**ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ
ВОЗНИКНОВЕНИЕ ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ**

Цель работы – знакомство с основами системного анализа безопасности, построением структурных схем причин проявления опасностей, расчётом вероятности возникновения опасных ситуаций и риска поражения человека.

**1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

- ознакомиться с п. 2;

- по указанию преподавателя выбрать вариант задания

- по описанию опасной ситуации построить структурную схему дерево причин её возникновения, используя п. 2 и приведённый в приложении пример расчёта;

- аналогично построить структурную схему риска гибели человека;

- составить зависимости по расчёту вероятности возникновения
опасной ситуации и риска гибели человека;

- используя таблицу исходных данных, выполнить расчёт и найти
численное значение вероятности возникновения опасной ситуации и риск
гибели человека (*R*);

- в выводах по работе результаты расчёта риска гибели человека
сравниваются с приемлемым риском для непрофессиональной деятельности, а для профессиональной деятельности определяется категория безопасности для данной опасной ситуации, указывается также, на какие причины, формирующие вероятности безотказной работы систем спасения человека Ротк и *R* прежде всего необходимо повлиять, чтобы уменьшить риск
гибели человека.

**2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Безопасность жизнедеятельности (БЖД) – это научная дисциплина,
изучающая опасности, угрожающие человеку во всех сферах его деятельности, устанавливающая причины проявления опасностей и разрабатывающая организационные мероприятия и технические средства, обеспечивающие безопасность человека с определённой степенью вероятности. Условия, при которых создаётся возможность проявления опасности, называются опасной ситуацией. Движущими силами возникновения опасности являются причины. Проявление причин и опасностей носит случайный характер и определяется вероятностными характеристиками.

Количественная оценка опасности, вероятность проявления нежелательного для человека события называется риском (*R*).
Для оценки риска гибели человека при непрофессиональной деятельности пользуются понятием «приемлемый риск», за максимальную величину которого принято значение *R* = 10-6 за год.

Профессиональная деятельность по риску гибели человека делится
на четыре категории безопасности:

1) безопасная (*R* < 10-4);

2) относительно безопасная (*R* = 10-4 – 10-3);

3) опасная (*R* составляет более 10-3 до 10-2);

4) особо опасная (R > 10-2).

Для того чтобы выявить причины, влияющие на появление нежелательных для человека событий, используют методы системного анализа безопасности и элементы логики.

Любая опасность есть следствие некоторой причины (причин), которая в свою очередь является следствием другой причины и т.д. Причины и
опасности образуют сложные цепные структуры, напоминающие по своей
форме ветвящееся дерево, поэтому такие образы называют «дерево причин», «дерево опасностей», «дерево событий», «дерево вероятностей возникновения опасностей». Построив такие схемы, и имея статистические
данные о вероятности проявления причин, можно определить вероятность
возникновения опасности, риск поражения человека и найти степень безопасности данного вида деятельности. При рассмотрении структурной схемы можно выявить причины, на которые следует влиять предупредительными мерами, чтобы уменьшить риск гибели человека в данной системе.

**Элементарные сведения по теории вероятностей**

Вероятность Р(А) любого события А вычисляется как отношение
числа *m* благоприятных случаев событию А к общему числу случаев *n*.

Р(А) = *m*/ *n*.

Вероятность Р(А) любого события А определяется неравенством

0 ≤ Р(А) ≤ 1.

Если Р(А) = 1, то А достоверно; если Р(А) = 0 то А невозможно. Суммой двух событий A и B называют событие C, состоящее в выполнении события A или события B, или обоих вместе. Суммой нескольких событий называется событие, состоящее в появлении хотя бы одного из событий.

Произведением двух событий A и B называют событие C, состоящее
в совместном выполнении события A и события B. Произведением нескольких событий называют событие, состоящее в совместном выполнении всех этих событий.

