

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Владимирский государственный университет
Кафедра безопасности жизнедеятельности

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЕ ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ

Методические указания к практической работе по дисциплине
«Надежность технических систем и техногенный риск»

Составитель
О.Н. ХМАРУК

Владимир 2007

УДК 62.192

ББК 30.14

О93

Рецензент

Доктор технических наук, профессор
Владимирского государственного университета
О.В. Веселов

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Владимирского государственного университета

Оценка вероятности возникновения опасных ситуаций : метод.
О93 указания к практ. работе по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск» / Владим. гос. ун-т ; сост. О. Н. Хмарук. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. – 20 с.

Разработаны в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки дипломированных специалистов в сфере безопасности жизнедеятельности.

Предназначены для студентов очной формы обучения специальности 280102 – безопасность технологических процессов и производств, изучающих дисциплину «Надежность технических систем и техногенный риск».

Ил. 4. Библиогр.: 4 назв.

УДК 62.192

ББК 30.14

Цель работы по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск» – 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 $P_{отк}$ 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 схе-

мы можно выявить причины, на которые следует влиять предупредительными мерами, чтобы уменьшить риск гибели человека в данной системе.

Элементарные сведения по теории вероятностей

Вероятность $P(A)$ любого события A вычисляется как отношение числа m благоприятных случаев событию A к общему числу случаев n .

$$P(A) = m/n.$$

Вероятность $P(A)$ любого события A определяется неравенством

$$0 \leq P(A) \leq 1.$$

Если $P(A) = 1$, то A достоверно; если $P(A) = 0$ то A 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:

$$P(A+B) = P(A) + P(B). \quad (2.1)$$

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:

$$P(A+B) = P(A) + P(B) - P(AB). \quad (2.2)$$

Аналогично вероятность суммы трех совместных событий вычисляется по формуле

$$P(A+B+C) = P(A) + P(B) + P(C) - P(AB) - P(AC) - P(BC) + P(ABC). \quad (2.3)$$

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).

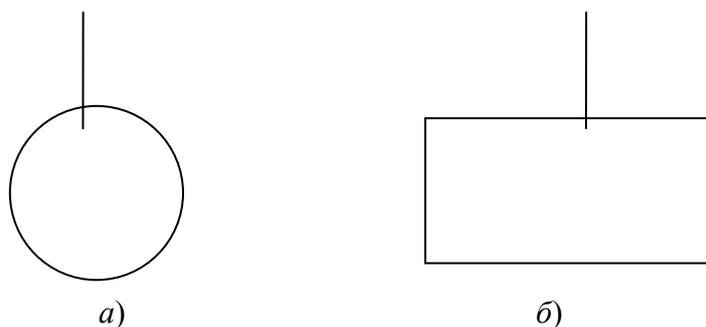


Рис. 2.1. Символы событий: *a* – круг: исходное событие, обеспеченное достаточными данными (ИСОДД); *б* – прямоугольник: событие, вводимое логическим элементом (СВЛЭ)

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

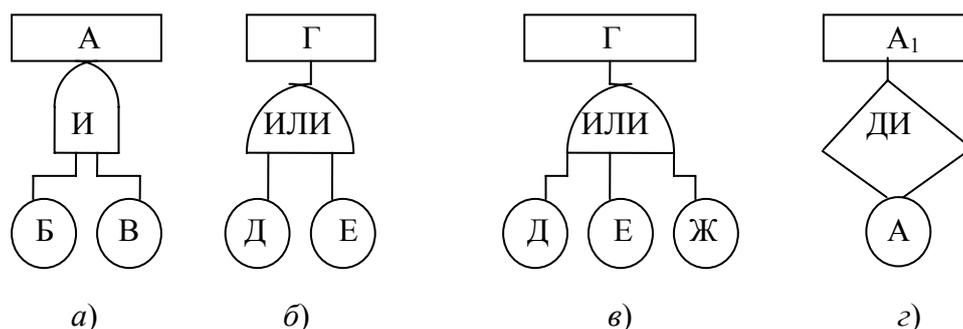


Рис. 2.2. Логические операции (вентили): *a* – логическое произведение (вентиль «И»); *б, в* – логическая сумма (вентиль «ИЛИ»); *г* – знак, показывающий, что событие имеет два взаимно исключающих друг друга исхода (вентиль «ДИ»)

