**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«НАДЁЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК»**

**Выполнил:**

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20 г.

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**(подпись)**

**Проверил:**

**Москва 20..**

Вопрос № . Общая характеристика единичных показателей надежности. Расчет интенсивности отказов.

*Показателями надёжности* называют количественные характеристики одного или не­скольких свойств объекта, составляющих его надёжность. К таким характеристикам относят, например, временные понятия — наработку, наработку до отказа, наработку между отказа­ми, ресурс, срок службы, время восстановления. Значения этих показателей получают по ре­зультатам испытаний или эксплуатации.

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| ***Свойство надёжности*** | ***Единичный показатель надёжности*** |
| Безотказность | Вероятность безотказной работы  Средняя наработка на отказ  Гамма-процентная наработка до отказа  Средняя наработка на отказ  Интенсивность отказов  Параметр потоков отказов |
| Долговечность | Средний ресурс  Гамма-процентный ресурс  Назначенный ресурс  Средний срок службы  Гамма-процентный срок службы  Назначенный срок службы |
| Ремонтопригодность | Вероятность восстановления в заданное время  Среднее время восстановления  Интенсивность восстановления |
| Сохраняемость | Средний срок сохраняемости  Гамма-процентный срок сохраняемости. |

**Вероятность безотказной работы (ВБР)** объекта – вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникнет.

Статистически данная функция может быть выражена уравнением (1)

Р(t) = N(t)/ N0  (1),

где N(t) – число объектов исправно работающих в интервале времени [0, t]

N0  – число объектов в начале испытаний.

Вероятность того, что отказ произойдет за время не превышающее заданной величины t равна:

Q(t) = 1 - Р(t) (2),

**Интенсивность отказов** – это отношение числа отказавших объектов в единицу времени к среднему числу объектов, продолжающих исправно работать в данный интервал времени.

λ(t) = Δn(Δt)/N(t) Δt (3)

где **Δn(Δt) –** число отказов объекта за промежуток времени от (t-Δt/2) до (t+Δt/2)

N(t) = (Ni-1 + Ni)/2 (4)

**Ni-1 –** число исправно работающих объектов в начале интервала времени **Δt, Ni –** число исправно работающих объектов в конце интервала времени Δt.

**Средняя наработка на отказ –** это отношение наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки:

T0 = 1/n  (5)

где tср – время исправной работы между (i-1) и i-м отказами объекта; n – число отказов объекта.

**Параметр потока отказов ω(t)** характеризует среднее число отказов, ожидаемых на малом интервале времени, и равен

ω(t) = Δni(Δt)/NoΔt (6)

**Δni(Δt)** – общее число отказов восстанавливаемого объекта за интервал времени от (t-Δt/2) до (t+Δt/2)

**Гамма-процентный ресурс Tрγ%** - это наработка, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с заданной вероятностью ***γ***, выраженной в процентах. Гамма-процентный ресурс определяется по формуле (7):

*Tрγ%*  = *γ/100* (7)

**Назначенный ресурс** определяется как суммарная наработка объекта, при которой применение по назначению должно быть прекращено.

**Технический ресурс** – наработка объекта от начала его эксплуатации или возобновления эксплуатации после ремонта до наступления предельного состояния. Строго говоря, технический ресурс может быть регламентирован следующим образом: до среднего, капитального, от капитального до ближайшего среднего ремонта и т.п. Если регламентация отсутствует, то имеется в виду ресурс от начала эксплуатации до достижения предельного состояния после всех видов ремонтов.

**Средний срок службы Тсл** – математическое ожидание срока службы.

**Гамма-процентный срок службы** **Tсл%**– характеризуется календарной продолжительностью от начала эксплуатации объекта, в течение которой он не достигнет предельного состояния с заданной вероятностью, выраженной в процентах.

**Назначенный ресурс (срок службы)** – календарная продолжительность эксплуатации (в том числе, хранение, ремонт и т. п.) от ее начала до наступления предельного состояния.