Вероятность суммы двух несовместных событий равна сумме вероятностей этих событий:

Р(А+B) = Р(А)+ Р(B). (2.1)

Несколько событий называют несовместными, если никакие два из
них не могут появиться вместе. В том случае, когда события A и B совместны, вероятность суммы этих событий выражается формулой:

Р(А+B) = Р(А)+ Р(B) – Р(АB). (2.2)

Аналогично вероятность суммы трех совместных событий вычисляется по формуле

Р(А+B+C)= Р(А)+ Р(B) + Р(C) – Р(АB) – Р(АC) – Р(BC)+ Р(АBC). (2.3)

Вероятность произведения независимых событий равна произведению вероятностей этих событий. При построении структурных схем используют символы событий (рис. 2.1) и логические операции, называемые вентилями (рис. 2.2).



Рис. 2.1. Символы событий: *а* – круг: исходное

событие, обеспеченное достаточными

данными (ИСОДД); *б* – прямоугольник: событие,

вводимое логическим элементом ( СВЛЭ)

Логические операции (вентили) подразумевают определённые математические действия по вычислению вероятностей.



Рис. 2.2. Логические операции (вентили): *а* – логическое произведение (вентиль «И»); *б*, *в* – логическая сумма (вентиль «ИЛИ»); *г* – знак, показывающий, что событие имеет два взаимно исключающих друг друга исхода (вентиль «ДИ»)

Вентиль «И» (рис. 2.2, *а*) указывает, что перед тем, как произойдёт
событие А, должны произойти оба события Б и В.
Вероятность совершения события А равна произведению вероятностей Б и В:

Р(А) = Р(В)Р(Б). ( 2.4)

Вентиль «ИЛИ» указывает, что для того чтобы произошло событие Г
(рис.2.2, *б*) должно произойти событие Д или Е, или оба события вместе.
Для совместных событий в соответствии с (2.2.):

Р(Г) = Р(Д)+Р(Е) – Р(ДЕ) ( 2.5)

Для случая, изображённого на рис. 2.2, *в,* в соответствии с (2.3):

Р(Г) = Р(Д)+Р(Е)+Р(Ж) – Р(ДЕ) – Р(ЕЖ) – Р(ДЖ) + Р(ДЕЖ) (2.6.)

Вентиль «ДИ» (рис.2.2, *г*) указывает, что независимые события имеют два взаимно исключающих друг друга исхода, т.е. событие А1 будет
противоположным А

Р(А1) = 1 – Р(А) (2.7)

На рис. 2.3 показаны примеры применения комбинаций вентилей для
анализа вероятностей событий.



Рис. 2.3. Примеры использования вентилей: *а* – вероятность отказа системы, где Р(В), Р(С), Р(Д) – вероятности безотказной работы элементов системы (вентили «ДИ», «И»); *б* – риск гибели человека (*R*) при воздействии опасного фактора, где Р(Б) – вероятность возникновения опасной ситуации; Р(В) – вероятность воздействия опасных факторов с уровнями смертельными для человека; Р(С), Р(Д), Р(Е) – вероятности независимых событий, отражающих эффективность средств спасения людей (вентиль «И»
для событий Б и В и вентили «И», «ДИ» для событий С, Д, Е)

Для случая, изображенного на рис. 2.3, *а*, вероятность события Р(А)=
= 1 – Р(В) Р(С) Р(Д); на рис. 2.3, *б* – R = Р(А) = Р(Б) Р(В)(1 – Р(С))(1 –
– Р(Д))(1 – Р(Е)).

**3 ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ**

**Вариант 1**

1. Задание

Найти вероятность гибели судна при посадке на мель и риск гибели
человека при профессиональной деятельности.

2. Описание причин возникновения опасной ситуации

2.1. Вероятность гибели судна Рг.с (вентиль «И») определяется вероятностью возникновения аварийной ситуации Ра.с (СВЛ*Э*), гибели судна
с угрозой для жизни человека при этом виде аварии Рг.а (СВЛЭ) и отказом
систем управления судном и обеспечения безопасности Ротк. (СВЛ*Э*).

2.1.1. Вероятность Ра.с(«И») определяется возможной ошибкой экипажа Рош (СВЛЭ), возможным наличием в районе плавания мелей Рм(ИСОДД) и несоответствием осадки судна проходимым глубинам
Рг(ИСОДД).

Вероятность Рош.(«ИЛИ») может определяться одной из следующих
причин:

– недостаточной профессиональной подготовкой экипажа
Р1(ИСОДД);

– несогласованностью действий экипажа Р2(ИСОДД);

– невнимательностью Р3(ИСОДД).