Вентиль «И» (рис. 2.2, *a*) 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:

$$P(A) = P(B)P(B). \quad (2.4)$$

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.):

$$P(\Gamma) = P(D)+P(E) - P(DE) \quad (2.5)$$

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

$$P(\Gamma) = P(D)+P(E)+P(Ж) - P(ДЕ) - P(ЕЖ) - P(ДЖ) + P(ДЕЖ) \quad (2.6.)$$

Вентиль «ДИ» (рис.2.2, з) указывает, что независимые события имеют два взаимно исключающих друг друга исхода, т.е. событие A_1 будет противоположным A

$$P(A_1) = 1 - P(A) \quad (2.7)$$

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

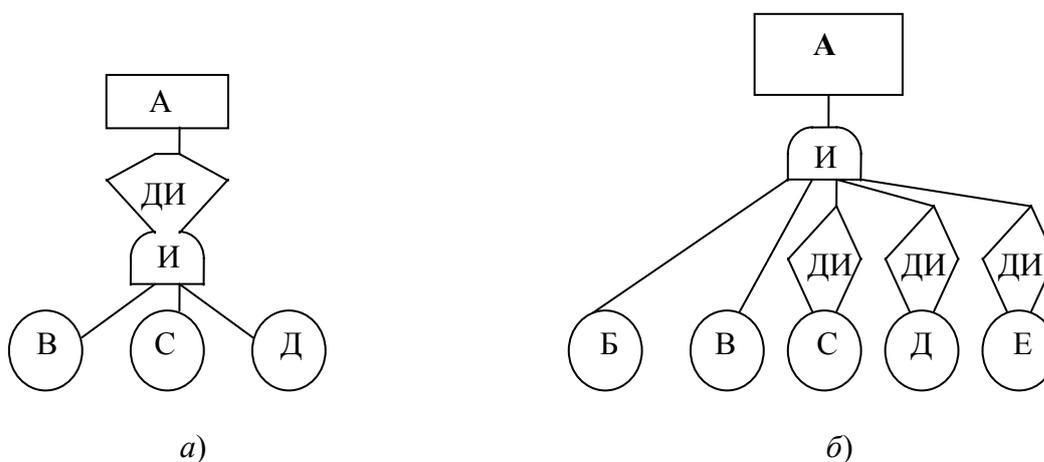


Рис. 2.3. Примеры использования вентиля: *а* – вероятность отказа системы, где $P(B)$, $P(C)$, $P(D)$ – вероятности безотказной работы элементов системы (вентили «ДИ», «И»); *б* – риск гибели человека (R) при воздействии опасного фактора, где $P(B)$ – вероятность возникновения опасной ситуации; $P(V)$ – вероятность воздействия опасных факторов с уровнями смертельными для человека; $P(C)$, $P(D)$, $P(E)$ – вероятности независимых событий, отражающих эффективность средств спасения людей (вентиль «И» для событий B и V и вентили «И», «ДИ» для событий C , D , E)

Для случая, изображенного на рис. 2.3, *а*, вероятность события $P(A) = 1 - P(B) P(C) P(D)$; на рис. 2.3, *б* – $R = P(A) = P(B) P(V)(1 - P(C))(1 - P(D))(1 - P(E))$.

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 $P_{г.с}$ (вентиль «И») определяется вероятностью возникновения аварийной ситуации $P_{а.с}$ (СВЛЭ), гибели судна с угрозой для жизни человека при этом виде аварии $P_{г.а}$ (СВЛЭ) и отказом систем управления судном и обеспечения безопасности $P_{отк.}$ (СВЛЭ).

2.1.1. Вероятность $P_{а.с}$ («И») определяется возможной ошибкой экипажа $P_{ош.}$ (СВЛЭ), возможным наличием в районе плавания мелей $P_{м.}$ (ИСОДД) и несоответствием осадки судна проходимым глубинам $P_{г.}$ (ИСОДД).

Вероятность $P_{ош.}$ («ИЛИ») может определяться одной из следующих причин:

- недостаточной профессиональной подготовкой экипажа P_1 (ИСОДД);
- несогласованностью действий экипажа P_2 (ИСОДД);
- невнимательностью P_3 (ИСОДД).