**Вероятность восстановления** – вероятность того, что время восстановления работоспособного состояния объекта не превысит заданного.

Статистически среднее время восстановления равно

Tв = (1/n) (8)

Tвi – время обнаружения и устранения i-го отказа объекта.

**Средний срок сохраняемости** – это математическое ожидание срока сохраняемости.

**Гамма-процентный срок сохраняемости** – это срок сохраняемости, достигаемый объектом с заданной вероятностью, выраженной в процентах.

Вопрос № . Использование логико-графических методов при моделировании аварийных ситуаций на пожаровзрывоопасных объектах.

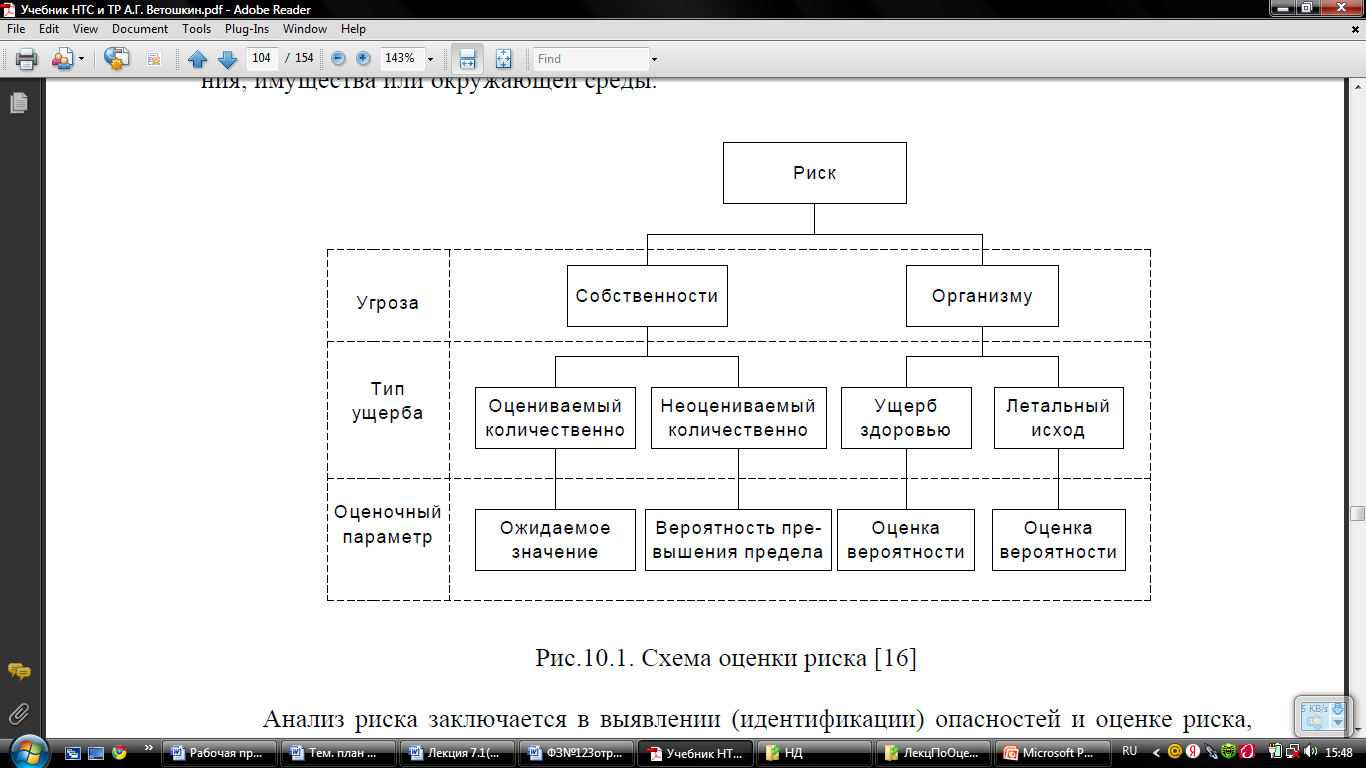
Практика показывает, чтовозникновение и развитие крупных аварий, как правило, характеризуется комбинациейслучайных локальных событий, возникающих с различной частотой на разных стадияхаварии (отказы оборудования, человеческие ошибки, внешние воздействия,разрушение, выброс, пролив вещества, рассеяние веществ, воспламенение, взрыв,интоксикация и т.д.). Для выявления причинно-следственных связей между этимисобытиями используют логико-графические методы анализа «деревьев отказов исобытий».