2.1.2. Вероятность Рг.а(«И») определяется наличием повреждения
корпуса Рп.к (ИСОДД) и потерей плавучести или остойчивости
Рп.п(ИСОДД).

2.1.3. Вероятность Ротк. («ДИ», «И») обусловлена безотказностью работы навигационных приборов Рн.п(ИСОДД) и эффективностью систем
спасения судна Рс.с(ИСОДД).

2.2. Риск гибели человека *R* (вентиль «И») определяется вероятностью гибели судна при посадке на мель Рг.с(ИСОДД), вероятностью воздействия опасных факторов с уровнями, смертельными для человека Рс.у
(ИСОДД), эффективностью работы систем оповещения об аварии («ДИ»)
Роп.(ИСОДД), возможной степенью удаления судна от береговой линии
(«ДИ») Руд.(ИСОДД), возможно неблагоприятными гидрометеоусловиямми
Ргм(ИСОДД) и эффективностью средств эвакуации и спасения («ДИ»)
Рэв.(ИСОДД).

3. Исходные данные для расчёта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение  | Рм  | Рг  | Р1  | Р2  | Р3  | Рп.к  | Рп.п  | Рн.п  | Рс.с |
| Вероятность  | 0,10  | 0,25  | 0,15  | 0,30  | 0,55  | 0,55  | 0,75  | 0,55  | 0,35 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение  | Рсу  | Роп  | Руд  | Ргм  | Рэв |
| Вероятность  | 0,65  | 0,75  | 0,55  | 0,75  | 0,45 |

**Вариант 2**

1. Задание

Найти вероятность возникновения пожара в здании, вызванного нарушением правил эксплуатации кухонных плит и риск гибели человека
при непрофессиональной деятельности.

2 Описание причин возникновения опасной ситуации

2.1. Вероятность возникновения пожара Рп (вентиль «И») определяется вероятностью возникновения загорания в узле Рзаг.(СВЛЭ), нахождением в этом узле такого количества вещества, которое представляет пожарную опасность Рв(ИСОД*)* перерастанием загорания в пожар
Рпож.(ИСОДД) и вероятностью отказа системы тушения пожара
Ротк.(СВЛЭ).

2.1.1 Вероятность Рзаг(«И») определяется возможным возникновением ситуации связанной с образованием в узле пожароопасной среды
Рс(ИСОДД), наличием источника возгорания Рвз.(СВЛЭ) и возможностью
того, что среда окажется горючей Рг.с(ИСОДД)

Вероятность Рвз(«ИЛИ») может определяться одной из следующих
причин, связанных с эксплуатацией кухонных плит:

- оставленная без присмотра включённая газовая плита Р1(ИСОДД);

- расположение портьер и штор вблизи плиты Р2(ИСОДД);

- перегрев пищевых масел Р3.

2.1.2. Вероятность Ротк.(«ДИ», «И») обусловлена степенью безотказной работы системы обнаружения загорания Роб.(ИСОДД), безотказной работы установок пожаротушения Ру.п(ИСОДД) и достаточной их эффективностью Рэ.у(ИСОДД).

2.2. Риск гибели человека R («И») определяется вероятностью возникновения пожара Рп( ИСОДД), вероятностью воздействия опасных факторов пожара с уровнями смертельными для человека Рс.у(ИСОДД), эффективностью применения простейших средств защиты и подручных средств эвакуации («ДИ») Рп.с (ИСОДД), правильностью действий при пожаре («ДИ») Рпр.д(ИСОДД) и эффективностью эвакуации с помощью специальных средств («ДИ») Рэ.с(ИСОДД).

3. Исходные данные для расчёта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение  | Рв  | Рпож. | Рс  | Рг.с  | Р1  | Р2  | Р3  | Роб.  | Ру.п |
| Вероятность  | 0,25  | 0,65  | 0,45  | 0,35  | 0,25  | 0,40  | 0,35  | 0,35  | 0,55 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение  | Рэ.у  | Рс.у  | Рп.с  | Рпр.д  | Рэ.с |
| Вероятность  | 0,35  | 0,75  | 0,35  | 0,25  | 0,45 |

**Вариант 3**

1. Задание

Найти вероятность аварии на химическом объекте и риск гибели человека при химическом заражении сильно действующими ядовитыми веществами (СДЯВ) в непрофессиональной деятельности.