2.1.2. Вероятность $P_{г.а}$ («И») определяется наличием повреждения корпуса $P_{п.к.}$ (ИСОДД) и потерей плавучести или остойчивости $P_{п.п.}$ (ИСОДД).

2.1.3. Вероятность $P_{отк.}$ («ДИ», «И») обусловлена безотказностью работы навигационных приборов $P_{н.п.}$ (ИСОДД) и эффективностью систем спасения судна $P_{с.с.}$ (ИСОДД).

2.2. Риск гибели человека R (вентиль «И») определяется вероятностью гибели судна при посадке на мель $P_{г.с}$ (ИСОДД), вероятностью воздействия опасных факторов с уровнями, смертельными для человека $P_{с.у}$ (ИСОДД), эффективностью работы систем оповещения об аварии («ДИ») $P_{оп.}$ (ИСОДД), возможной степенью удаления судна от береговой линии («ДИ») $P_{уд.}$ (ИСОДД), возможно неблагоприятными гидрометеороусловиями $P_{гм.}$ (ИСОДД) и эффективностью средств эвакуации и спасения («ДИ») $P_{эв.}$ (ИСОДД).

3. Исходные данные для расчёта

Обозначение	P_m	P_{Γ}	P_1	P_2	P_3	$P_{п.к}$	$P_{п.п}$	$P_{н.п}$	$P_{с.с}$
Вероятность	0,10	0,25	0,15	0,30	0,55	0,55	0,75	0,55	0,35

Обозначение	P_{cy}	$P_{оп}$	$P_{уд}$	$P_{гм}$	$P_{эв}$
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 $P_{п}$ (вентиль «И») определяется вероятностью возникновения загорания в узле $P_{заг.}(СВЛЭ)$, нахождением в этом узле такого количества вещества, которое представляет пожарную опасность $P_{в}(ИСОД)$ перерастанием загорания в пожар $P_{пож.}(ИСОДД)$ и вероятностью отказа системы тушения пожара $P_{отк.}(СВЛЭ)$.

2.1.1 Вероятность $P_{заг.}(«И»)$ определяется возможным возникновением ситуации связанной с образованием в узле пожароопасной среды $P_{с}(ИСОДД)$, наличием источника возгорания $P_{вз.}(СВЛЭ)$ и возможностью того, что среда окажется горючей $P_{г.с}(ИСОДД)$

Вероятность $P_{вз.}(«ИЛИ»)$ может определяться одной из следующих причин, связанных с эксплуатацией кухонных плит:

- оставленная без присмотра включённая газовая плита $P_1(ИСОДД)$;
- расположение портьер и штор вблизи плиты $P_2(ИСОДД)$;
- перегрев пищевых масел P_3 .

2.1.2. Вероятность $P_{отк.}(«ДИ», «И»)$ обусловлена степенью безотказной работы системы обнаружения загорания $P_{об.}(ИСОДД)$, безотказной работы установок пожаротушения $P_{у.п}(ИСОДД)$ и достаточной их эффективностью $P_{э.у}(ИСОДД)$.

2.2. Риск гибели человека R («И») определяется вероятностью возникновения пожара P_n (ИСОДД), вероятностью воздействия опасных факторов пожара с уровнями смертельными для человека $P_{с.у}$ (ИСОДД), эффективностью применения простейших средств защиты и подручных средств эвакуации («ДИ») $P_{п.с}$ (ИСОДД), правильностью действий при пожаре («ДИ») $P_{пр.д}$ (ИСОДД) и эффективностью эвакуации с помощью специальных средств («ДИ») $P_{э.с}$ (ИСОДД).

3. Исходные данные для расчёта

Обозначение	P_v	$P_{п.ж}$	P_c	$P_{г.с}$	P_1	P_2	P_3	$P_{об.}$	$P_{у.п}$
Вероятность	0,25	0,65	0,45	0,35	0,25	0,40	0,35	0,35	0,55

Обозначение	$P_{э.у}$	$P_{с.у}$	$P_{п.с}$	$P_{пр.д}$	$P_{э.с}$
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 $P_{х.з}$ (вентиль «И») определяется вероятностью взрыва в аппарате $P_{взр.}$ (СВЛЭ) и образования и распространения заражённого облака $P_{обл.}$ (СВЛЭ) до рассматриваемого объекта.

