

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ, СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ»

РАЗРАБОТКА ПАСПОРТА ОПАСНОСТИ

Цель работы: Составить паспорт опасности и провести системный анализ на основе «дерева причин».

Порядок выполнения работы:

1. Внимательно изучите классификации опасностей.
2. По выбранной теме идентифицируйте опасности и составьте паспорт опасности.
3. Проведите системный анализ опасности/происшествия на основании «дерева причин».
4. Подготовьте отчет.

КЛАССИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТЕЙ

Теоретические сведения

Под опасностью понимают явление, процессы, предметы, способные нанести ущерб здоровью человека. Опасности реализуются в виде потоков, вещества, энергии и информации.

Для идентификации (определения) опасности предложена качественная классификация по двухуровневой схеме.

В *первой группе* (I уровень) опасности классифицируются по происхождению, по параметрам и зонам воздействия, а именно учитываются:

- вид потока, образующего опасность;
- интенсивность (уровень) воздействия опасности;
- длительность воздействия опасности на объект защиты;
- вид зоны воздействия опасностей;
- размеры зон воздействия опасности;
- степень завершенности процесса воздействия опасности на объект защиты.

Во *вторую группу* (II уровень) классификации опасностей целесообразно свести признаки, связанные со свойствами объекта защиты, а именно:

- способность объекта защиты различать опасности;
- вид влияния негативного воздействия опасности на объект защиты;
- численность лиц, подверженных воздействию опасности.

По происхождению опасности среды обитания следовало бы разделить на естественные и антропогенные, полагая при этом, что *естественные опасности* обусловлены климатическими и иными природными явлениями и что возникают они при изменении погодных условий и естественной освещенности в биосфере, а также при стихийных явлениях, происходящих в биосфере (наводнения, землетрясения и т.д.).

Все остальные опасности следовало бы назвать *антропогенными*, поскольку человек непрерывно воздействует на среду обитания продуктами своей деятельности (техническими средствами, выбросами различных производств и т.д.), генерируя тем самым в среде обитания многочисленные опасности. При этом под антропогенными опасностями следует понимать опасности, которые возникают в результате ошибочных или несанкционированных действий человека или групп людей.

В принципе все опасности, происходящие от машин и технологий, по своей сути антропогенны, поскольку их творцом считается человек, однако, учитывая их многообразие, значимость и, как правило, обезличенность по отношению к их создателю, эти опасности в современном представлении выделяют в отдельную группу – группу *техногенных* опасностей.

Техногенные опасности создают элементы техносферы – машины, сооружения и вещества. Перечень техногенных реально действующих опасностей значителен и насчитывает более 100 видов. К распространенным и обладающим достаточно высокими уровнями относятся производственные опасности: запыленность и загазованность воздуха, шум, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения, повышенные или пониженные параметры атмосферного воздуха в помещениях (температура, влажность, подвижность, давление), недостаточное и неправильно организованное искусственное освещение, монотонность деятельности, тяжелый физический труд, электрический ток, падающие предметы, высота, движущиеся элементы машин и механизмов, части разрушающихся конструкций и др.

В быту и в городских условиях человека также сопровождает целая гамма техногенных негативных факторов. К ним относятся: воздух, загрязненный продуктами сгорания природного газа, выбросами ТЭС, промышленных предприятий, автотранспорта и мусоросжигающих заводов; вода с избыточным содержанием вредных примесей; недоброкачественная пища; шум, инфразвук, вибрация; электромагнитные поля от бытовых приборов, телевизоров, дисплеев, ЛЭП, радиорелейных устройств; ионизирующие излучения при различных медицинских обследованиях, фон от строительных материалов и др.

Таким образом, по происхождению все опасности принято делить на естественные, антропогенные и техногенные, при этом считают, что естественные опасности создаются природой, а техногенные и антропогенные опасности – рукотворны.

Более внимательное изучение происхождения опасностей позволяет выделить еще две группы опасностей; естественно-техногенные и антропогенно-техногенные. К **естественно-техногенным** опасностям следует отнести те, которые инициируются естественными процессами (землетрясения, ветры, дожди и т.п.), приводят к разрушению технических объектов (зданий, плотин, дорог и пр.) и сопровождаются потерей здоровья и жизни людей или разрушением элементов окружающей среды.

К **антропогенно-техногенным** опасностям относят такие опасности, которые инициируются вследствие ошибок человека (обычно оператора технической системы) и проявляются через несанкционированное действие или разрушение техники или сооружений (аварии на транспорте по вине водителей, пожары и взрывы из-за неправильного обращения с огнем, с электрооборудованием и т.п.).