2. Описание причин возникновения опасной ситуации

2.1. Вероятность химического заражения Рх.з (вентиль «И») определяется вероятностью взрыва в аппарате Рвзр.(СВЛЭ) и образования и распространения заражённого облака Робл.(СВЛЭ) до рассматриваемого объекта.

2.1.1. Вероятность Рвзр(«И») определяется возможностью выхода параметров процесса за критические значения Ркр.з(СВЛЭ), отказом в системе
контроля за параметрами процесса Ротк(СВЛЭ) и возможной потерей запаса
прочности аппарата Рпр(СВЛЭ).

Вероятность Ркр.з(«ИЛИ») может определяться выходом за критические значения следующих параметров:

- температуры Р1(ИСОДД);

- давления Р2(ИСОДД);

- объёма рабочей среды Р3(ИСОДД).

Вероятность Ротк.(«ДИ», «И») обусловлена безотказностью действия
средств контроля за параметрами процесса Рс.к(ИСОДД) и средств противоаварийной защиты Ра.з(ИСОДД).

Вероятность Рпр(«ИЛИ») определяется одной из следующих причин
потери прочности:

- в результате коррозии Р4(ИСОДД);

- механического износа Р5(ИСОДД);

- нарушения прочности сварных швов Р6(ИСОДД).

2.1.2. Вероятность Робл.(«ИЛИ») определяется:

- вероятностью возникновения характерного состояния атмосферы
Р7 (инверсия, изотермия, конвекция), при котором объект попадает в зону
химического заражения (ИСОДД);

- вероятностью возникновения преобладающего направления ветра
в зоне аварии Р8(ИСОДД), опасного с точки зрения переноса заражённого
облака до рассматриваемого объекта. Эти данные получают в результате прогнозирования химической обстановки.

2.2 Риск гибели человека R (вентиль «И») определяется вероятностью химического заражения Рх.з(ИСОДД), вероятностью получения человеком поражающей токсодозы Ртд(ИСОДД); эффективностью надёжного
оповещения об аварии («ДИ») Роп(ИСОДД), применения средств индивидуальной защиты («ДИ») Рсиз ( ИСОДД); возможностью укрытия в убежище («ДИ») Руб.(ИСОДД) и эвакуации населения («ДИ») Рэв.(ИСОДД).

3. Исходные данные для расчёта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение  | Р1  | Р2  | Р3  | Рс.к  | Ра.з  | Р4  | Р5  | Р6  | Р7 |
| Вероятность  | 0,25  | 0,65  | 0,10  | 0,65  | 0,75  | 0,15  | 0,65  | 0,20  | 0,35 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение  | Р8  | Ртд  | Роп  | Рсиз  | Руб  | Рэв |
| Вероятность  | 0,65  | 0,25  | 0,90  | 0,75  | 0,65  | 0,75 |

**Вариант 4**

1. Задание

Найти вероятность взрыва в производственном помещении и риск гибели человека (профессиональная деятельность):

а) при действии ударной волны в помещении, где произошёл взрыв;

б) действии ударной волны в соседних помещениях;

в) действии вторичного фактора – пожара, возникшего в результате
взрыва.

2. Описание причин возникновения опасной ситуации

2.1. Вероятность взрыва Рвзр. (вентиль «И») определяется вероятностью образования взрывоопасной воздушной смеси Рв.с(СВЛЭ) и наличием
источника зажигания Ри.з(СВЛЭ).

2.1.1.Вероятность Рв.с(«И») определяется вероятностью выхода параметров процесса за критические значения Рв.п (СВЛЭ), вероятностью создания взрывоопасной концентрации вещества Рв.к(ИСОДД) и вероятностью Ротк.(СВЛЭ), обусловленной степенью безотказности работы приборов и средств аварийной защиты Вероятность Рв.п(«ИЛИ») может определяться выходом за критические значения следующих параметров:

- температуры Р1(ИСОДД);

- давления Р2(ИСОДД);

- объёма рабочей среды Р3(ИСОДД).