2.1.1. Вероятность $P_{взр.}$ («И») определяется возможностью выхода параметров процесса за критические значения $P_{кр.з}$ (СВЛЭ), отказом в системе контроля за параметрами процесса $P_{отк.}$ (СВЛЭ) и возможной потерей запаса прочности аппарата $P_{пр.}$ (СВЛЭ).

Вероятность $P_{кр.з}$ («ИЛИ») может определяться выходом за критические значения следующих параметров:

- температуры P_1 (ИСОДД);
- давления P_2 (ИСОДД);
- объёма рабочей среды P_3 (ИСОДД).

Вероятность $P_{отк.}$ («ДИ», «И») обусловлена безотказностью действия средств контроля за параметрами процесса $P_{с.к}$ (ИСОДД) и средств противоаварийной защиты $P_{а.з}$ (ИСОДД).

Вероятность $P_{пр}$ («ИЛИ») определяется одной из следующих причин потери прочности:

- в результате коррозии P_4 (ИСОДД);
- механического износа P_5 (ИСОДД);
- нарушения прочности сварных швов P_6 (ИСОДД).

2.1.2. Вероятность $P_{обл.}$ («ИЛИ») определяется:

- вероятностью возникновения характерного состояния атмосферы P_7 (инверсия, изотермия, конвекция), при котором объект попадает в зону химического заражения (ИСОДД);
- вероятностью возникновения преобладающего направления ветра в зоне аварии P_8 (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 $P_{х.з}$ (ИСОДД), вероятностью получения человеком поражающей токсодозы $P_{тд}$ (ИСОДД); эффективностью надёжного оповещения об аварии («ДИ») $P_{оп}$ (ИСОДД), применения средств индивидуальной защиты («ДИ») $P_{сиз}$ (ИСОДД); возможностью укрытия в убежище («ДИ») $P_{уб.}$ (ИСОДД) и эвакуации населения («ДИ») $P_{эв.}$ (ИСОДД).

3. Исходные данные для расчёта

Обозначение	P_1	P_2	P_3	$P_{с.к}$	$P_{а.з}$	P_4	P_5	P_6	P_7
Вероятность	0,25	0,65	0,10	0,65	0,75	0,15	0,65	0,20	0,35

Обозначение	P_8	$P_{гд}$	$P_{оп}$	$P_{сиз}$	$P_{уб}$	$P_{эв}$
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 $P_{взр.}$ (вентиль «И») определяется вероятностью образования взрывоопасной воздушной смеси $P_{в.с.}$ (СВЛЭ) и наличием источника зажигания $P_{и.з.}$ (СВЛЭ).

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

- температуры P_1 (ИСОДД);
- давления P_2 (ИСОДД);
- объёма рабочей среды P_3 (ИСОДД).

Вероятность $P_{отк.}$ («ДИ», «И») обусловлена степенью безотказности приборов автоматического контроля за состоянием газовой среды $P_{а.к.}$ (ИСОДД) и эффективностью работы аварийной вентиляции $P_{а.в.}$ (ИСОДД).

2.1.2. Вероятность $P_{и.з.}$ («ИЛИ») может быть обусловлена следующими причинами:

- нарушением правил безопасности при выполнении сварочных и газорезательных работ P_4 (ИСОДД);
- неисправностью сварочного оборудования P_5 (ИСОДД);

– нарушение правил безопасности при хранении газовых баллонов P_6 (ИСОДД).

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

2.3 Риск гибели человека R («И») от ударной волны и от разрушений в соседних помещениях и зданиях определяется вероятностью возникновения взрыва $P_{взр.}$ (ИСОДД) и вероятностью действия смертельно поражающих факторов взрыва $P_{п.ф.}$ (СВЛЭ). Вероятность $P_{п.ф.}$ («И») определяется вероятностью наличия такого количества взрывчатой смеси, которое приводит к разрушениям в соседних помещениях $P_{р.с}$ (ИСОДД), вероятностью нахождения людей в этих помещениях, попадающих в зону разрушений P_n (ИСОДД) и степенью устойчивости этих помещений или зданий $P_{уст.}$ («ДИ») (ИСОДД).