Таким образом, по происхождению все опасности следует делить на пять групп:

- 1) естественные;
- 2) естественно-техногенные;
- 3) антропогенные;
- 4) антропогенно-техногенные;
- 5) техногенные.

Все жизненные потоки *по их физической природе* (вид потока) делятся на массовые, энергетические и информационные, следовательно, и возникающие при этом опасности следует воспринимать как *массовые, энергетические и информационные*.

Массовые опасности возникают при перемещении воздуха (торнадо, ураганы и т.п.), воды и снега (ливни, лавины, штормы, цунами), грунта и других видов земной массы (землетрясения, пыльные бури, оползни и камнепады, извержения вулканов и т.п.). Массовые опасности характеризуются количеством и скоростью перемещения масс различных веществ.

Массовые опасности возникают также при поступлении в элементы биосферы (воздух, вода, земля) различных ингредиентов. В этом случае уровень опасности зависит от концентрации ингредиентов в единице объема или массы элемента биосферы. Концентрация ингредиентов измеряется в мг/м³, мг/л, мг/кг.

Энергетические опасности связаны с наличием в жизненном пространстве различных полей (акустических, магнитных, электрических и т.п.) и излучений (лазерное, ионизирующее и др.), которые обычно характеризуются интенсивностью полей и мощностью излучений.

Информационные опасности возникают при поступлении к человеку (обычно к оператору технических систем) избыточной или ошибочной информации, определяемой в бит/с.

Все опасности *по интенсивности воздействия* разделяют на опасные и чрезвычайно опасные.

Опасные потоки обычно превышают предельно допустимые потоки не более чем в разы. Например, если говорят, что концентрация *i*-го газа в атмосферном воздухе составляет < 10 ПДК, то подразумевают, что это опасная ситуация, угрожающая человеку потерей здоровья, поскольку находится в зоне его толерантности.

В тех случаях, когда уровни потоков воздействия выше границ толерантности, ситуацию считают **чрезвычайно опасной**. Обычно она характерна для аварийных ситуаций или зон стихийного бедствия. В этих случаях концентрация примесей или уровни излучений на несколько порядков превышают ПДК или ПДУ и угрожают человеку летальным исходом.

По *длительности воздействия* опасности классифицируют на постоянные, переменные (в том числе периодические) и импульсные. **Постоянные** (действуют в течение рабочего дня, суток) опасности, как правило, связаны с условиями пребывания человека в производственных или бытовых помещениях, с его нахождением в городской среде или в промышленной зоне. **Переменные** опасности характерны для условий реализации циклических процессов: шум в зоне аэропорта или около транспортной магистрали; вибрация от средств транспорта и т.п. **Импульсные** или кратковременное воздействие опасности характерно для аварийных ситуаций, а также при залповых выбросах, например, при запуске ракет. Многие стихийные явления, например, гроза, сход лавины и т.п., также относятся к этой категории опасностей.

По *виду зоны воздействия (по месту воздействия)* опасности делят на **производственные, бытовые и городские**, а также на **зоны ЧС**.

По *размерам зоны воздействия* опасности классифицируют на **локальные, региональные, межрегиональные и глобальные**.

Как правило, бытовые и производственные опасности являются локальными, ограниченными размерами помещения, а такие воздействия, как потепление климата (парниковый эффект) или разрушение озонового слоя Земли, являются глобальными.

Опасности иногда воздействуют одновременно на территории и население двух и более сопредельных государств. В этом случае опасные зоны и опасности становятся межнациональными, а поскольку источники опасности, как правило, расположены только на территории одного государства, то возникают ситуации, приводящие к трудностям ликвидации последствий этих воздействий.

По *степени завершенности процесса воздействия на объекты защиты* опасности разделяют на: потенциальные, реальные и реализованные.

Потенциальная опасность представляет угрозу общего характера, не связанную с пространством и временем воздействия. Например, в выражениях «шум вреден для человека», «углеводородные топлива – пожаровзрывоопасны» говорится только о потенциальной опасности для человека шума и горючих веществ.

Наличие потенциальных опасностей находит свое отражение в утверждении, что «жизнедеятельность человека – потенциально опасна».