При**анализе деревьев отказов** (АДО, FaultTree Analysis -FTA) выявляются комбинации отказов (неполадок) оборудования, ошибокперсонала и внешних (техногенных, природных) воздействий, приводящих косновному событию (аварийной ситуации). Метод используется для анализавозможных причин возникновения аварийной ситуации и расчета ее частоты (наоснове знания частот исходных событий).

**Анализ дерева событий** (АДС, Event Tree Analysis - ЕТА) - алгоритмпостроения последовательности событий, исходящих из основного события(аварийной ситуации). Используется для анализа развития аварийной ситуации.Частота каждого сценария развития аварийной ситуации рассчитывается путемумножения частоты основного события на вероятность конечного события (например,аварии с разгерметизацией аппарата с пожаровзрывоопасным веществом взависимости от условий могут развиваться как с воспламенением, так и безвоспламенения вещества).

Методы деревьев отказов исобытий - трудоемки и применяются, как правило, для анализа проектов илимодернизации сложных технических систем и производств.

Анализ риска или риск-анализ – это систематическое использование имеющейся информации для выявления опасностей и оценки риска для отдельных лиц или групп населения, имущества или окружающей среды.



**Рис. 1 Схема оценки риска**

Анализ риска заключается в выявлении (идентификации) опасностей и оценке риска, когда под опасностью понимается источник потенциального ущерба или вреда или ситуация с возможностью нанесения ущерба, а под идентификацией опасности – процесс выявления и признания, что опасность существует, и определение ее характеристик. Применение понятия риск, таким образом, позволяет переводить опасность в разряд измеряемых категорий. Риск фактически есть мера опасности.

Оценка риска включает в себя анализ частоты, анализ последствий и их сочетание. ***Анализ риска проводится по следующей общей схеме***:

1. *Планирование и организация;*

*2. Идентификация опасностей;*

*2.1. Выявление опасностей;*

*2.2. Предварительная оценка характеристик опасностей;*

*3. Оценка риска;*

*3.1. Анализ частоты;*

*3.2. Анализ последствий;*

*3.3. Анализ неопределённостей;*

*4. Разработка рекомендаций по управлению риском.*

Анализ опасностей с помощью «*дерева причин*» потенциальной аварии (АОДП) или идентичного ему «*дерева отказов*» позволяет выявить комбинации отказов (неполадок) оборудования, ошибок персонала и внешних (техногенных, природных) воздействий, приводящих к основному событию, т.е. аварийной ситуации.

Метод используется для анализа возникновения аварийной ситуации и расчёта её вероятности (на основе задания вероятностей исходных событий).

Анализ опасных ситуаций с помощью «дерева» выполняют в следующем порядке:

- выбирают потенциальную аварию или отказ, который может привести к аварии;

- выявляют все факторы, которые могут привести к заданной аварии, включая все потенциальные инциденты;

- по результатам этого анализа строят ориентированный граф-«дерево», вершина (корень) которого занумерована потенциальной аварией.

Проведение анализа возможно только после детального изучения рабочих функций всех компонентов рассматриваемой технической системы. На работу системы оказывает влияние человеческий фактор, например, возможность совершения оператором ошибки. Поэтому желательно все потенциальные инциденты – «отказы операторов» вводить в содержание «дерева отказов».

Вопрос № . Концепция национальной безопасности Российской Федерации.

**КОНЦЕПЦИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ** — политический документ, отражающий совокупность официально принятых взглядов на цели и государственную стратегию в области обеспечения безопасности личности, общества и государства от внешних и внутренних угроз политического, экономического, социального, военного, техногенного, экологического, информационного и иного характера с учетом имеющихся ресурсов и возможностей. К.н.б. РФ — это не только политический, но и юридический документ. Она утверждена Указом Президента РФ от 17 декабря 1997 г. № 1300 (в ред. Указа Президента РФ от 10 января 2000 г. № 24).

Структурно К.н.б. РФ состоит из преамбулы и четырех разделов: "Россия в мировом сообществе", "Национальные интересы России", "Угрозы национальной безопасности Российской Федерации", "Обеспечение национальной безопасности Российской Федерации". К.н.б. РФ закрепляет систему национальных интересов России, которая представлена совокупностью основных интересов личности, общества и государства. К.н.б. РФ определяет, что: а) на современном этапе интересы личности состоят в реальном обеспечении конституционных прав и свобод, личной безопасности, в повышении качества и уровня жизни, в физическом, духовном, интеллектуальном развитии; б) интересы общества включают в себя упрочение демократии, достижение и поддержание общественного согласия, повышение созидательной активности населения и духовное возрождение России; в) интересы государства состоят в защите конституционного строя, суверенитета и территориальной целостности России, в установлении политической, экономической и социальной стабильности, в безусловном исполнении законов и поддержании правопорядка, в развитии международного сотрудничества на основе партнерства.

В обеспечении национальной безопасности РФ принимают участие все органы государственной власти: 1) Президент РФ в пределах своих конституционных полномочий руководит органами и силами обеспечения национальной безопасности и в этих целях санкционирует действия по обеспечению национальной безопасности в различных сферах; формирует, реорганизует и упраздняет подчиненные органы и силы обеспечения национальной безопасности; выступает с посланиями, обращениями и директивами по проблемам национальной безопасности; 2) палаты Федерального Собрания РФ с учетом К.н.б. РФ формируют законодательную базу в этой сфере; 3) Правительство РФ обеспечивает выполнение целевых федеральных программ, планов и директив в области обеспечения национальной безопасности; осуществляет меры по обеспечению финансовыми и материальными ресурсами сил, средств и органов национальной безопасности РФ; 4) Совет Безопасности РФ на основе рассмотрения стратегических проблем внутренней, внешней и военной политики РФ разрабатывает рекомендации и предложения по осуществлению стратегии и текущей политики обеспечения национальной безопасности; координирует деятельность системы обеспечения национальной безопасности РФ по разработке стратегии в области внешней, внутренней и военной политики, военно-технического сотрудничества и информационной безопасности; контролирует реализацию федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов РФ стратегии и текущей политики в этих областях.

Совет Безопасности РФ ответствен перед Президентом РФ за своевременное выявление угроз национальной безопасности РФ, за подготовку оперативных решений по предотвращению чрезвычайных ситуаций и разработку основных направлений стратегии обеспечения национальной безопасности РФ. В случае возникновения непосредственной угрозы национальной безопасности РФ Совет Безопасности вырабатывает необходимые предложения для принятия соответствующих решений; 5) на федеральные органы исполнительной власти и органы исполнительной власти субъектов РФ возлагаются обязанности выполнения решений Президента РФ, Правительства РФ, Совета Безопасности РФ, федеральных программ, планов и директив в области обеспечения национальной безопасности.

Вопрос № 92. Задача.

**Исходные данные для решения задачи**:

Резервуар горизонтальный стальной с ацетальдегидом объемом 500 м3. Степень заполнения резервуара - 80% (по объему). Температура ацетальдегида 10°С, нормальная температура кипения ацетальдегида: 570С. Плотность ацетальдегида 783 кг/м3. Статистическая вероятность выброса ацетальдегида из резервуара – 10-3 год-1. Расстояние до человека, для которого определяется величина индивидуального риска – 36 м, до жилого массива – 100 м, до соседнего резервуара – 5 м.