2.4. Риск гибели человека от вторичного опасного фактора взрыва – пожара R («И») определяется вероятностью возникновения взрыва $P_{взр}$ (ИСОДД), вероятностью возникновения пожара в результате взрыва $P_{пож.}$ (ИСОДД), вероятностью воздействия опасных факторов пожара с уровнями смертельными для человека $P_{с.у}$ (ИСОДД), эффективностью средств тушения пожара («ДИ») $P_{с.т}$ (ИСОДД) и эффективностью эвакуации людей («ДИ») $P_{эв}$ (ИСОДД).

3. Исходные данные для расчёта

Обозначение	$P_{в.к}$	P_1	P_2	P_3	$P_{а.г}$	$P_{а.в}$	P_4	P_5	P_6
Вероятность	0,25	0,35	0,40	0,25	0,65	0,85	0,30	0,35	0,35

Обозначение	P_p	$P_{изб.}$	$P_{р.с}$	P_n	$P_{уст.}$	$P_{пож.}$	$P_{с.у}$	$P_{с.т}$	$P_{эв.}$
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*).

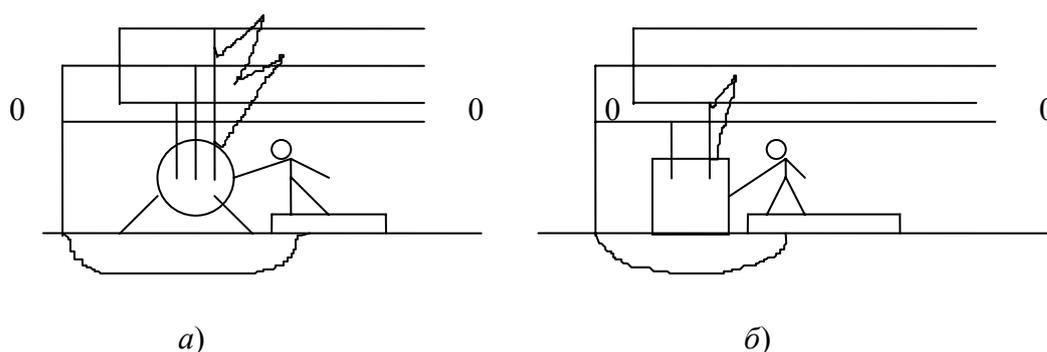


Рис. 3.1 Схемы прикосновения человека к корпусу оборудования при пробое фазы на корпус

2. Описание причин возникновения опасной ситуации

2.1 Вероятность возникновения опасной ситуации при прикосновении человека к корпусу электрооборудования $P_{о.с.т}$ (вентиль «И») определяется вероятностью прикосновения к корпусу $P_{пр}$ (СВЛЭ), вероятностью нахождения корпуса под напряжением $P_{н}$ (СВЛЭ) и вероятностью отказа систем защиты $P_{отк}$ (СВЛЭ).

2.1.1. Вероятность $P_{пр}$ («ИЛИ») может быть обусловлена одной из следующих причин:

- неосторожностью P_1 (ИСОДД);
- случайностью P_2 (ИСОДД);
- нарушением правил электробезопасности и инструкций по эксплуатации P_3 (ИСОДД).

2.1.2. Вероятность $P_{н}$ («ИЛИ») обусловлена нарушением изоляции в результате действия следующих причин:

- высокие пусковые токи P_4 (ИСОДД);
- механические повреждения P_5 (ИСОДД);

– естественное старение изоляции P_6 (ИСОДД).

2.1.3. Вероятность $P_{отк.}$ («ДИ») обусловлена эффективностью срабатывания защиты (зануление или защитное отключение) $P_{заш.}$ (ИСОДД).

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

3. Исходные данные для расчёта

Обозначение	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	$P_{заш.}$	$P_{с.ч.}$	$P_{с.п.}$
Вероятность	0,32	0,38	0,30	0,25	0,35	0,40	0,75	0,25	0,10

Обозначение	$P_{с.об.}$	$P_{вр.}$	$P_{п.с.}$	$P_{п.п.}$
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

* Взято из Образовательного компьютерного проекта «Безопасность жизнедеятельности».

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 $P_{п}$ (вентиль «И») определяется вероятностью возникновения условий для зажигания $P_{зж.}$ (СВЛЭ), образования горючей смеси паров нефтепродуктов с воздухом $P_{г.с}$ (СВЛЭ) и возможным отказом системы тушения пожара $P_{отк.}$ (СВЛЭ).