Реальная опасность всегда связана с конкретной угрозой негативного воздействия на объект защиты (человека, природу). Она всегда координирована в пространстве и во времени. Например, движущаяся по шоссе автоцистерна с надписью «огнеопасно» представляет собой реальную опасность для человека, находящегося около автодороги. Как только автоцистерна ушла из зоны пребывания человека, – она превратилась в источник потенциальной опасности по отношению к этому человеку.

Реализованная опасность – факт воздействия реальной опасности на человека и (или) среду обитания, приведший к потере здоровья или летальному исходу человека, к материальным потерям, разрушению природы. Если взрыв автоцистерны привел к ее разрушению, гибели людей и (или) возгоранию строений, то это – реализованная опасность.

Ситуации, в которых опасности реализуются, принято разделять на происшествия и чрезвычайные происшествия, а последние – на аварии, катастрофы и стихийные бедствия.

Происшествие – событие, состоящее из негативного воздействия с причинением ущерба людским, природным и (или) материальным ресурсам.

Чрезвычайное происшествие (ЧП) – событие, происходящее обычно кратковременно и обладающее высоким уровнем негативного воздействия на людей, природные и материальные ресурсы. К ЧП относятся крупные аварии, катастрофы и стихийные бедствия.

Авария – чрезвычайное происшествие в технической системе, не сопровождающееся гибелью людей, при котором восстановление технических средств невозможно или экономически нецелесообразно (в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами авария – это разрушение сооружений и (или) технических устройств, неконтролируемые взрывы и (или) выбросы опасных веществ).

Катастрофа – чрезвычайное происшествие в технической системе, сопровождающееся гибелью людей.

Стихийное бедствие – чрезвычайное происшествие, связанное со стихийными явлениями на Земле и приведшее к разрушению биосферы, техносферы, к гибели или потере здоровья людей.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Объект защиты, как правило, обладает избирательной способностью к идентификации опасностей органами чувств. Ряд опасных воздействий (вибрация, шум, нагрев, охлаждение и т.д.) человек идентифицирует с помощью органов чувств. Некоторые опасные воздействия, такие как инфразвук, ультразвук, электромагнитные поля и излучения, радиация, не идентифицируются человеком. Все опасности *по способности объекта защиты выявлять их органами чувств* можно классифицировать на *различаемые* и *неразличаемые*.

По виду негативного воздействия опасностей на объект защиты их принято делить на *вредные (угнетающие)* и *травмоопасные (разрушающие)* факторы.

Вредный фактор – негативное воздействие на человека, которое приводит к ухудшению самочувствия или заболеванию.

Травмирующий (травмоопасный) фактор – негативное воздействие на человека, которое приводит к травме или летальному исходу.

Термины «угнетающие» и «разрушающие» применяют для оценки воздействия опасностей на природу. Для техносферы используют термин «разрушающие».

По численности лиц, подверженных воздействию опасности, принято выделять *индивидуальные, групповые* и *массовые*.

Классификация опасностей по признакам, характеризующим их свойства (I группа) и воздействие на объект защиты (II группа), приведена в таблице.

Группа и признаки классификации	Вид (класс)
1 группа. Свойства опасностей	
По происхождению	Естественные Естественно-техногенные Антропогенные Антропогенно-техногенные Техногенные
По физической природе потоков	Массовые Энергетические Информационные
По интенсивности потоков	Опасные Чрезвычайно опасные
По длительности воздействия	Постоянные Переменные (периодические) Импульсные, (кратковременные)

<i>Группа и признаки классификации</i>	<i>Вид (класс)</i>
По виду зоны воздействия	Производственные Бытовые Городские (селитебные) Зоны ЧС
По размерам зоны воздействия	Локальные (местные) Региональные Межрегиональные Глобальные
По степени завершенности процесса воздействия	Потенциальные Реальные Реализованные
<i>II группа. Свойства объекта защиты</i>	
По способности различать (идентифицировать) опасности	Различаемые Неразличаемые
По виду негативного влияния опасности	Вредные Травмоопасные
По численности лиц, подверженных опасному воздействию	Индивидуальные (личные) Групповые (коллективные) Массовые

Классификация опасностей позволяет для каждого конкретного случая подробно описать негативное событие и составить «паспорт» опасности, например:

- транспортный шум имеет техногенное происхождение в виде потока энергии с опасной интенсивностью в зонах города или на транспортных магистралях и представляет реальную опасность для людей. Шум – это различимая органами слуха опасность, имеющая главным образом вредное действие на человека и группы людей. На природные и техногенные объекты существенного влияния не оказывает;
- акустическое воздействие взрыва, оружейного выстрела или пуска ракеты имеет техногенное происхождение в виде потока энергии чрезвычайно высокой интенсивности и кратковременного (импульсного) воздействия, реализуемого в локальных зонах. Оценивая взрыв по влиянию на объект защиты, его следует отнести к различаемым и травмоопасным воздействиям, способным оказывать воздействия от индивидуального до группового.