**Решение:**

Для решения задачи воспользуемся методикой расчета пожарного риска на производственных объектах, утверждённой Приказом МЧС России от 10.07.2009 г. № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» (Приложение 1) и Приложением Э ГОСТ Р 12.3.047-98 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

**Построение структурно-логической схемы развития аварии**

**(«Дерево событий») для ЛВЖ, ГЖ**

Указанные на структурно-логической схеме развития аварии («Дерево событий») (рис. 1.1) вероятности приняты в примере условно. Рекомендуемые значений вероятностей приведены в Приказе МЧС России от 10.07.2009 г. № 404 «Об утверждении методики определения расчётных величин пожарного риска на производственных объектах»

По статистическим данным об авариях на установках данного типа определяем, что наиболее вероятным будет развитие аварии по следующим сценариям (рис. 1.1):

А2 – факельное горение, тепловое воздействие факела приводит к разрушению близлежащего резервуара и образованию «огненного шара» (0,04).

А3 – мгновенный выброс продукта с образованием «огненного шара» (0,01).

А5 – мгновенной вспышки не произошло, меры по предотвращению пожара успеха не имели, возгорание пролива (0,1).

А7 – сгорание облака парогазовоздушной смеси (0,4).

А9 – сгорание облака с развитием избыточного давления в открытом пространстве (0,43).

Выброс паров ацетальдегида,

Qав**.**

С мгновенным воспламенением,

0,05

Без мгновенного воспламенения,

0,95

Факельное горение струи,

0,04

«Огненный шар»,

0,01

Нет воспламенения, 0,45

Воспламенение ацетальдегида,

0,5

Прекраще­ние горения или ликви­дация ава­рии,

0,02

Разру­шение сосед­него оборудо­вания,

0,02

Эф­фекта «до­мино» нет,

0,001

Разру­шение сосед

него обору­дования,

0,009

Лик­вида­ция аварии, 0,35

Отсут­ствие источ­ника,

0,1

По­жар про­лива,

0,1

Горе­ние или взрыв об­лака,

0,4

Рис. 1.1. Структурно-логическая схема развития аварии с выбросом ацетальдегида из горизонтального резервуара

**Расчёт вероятности развития аварии по каждому сценарию**

Выполним оценку вероятности развития аварии по отдельным сценариям.

Вероятность факельного горения:



Вероятность образования «огненного шара»:



Вероятность горения пролива:



Вероятность сгорания облака:



Вероятность сгорания облака с образованием избыточного давления:



Вероятности развития аварии в остальных случаях принимаем равными 0.

**Расчёт условной вероятности поражения человека в результате воздействия поражающих факторов**

Определение условной вероятности поражения человека производим посредством определения значений пробит-функции Pr, которые определяются величиной параметров поражающих факторов. Расчет параметров поражающих факторов производим в соответствии с методиками, представленными в методических указаниях по выполнению контрольной расчётно-графической работы Приложениях 1, 2, 3 и 4. Под квазимгновенным разрушением резервуара следует понимать внезапный (в течение секунд или долей секунд) распад резервуара на приблизительно равные по размеру части.

**Расчёт параметров волны давления при сгорании газопаровоздушной смеси в открытом пространстве**

*а) Рассчитываем приведенную массу mпр:*

,

где *r* - расстояние от центра резервуара, м;

** - эффективная энергия взрыва, рассчитываемая по формуле:



,

k - доля энергии волны давления (допускается принимать равной 0,5);

** - удельная теплоемкость жидкости (допускается принимать равной

2000 Дж/(кг⋅К));

*m* - масса ЛВЖ, ГЖ или СУГ, содержащаяся в резервуаре, кг;

*Т* - температура жидкой фазы, К;

*Тb* - нормальная температура кипения, К.

t- температура метилацетата 10°С



(К)

(К)

*б) Рассчитываем избыточное давление Δр: 3 штуки*

*Для жилого массива:*





*Для персонала:*





*Для соседнего резервуара:*





*в) Находим импульс волны давления I+: 3 штуки*

Для жилого массива:





Для персонала:





Для соседнего резервуара:





**Расчёт интенсивности теплового излучения «огненного шара»**

*а) Находим массу горючего т в «огненном шаре»:*



*б) Определяем эффективный диаметр огненного шара DS (м):*



где *m* - масса продукта, поступившего в окружающее пространство, кг.