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

- перегрузкой электросети P_1 (ИСОДД);
- нарушением изоляции P_2 (ИСОДД);
- коротким замыканием P_3 (ИСОДД).

2.1.2. Вероятность $P_{г.с}$ («И») определяется возможностью появления паров нефтепродуктов $P_{п.н}$ (СВЛЭ) и созданием пожароопасной концентрации паров с воздухом $P_{в}$ (ИСОДД). Вероятность $P_{п.н}$ («И») определяется возможностью появления разлива легковоспламеняющейся жидкости $P_{р.ж}$ (СВЛЭ) и недостаточной производительностью системы вентиляции $P_{вент.}$ (ИСОДД). Вероятность $P_{р.ж}$ («ИЛИ») определяется одной из следующих причин:

- возможным подтеканием топлива в системе P_4 (ИСОДД);
- нарушением правил безопасности при работе с легковоспламеняющейся жидкостью P_5 (ИСОДД).

2.1.3. Вероятность $P_{отк.}$ («ДИ», «И») обусловлена степенью безотказности работы системы обнаружения загорания $P_{о.з}$ (ИСОДД), применением первичных способов тушения локальных очагов загорания $P_{л.з}$ (ИСОДД) и степенью эффективности работы установки тушения пожара $P_{э.т}$ (ИСОДД).

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

3. Исходные данные для расчёта

Обозначение	$P_{и.м}$	P_1	P_2	P_3	$P_{в}$	$P_{вент.}$	P_4	P_5	$P_{о.з}$
Вероятность	0,85	0,15	0,30	0,55	0,25	0,45	0,75	0,25	0,15

Обозначение	$P_{л.з}$	$P_{э.т}$	$P_{с.у}$	$P_{э.с}$	$P_{с.с}$

Вероятность	0,25	0,85	0,75	0,25	0,85
-------------	------	------	------	------	------

4. Построение структурных схем показано на рисунке.