Вероятность Ротк. («ДИ», «И») обусловлена степенью безотказности
приборов автоматического контроля за состоянием газовой среды
Ра.к(ИСОДД) и эффективностью работы аварийной вентиляции
Ра.в(ИСОДД).

2.1.2. Вероятность Ри.з(«ИЛИ») может быть обусловлена следующими причинами:

- нарушением правил безопасности при выполнении сварочных и
газорезательных работ Р4(ИСОДД);

- неисправностью сварочного оборудования Р5(ИСОДД);

- нарушение правил безопасности при хранении газовых баллонов
Р6(ИСОДД).

2.2. Риск гибели человека R («И») от ударной волны в помещении,
где произошёл взрыв, определяется вероятностью возникновения взрыва
Рвзр (ИСОДД) и вероятностью действия смертельно поражающих факторов
взрыва Рп.ф (СВЛЭ) («И»), которая в свою очередь определяется вероятностью наличия такого количества взрывчатой смеси, которое создаёт опасное избыточное давление Рр(ИСОДД) и вероятностью нахождения человека в зоне опасного избыточного давления Ризб.(ИСОДД).

2.3 Риск гибели человека R(«И») от ударной волны и от разрушений
в соседних помещениях и зданиях определяется вероятностью возникновения взрыва Рвзр.(ИСОДД) и вероятностью действия смертельно поражающих факторов взрыва Рп.ф(СВЛЭ). Вероятность Рп.ф.(«И») определяется вероятностью наличия такого количества взрывчатой смеси, которое приводит к разрушениям в соседних помещениях Рр.с(ИСОДД), вероятностью нахождения людей в этих помещениях, попадающих в зону разрушений Рн(ИСОДД) и степенью устойчивости этих помещений или зданий Руст.(«ДИ») (ИСОДД).

2.4. Риск гибели человека от вторичного опасного фактора взрыва –
пожара *R* («И») определяется вероятностью возникновения взрыва
Рвзр(ИСОДД), вероятностью возникновения пожара в результате взрыва
Рпож.(ИСОДД), вероятностью воздействия опасных факторов пожара с
уровнями смертельными для человека Рс.у(ИСОДД), эффективностью
средств тушения пожара («ДИ») Рс.т (ИСОДД) и эффективностью эвакуации людей («ДИ») Рэв ( ИСОДД).

3. Исходные данные для расчёта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение  | Рв.к  | Р1  | Р2  | Р3  | Ра.г  | Ра.в  | Р4  | Р5  | Р6 |
| Вероятность  | 0,25  | 0,35  | 0,40  | 0,25  | 0,65  | 0,85  | 0,30  | 0,35  | 0,35 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение  | Рр  | Ризб.  | Рр.с  | Рн  | Руст.  | Рпож.  | Рс.у  | Рс.т  | Рэв. |
| Вероятность  | 0,65  | 0,35  | 0,55  | 0,55  | 0,75  | 0,85  | 0,70  | 0,65  | 0,50 |

**Вариант 5**

1. Задание

Найти вероятность возникновения опасной ситуации при прикосновении человека к корпусу электрооборудования (рис. 1, *а*) или к металлическому корпусу бытового электроприбора (рис. 1, *б*), питающегося от сети с заземлённой нейтральной точкой трансформатора, при нарушении
изоляции и пробое фазы на корпус и риск гибели человека при возникновении этой опасной ситуации, по величине которого найти степень безопасности, считая деятельность профессиональной (*а*) и непрофессиональной (*б*).



Рис. 3.1 Схемы прикосновения человека к корпусу оборудования при пробое фазы на корпус

2. Описание причин возникновения опасной ситуации

2.1 Вероятность возникновения опасной ситуации при прикосновении человека к корпусу электрооборудования Ро.с.т (вентиль «И») определяется вероятностью прикосновения к корпусу Рпр(СВЛЭ), вероятностью нахождения корпуса под напряжением Рн(СВЛЭ) и вероятностью отказа систем защиты Ротк(СВЛЭ).