Величину *Н* допускается принимать равной *DS/2*.



*в) Определяем угловой коэффициент облучённости,*

*принимая H=Ds/2=****167****(м.):*

,

где *Н* - высота центра огненного шара, м;

*DS* - эффективный диаметр огненного шара, м;

*r* - расстояние от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром огненного шара, м.

Эффективный диаметр огненного шара *DS* (м) определяется по формуле:



где *m* - масса продукта, поступившего в окружающее пространство, кг.

Величину *Н* допускается принимать равной *DS/2*.

Для жилого массива:



Для персонала:



Для соседнего резервуара:



*г) Определяем время существования огненного шара tS (сек.):*

Время существования огненного шара *tS* (с) определяется по формуле:

.



*д) Определяем коэффициент пропускания атмосферы τ :*

Коэффициент пропускания атмосферы *τ* для огненного шара рассчитывается по формуле:

.

Для жилого массива:



Для персонала:



Для соседнего резервуара:



*е) Определяем интенсивность теплового излучения q (кВт/м2) огненного шара:*

Интенсивность теплового излучения *q* (кВт/м2) для пожара пролива ЛВЖ, ГЖ или СУГ определяется по формуле:



где ** - среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени, кВт/м2 (допускается принимать ** равной 450 кВт/м2);

 - угловой коэффициент облученности;

*τ* - коэффициент пропускания атмосферы.

Для жилого массива:



Для персонала:



Для соседнего резервуара:



*ж) Определим зону теплового излучения:*

Для жилого массива:



Для персонала:



Для соседнего резервуара:



**Расчёт интенсивности теплового излучения от пожаров пролива ЛВЖ, ГЖ или СУГ**

Расчёт интенсивности теплового излучения проводим в соответствии с разделом VI Приложения 3 к пункту 18 Методики определения расчётных величин пожарного риска для производственных объектов, утверждённой Приказом № 404 МЧС России от 10.07.2009 г. (Приложение 4).

*а) Определяем площадь пролива (м2):*

,

где

f = 20 м-1 – спланированное грунтовое покрытие;



*б) Определяем эффективный диаметр пролива d (м):*

Эффективный диаметр пролива *d* (м) рассчитывается по формуле:

,

где *F* - площадь пролива, м2



*в) Определяем высоту пламени Н (м), принимая m’=0,06 кг/(м2⋅с) (табл. П4.1),*

Высота пламени *Н* (м) определяется по формуле:

,

где  - удельная массовая скорость выгорания топлива (Приложение 4, Табл. П4.1), кг/(м2⋅с);

*ρа* - плотность окружающего воздуха, (1,2 кг/м3);

*g* - ускорение свободного падения (9,81 м/с2).



*г) Определяем угловой коэффициент облученности Fq: (Приложение 4)*

Угловой коэффициент облученности *Fq* определяется по формуле:

,

где *FV, FH* - факторы облученности для вертикальной и горизонтальной площадок соответственно, которые определяются по формулам:

; ;

;

;

;

,

где *r* - расстояние от геометрического центра пролива до облучаемого объекта, м;

*d* - эффективный диаметр пролива, м;

*H* - высота пламени, м.