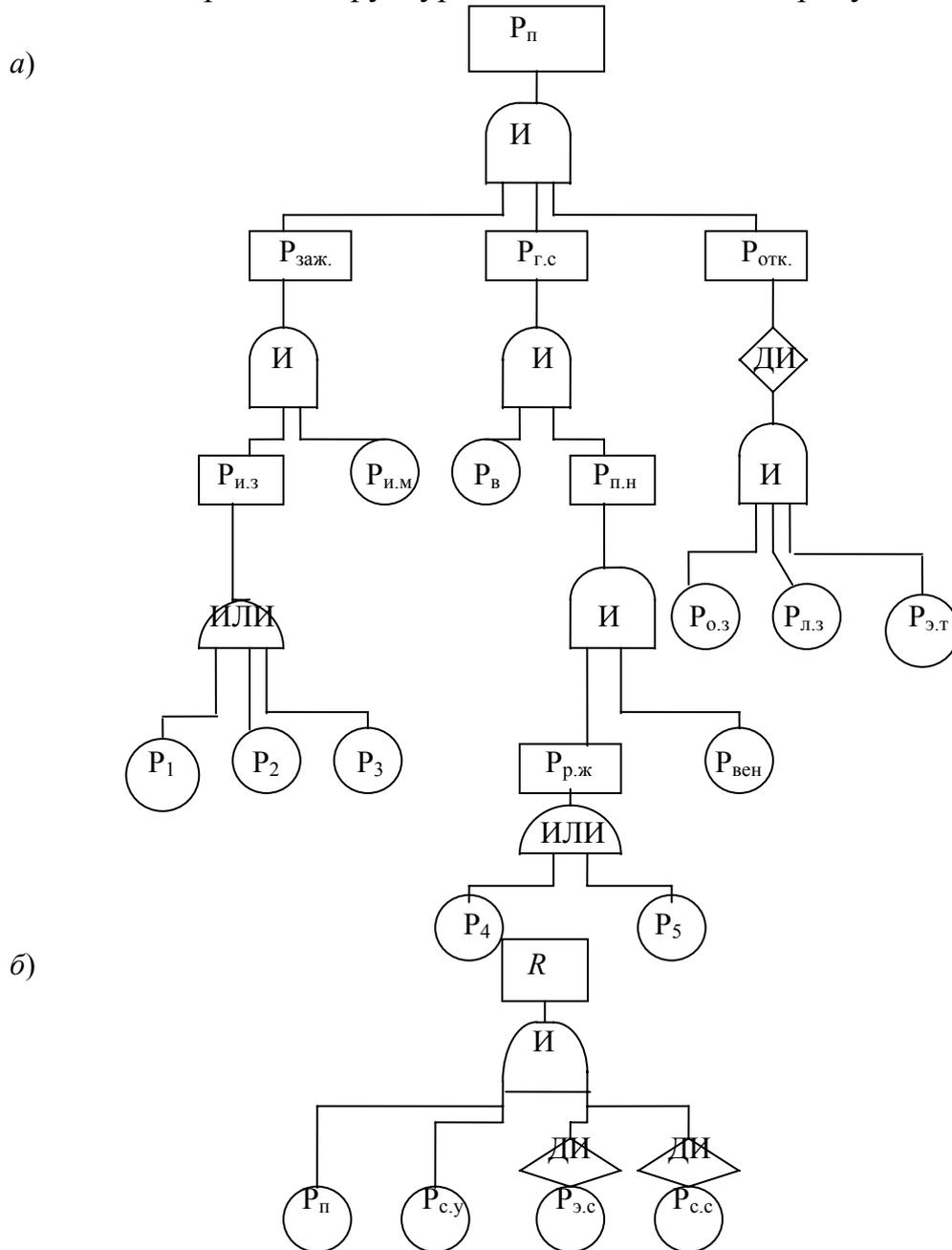


Рис. 1 Структурные схемы: а – вероятность возникновения пожара на судне; б – риск гибели человека

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

$$P_{\text{п}} = P_{\text{зак.}} \cdot P_{\text{г.с}} \cdot P_{\text{отк.}}$$

$$P_{\text{зак.}} = P_{\text{и.з}} \cdot P_{\text{и.м}}$$

$$P_{и.з} = (P_1 + P_2 + P_3) - P_1 P_2 - P_1 P_3 - P_2 P_3 + P_1 P_2 P_3 ;$$

$$P_{г.с} = P_в P_{п.н} ;$$

$$P_{п.н} = P_{р.ж} P_{всн} ;$$

$$P_{р.ж} = P_4 + P_5 - P_4 P_5 ;$$

$$P_{отк} = 1 - P_{о.з} P_{л.з} P_{э.т} ;$$

$$R = P_{п} P_{с.у} (1 - P_{э.с}) (1 - P_{с.с}).$$

$$P_{и.з} = (0,15 + 0,30 + 0,55) - 0,15 \cdot 0,30 - 0,15 \cdot 0,55 - 0,30 \cdot 0,55 + 0,15 \cdot 0,30 \times \\ \times 0,55 = 0,732;$$

$$P_{зак} = 0,732 \cdot 0,85 = 0,62;$$

$$P_{р.ж} = (0,75 + 0,25) - 0,75 \cdot 0,25 = 0,813;$$

$$P_{п.н} = 0,813 \cdot 0,45 = 0,366;$$

$$P_{г.с} = 0,25 \cdot 0,366 = 0,0915;$$

$$P_{отк} = 1 - 0,15 \cdot 0,25 \cdot 0,85 = 0,97;$$

$$P_{п} = 0,62 \cdot 0,0915 \cdot 0,97 = 0,055.$$

$$R = 0,055 \cdot 0,75 (1 - 0,25)(1 - 0,85) = 0,0046.$$

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 $P_{о.з}$, системы тушения локальных очагов загорания $P_{л.з}$ 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-X.

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-X.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	3
2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	4
3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ	8
4. СОДЕРЖАНИЕ И ФОРМА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	15
ПРИЛОЖЕНИЕ	16

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ
ВОЗНИКНОВЕНИЕ ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ

Методические указания к практической работе по дисциплине
«Надежность технических систем и техногенный риск»

Составитель
ХМАРУК Олег Николаевич

Ответственный за выпуск – зав. кафедрой профессор О.В. Веселов

Подписано в печать
Формат 60x84/16. Бумага для множит. техники. Гарнитура Таймс.
Печать на ризографе. Усл. печ. л. 0,00. Тираж 100 экз.

Заказ
Издательство
Владимирского государственного университета.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.