2.1.1.Вероятность Рпр.(«ИЛИ») может быть обусловлена одной из
следующих причин:

- неосторожностью Р1(ИСОДД);

- случайностью Р2(ИСОДД);

- нарушением правил электробезопасности и инструкций по эксплуатации Р3(ИСОДД).

2.1.2. Вероятность Рн(«ИЛИ») обусловлена нарушением изоляции
в результате действия следующих причин:

- высокие пусковые токи Р4(ИСОДД);

- механические повреждения Р5(ИСОДД);

- естественное старение изоляции Р6(ИСОДД).

2.1.3. Вероятность Ротк.(«ДИ») обусловлена эффективностью срабатывания защиты (зануление или защитное отключение) Рзащ (ИСОДД).

2.2. Риск гибели человека при поражении электрическим током *R*(«И») обусловлен вероятностью возникновения опасной ситуации
Рост(ИСОДД), прохождением через человека смертельно опасного тока
Ро.т(СВЛЭ), вероятностью нахождения человека под током длительное
время, превышающее допустимое Рвр(ИСОДД), вероятностью неблагоприятного воздействия психофизиологических факторов Рп.ф(ИСОДД) и эффективностью применения средств первой помощи при поражении током(«ДИ») Рп.п(ИСОДД). Вероятность Рот.(«И») обусловлена вероятностью снижения сопротивления тела человека Рс.ч(ИСОДД), сопротивления пола Рс.п(ИСОДД) и обуви Рс.об(ИСОДД) до значений, которые в сумме приведут к появлению смертельно опасного тока.

3. Исходные данные для расчёта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение  | Р1  | Р2  | Р3  | Р4  | Р5  | Р6  | Рзащ.  | Рс.ч  | Рс.п |
| Вероятность  | 0,32  | 0,38  | 0,30  | 0,25  | 0,35  | 0,40  | 0,75  | 0,25  | 0,10 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение  | Рс.об  | Рвр.  | Рп.с  | Рп.п |
| Вероятность  | 0,75  | 0,80  | 0,65  | 0,50 |

**4. СОДЕРЖАНИЕ И ФОРМА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**1. Название, номер практической работы, вариант.
2. Фамилия, инициалы, группа.
3. Формулировка задания.
4. Исходные данные.
5. Структурная схема причин возникновения опасной ситуации.
6. Структурная схема риска гибели человека.
7. Составление формул и расчёт.
8. Выводы.

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

**Пример расчёта**

1. Задание

Найти вероятность возникновения и развития пожара на судне и риск
гибели человека при профессиональной деятельности.

2. Описание причин возникновения опасной ситуации

2.1. Вероятность возникновения и развития пожара на судне Рп (вентиль «И») определяется вероятностью возникновения условий для зажигания Рзаж.(СВЛЭ), образования горючей смеси паров нефтепродуктов с воздухом Рг.с(СВЛЭ) и возможным отказом системы тушения пожара
Ротк.(СВЛЭ).

2.1.1. Вероятность Рзаж.(«И») определяется возможностью появления
источника зажигания Ри.з(СВЛЭ) и к тому же с достаточной мощностью
Ри.м(ИСОДД). Вероятность Ри.з(«ИЛИ») может определяться одной из следующих причин, обусловленных неисправностью электросети:

- перегрузкой электросети Р1(ИСОДД);

- нарушением изоляции Р2(ИСОДД);

- коротким замыканием Р3(ИСОДД).

2.1.2. Вероятность Рг.с(«И») определяется возможностью появления
паров нефтепродуктов Рп.н(СВЛЭ) и созданием пожароопасной концентрации паров с воздухом Рв(ИСОДД). Вероятность Рп.н(«И») определяется
возможностью появления разлива легковоспламеняющейся жидкости
Рр.ж(СВЛЭ) и недостаточной производительностью системы вентиляции
Рвен.(ИСОДД). Вероятность Рр.ж («ИЛИ») определяется одной из следующих причин:

- возможным подтеканием топлива в системе Р4(ИСОДД);

- нарушением правил безопасности при работе с легковоспламеняющейся жидкостью Р5(ИСОДД).