***Для жилого массива:***













Тогда, 

*Соседний резервуар при пожаре пролива и персонал обычно попадают в зону пролива, поэтому угловой коэффициент облученности для них не рассчитывается.*

*д) Определяем коэффициент пропускания атмосферы τ :*

Коэффициент пропускания атмосферы *τ* для пожара пролива определяется по формуле:



***Для жилого массива:***



*е) Определяем интенсивности теплового излучения q:*

Полученные значения Ef, Fq и τ подставляем в формулу и находим значение интенсивности теплового излучения q:

***Для жилого массива****:*



**Определение значений пробит-функций Рr**

Для полученных значений параметров поражающих факторов определяем величины пробит - функций Рr по формулам, приведенным в Приложениях 2, 3, 4методических рекомендаций по выполнению расчетно-графической работы.

рассчитывают величину пробит-функции Prпо формуле

****

Где: *t* — эффективное время экспозиции, с;

*q* — интенсивность теплового излучения, кВт ⋅ м–2.



где: Δ*Р* — избыточное давление, Па;

*I+* — импульс волны давления, Па ⋅ с.

***Для жилого массива***:

1. 





2)

3) Величину *t* для пожаров проливов ГЖ и твердых материалов находят:



где *m* - масса горючего вещества, участвующего в образовании огненного шара, кг;

t0 - характерное время, за которое человек обнаруживает пожар и принимает решение о своих дальнейших действиях, сек., (может быть принято равным 5);

*х* - расстояние от места расположения человека до безопасной зоны (зона, где интенсивность теплового излучения меньше 4 кВт/м2);

*u* - средняя скорость движения человека к безопасной зоне, м/с (принимается 5 м/с).

Условная вероятность поражения человека, попавшего в зону непосредственного воздействия пламени пожара пролива или факела, принимается равной 1.



4) Определяем условную вероятность поражения человека

(Приложение 1 Таблица П1.2):

.

5) Расчёт индивидуального риска:

R=0,1·4,3·10-4 + 1·1·10-5 + 1·1·10-4 = 1,53·10-4 год-1

***Для персонала***:

1) 





2)

3) Определяем условную вероятность поражения человека

(Приложение 1 Таблица П1.2):

.

4) Расчёт индивидуального риска:

R=0,992·4,3·10-4 + 1·1·10-5 + 1·1·10-4 = 5,36·10-4 год-1

***Для соседнего резервуара***:

1) 





2)

3) Определяем условную вероятность поражения человека

(Приложение 1 Таблица П1.2):

.

4) Расчёт индивидуального риска:

R=1·4,3·10-4 + 1·1·10-5 + 1·1·10-4 = 5,4·10-4 год-1

***Ответ***: Значение индивидуального риска при разгерметизации резервуара с ацетальдегидом для человека, находящегося в жилом массиве на расстоянии 100 м от источника опасности, составляет 1,53·10-4 год-1, для персонала на расстоянии 36 метров от источника опасности 5,36·10-4 год-1, а для соседнего резервуара находящегося на расстоянии 5 метра от источника опасности 5,4·10-4 год-1.

По величине значений поражающих факторов можно сделать вывод о том, что в зданиях жилого массива на расстоянии 100 м от аварийного резервуара значительных повреждений от волны избыточного давления наблюдаться не будет, тогда как для персонала, находящегося на расстоянии 36 м волна избыточного давления (125 кПа) приведёт к гибели людей, а кроме того, в случае аварии соседний резервуар также будет полностью уничтожен волной избыточного давления. Величина интенсивности теплового излучения от «огненного шара» достигнет огромных величин при аварии также величина эффективного диаметра огненного шара достигнет значения 334,1 метра, что вызовет как минимум ожоги III степени персонала и у населения в жилом массиве.

Таким образом, можно сделать вывод, что при возникновении ЧС ситуации на резервуаре с хранением ацетальдегида могут произойти непоправимые последствия как для самого производства, так для персонала и окружающей среды которые могут привести к еще более масштабным чрезвычайным ситуациям. Поэтому целесообразно обеспечение всех мер пожарной и взрывопожарной безопасности обучение персонала знаниям противопожарного минимума и выполнение им всех положенных инструкций по эксплуатации данного резервуара.