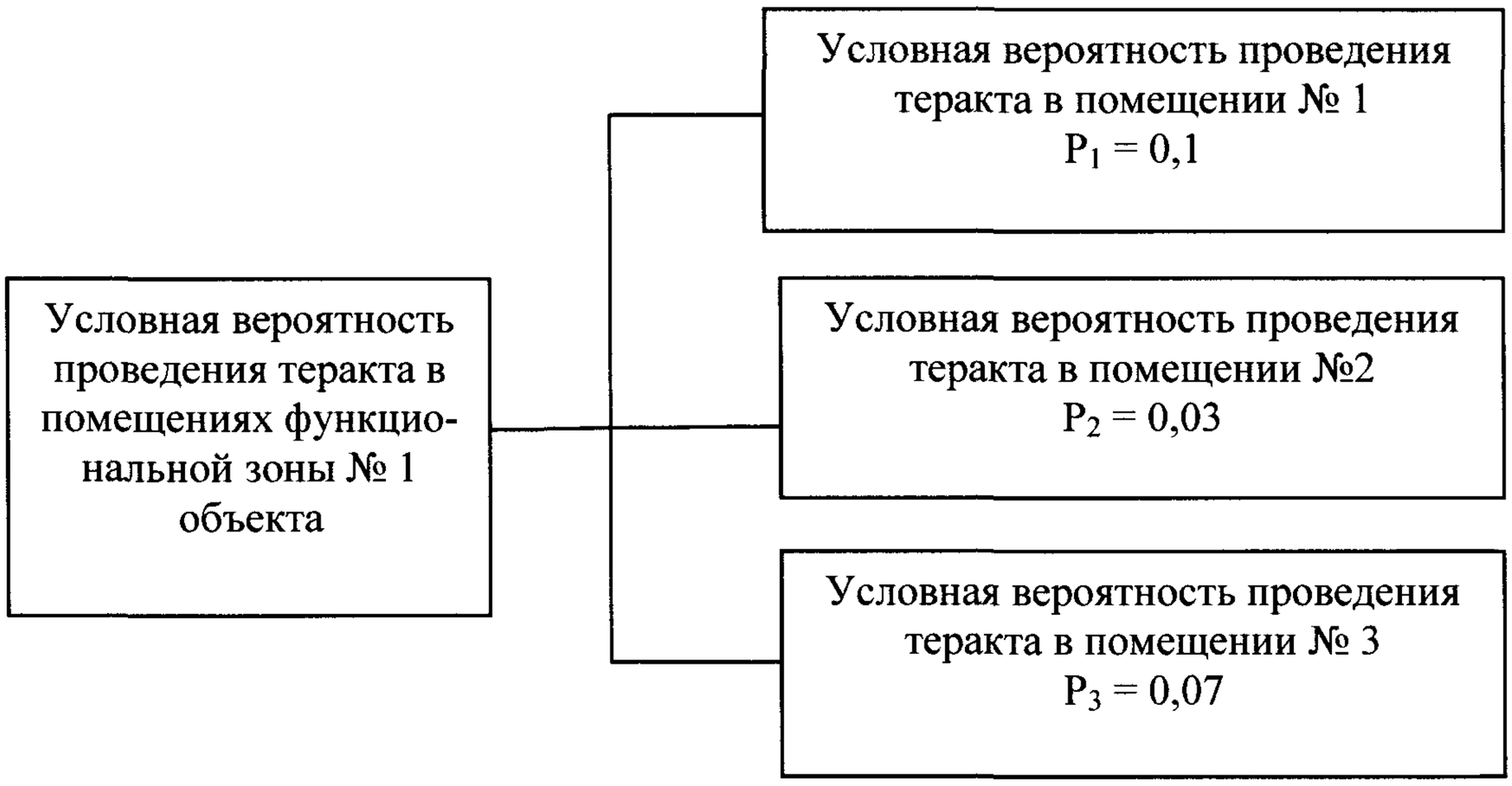


Рисунок Д.2 – Схема распределения условной вероятности проведения теракта в помещениях функциональной зоны объекта

В общем плане вероятность теракта в функциональной зоне (помещении) можно представить как:

$$P = P_i * (1 - P_{пресечен}), \quad (Д.2)$$

где P_i - условная вероятность проведения теракта в i –той функциональной зоне;

$P_{пресечен}$ – вероятность пресечения теракта силами службы безопасности объекта.

В свою очередь $P_{пресечен}$ определится зависимостью.

$$P_{пресечен} = 1 - [(1 - P_{отказа}) * (1 - P_{проникн}) * (1 - P_{сб})], \quad (Д.2)$$

где $P_{проникн}$ – вероятность обнаружения проникновения террориста (террористов) в функциональную зону (помещение) объекта;

$P_{сб}$ – вероятность того, что служба безопасности объекта пресечет проведение противоправных действий;

$P_{отказа}$ – вероятность отказа от проведения теракта в функциональной зоне.

Вероятность обнаружения проникновения террориста (террористов) в функциональную зону (помещение) объекта будет являться функцией оснащения объекта техническими средствами обеспечения безопасности, надеж-

ностью технических средств и способностью персонала правильно их эксплуатировать.

Вероятность того, что служба безопасности объекта пресечет проведение противоправных действий, будет являться функцией готовности персонала к действиям в экстремальных ситуациях.

Физический смысл формулы (Д.2) – количественная оценка влияния мероприятий антитеррористической защиты (внедрения технических средств обеспечения безопасности и организации службы безопасности) на снижение вероятности теракта в рассматриваемой функциональной зоне (помещении).

Следовательно, снижение вероятности теракта в рассматриваемой функциональной зоне (помещении), в конечном итоге - риска теракта, обеспечиваемое выполнением мероприятий антитеррористической защиты определится по формуле:

$$\frac{R_{АТЗ}}{R} = 1-\left([(1-P_{отказа})*(1-P_{проникн})*(1-P_{об})]\right), \quad (Д.3)$$

где RАТЗ – риск теракта с учетом предлагаемых мероприятий антитеррористической защиты;

R - риск теракта в отсутствии мероприятий антитеррористической защиты.

Используя предлагаемый подход, группа специалистов - экспертов может определить условную вероятность совершения теракта в функциональной зоне (помещении) объекта, затем с использованием формулы (Д.2) и (Д.3) оценить эффективность применяемых технических средств и сил безопасности. Выбор проектных решений с оптимальным соотношением «стоимость-безопасность» возможен подбором технических средств обеспечения безопасности и организацией охраны.

Для оценки рисков возможного теракта требуется экспертная группа квалифицированных специалистов.