2.1.3. Вероятность Ротк.(«ДИ», «И») обусловлена степенью безотказности работы системы обнаружения загорания Ро.з(ИСОДД), применением
первичных способов тушения локальных очагов загорания Рл.з(ИСОДД) и
степенью эффективности работы установки тушения пожара Рэ.т(ИСОДД).

2.2. Риск гибели человека при пожаре («И») определяется вероятностью возникновения пожара на судне Рп(ИСОДД), вероятностью воздействия опасных факторов пожара с уровнями смертельными для человека
Рс.у(ИСОДД), вероятностью эффективного использования судовых средств
спасения людей Рэ.с(«ДИ») и возможностью эвакуации людей спасательными судами Рс.с(«ДИ»).

3. Исходные данные для расчёта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение  | Ри.м  | Р1  | Р2  | Р3  | Рв  | Рвен.  | Р4  | Р5  | Ро.з |
| Вероятность  | 0,85  | 0,15  | 0,30  | 0,55  | 0,25  | 0,45  | 0,75  | 0,25  | 0,15 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение  | Рл.з  | Рэ.т  | Рс.у  | Рэ.с  | Рс.с |
| Вероятность  | 0,25  | 0,85  | 0,75  | 0,25  | 0,85 |

4. Построение структурных схем показано на рисунке.



Рис. 1 Структурные схемы: *а* – вероятность возникновения
пожара на судне; *б* – риск гибели человека

5. Составление формул, расчёт вероятности возникновения опасной ситуации и риска гибели человека

Рп = Рзаж. Рг.с Ротк;.

Рзаж. = Ри.з Ри.м ;

Ри.з = (Р1 +Р2 + Р3) – Р1 Р2 – Р1 Р3 – Р2 Р3 + Р1 Р2 Р3 ;

Рг.с = Рв Рп.н ;

Рп.н = Рр.ж Рвен ;

Рр.ж = Р4 + Р5 – Р4 Р5 ;

Ротк =1 – Ро.з Рл.з Рэ.т ;

*R* = Рп Рс.у (1 – Рэ.с ) (1 – Рс.с).

Ри.з = (0,15 + 0,30 + 0,55) – 0,15 ⋅ 0,30 – 0,15 ⋅ 0,55 –0,30 ⋅ 0,55 + 0,15 ⋅ 0,30 × 0,55 = 0,732;

Рзаж. = 0,732 ⋅ 0,85 = 0,62;

Рр.ж = (0,75 + 0,25) – 0,75 ⋅ 0,25 = 0,813;

Рп.н = 0,813 ⋅ 0,45 = 0,366;

Рг.с = 0,25 ⋅ 0,366 = 0,0915;

Ротк. = 1 – 0,15 ⋅ 0,25 ⋅ 0,85 = 0,97;

Рп = 0,62 ⋅ 0,0915 ⋅ 0,97 = 0,055.

*R* = 0,055 ⋅ 0,75 (1 – 0,25)(1 – 0,85) = 0,0046.

6. Выводы

Профессиональная деятельность относится к третьей категории безопасности как опасная работа с *R* = 10-3 – 10-2. Риск гибели человека в данной системе можно уменьшить прежде всего увеличением степени безотказности системы обнаружения загорания Ро.з, системы тушения локальных очагов загорания Рл.з и эффективностью судовых средств спасения людей.

**РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Хмарук, О. Н. Надежность технических систем и техногенный
риск : учеб. пособие / О. Н. Хмарук. – Владимир : Ред.-издат. комплекс
ВлГУ 2005. – 76 с. – ISBN 5-89368-562-8.

2. Безопасность жизнедеятельности / под ред. С. В. Белова. – М. :
Высш. шк., 1999. – 448 с. – ISBN 5-06003-605-7.

3. Хван, Т. А. Безопасность жизнедеятельности / Т. А. Хван,
П. А. Хван. – Ростов на/Д. : Феникс, 2001. – 352 с. – ISBN 5-222-01424-Х.

4. Инженерные расчеты систем безопасности труда и промышленной
экологии / под общ. ред. проф. А. Ф. Борисова. – Нижний Новгород : Вента-2, 2000. – 256 с. – ISBN 5-89621-054-Х.