Паспорт опасности необходим для правильной оценки ее негативного влияния на людей и окружающую среду, а также для выбора защитных мер, необходимых для устранения или локализации воздействия опасности.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ РИСКА **(построение дерева отказов/опасностей/причин)**

Теоретические сведения

Системный анализ – совокупность методологических средств, используемых для подготовки и обоснования решений по сложным проблемам, в частности, безопасности. Системный анализ безопасности позволяет выявить причины, влияющие на появление нежелательных событий, т.е. аварий, катастроф, травм, пожаров и т.д. и разработать мероприятия, которые помогут предупредить или снизить вероятность появления этих событий. Принцип системности рассматривает явления в их взаимной связи, как целостный набор или комплекс. Цель или результат, который дает система, называют системообразующим элементом. Например, такое системное явление, как горение (пожар), возможно при наличии следующих компонентов: горючее вещество, окислитель, источник воспламенения. Исключая хотя бы один из названных компонентов, мы разрушаем систему.

Априорный анализ заключается в том, что исследователь выбирает потенциально возможные для данной системы нежелательные события, и составляет набор различных возможных ситуаций, которые могут привести к этим событиям.

Апостериорный анализ проводится после того, как нежелательные события уже произошли, с целью разработки рекомендаций на будущее. И тот и другой анализы дополняют друг друга.

При *прямом методе* изучаются причины, чтобы предвидеть последствия. *Обратный метод* состоит в анализе последствий, чтобы определить причины.

При изучении опасностей выделяют три стадии:

Стадия I — предварительный анализ опасности

- Шаг 1. Выявить источники опасности
- Шаг 2. Определить части системы, которые могут вызвать эти опасности
- Шаг 3. Ввести ограничения на анализ, т.е. исключить опасности, которые не будут изучаться

Стадия II — выявление последовательности опасных ситуаций, построение дерева событий и опасностей

Стадия III — анализ последствий

Цель системного анализа безопасности состоит в том, чтобы выявить причины, влияющие на появление нежелательных событий (аварий, катастроф, пожаров, травм и т. п.), и разработать предупредительные мероприятия, уменьшающие вероятность их появления. Принцип системности ориентирует на учет всех элементов, формирующих рассматриваемый результат, на полный учет обстоятельств и факторов для обеспечения безопасности жизнедеятельности.

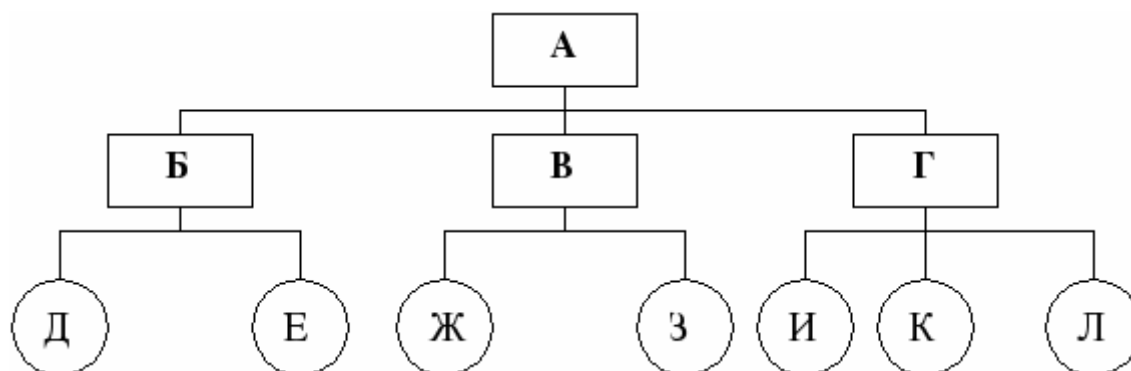
Предотвращение любой опасности базируется на знании их причин. Между реализованными опасностями и их причинами возникновения наблюдается причинно-следственная связь: опасность – есть следствие некоторой (некоторых) причины, которая, в свою очередь, является следствием другой причины. Таким образом, причины и опасности образуют цепные структуры, которые, будучи изображенными графически, напоминают деревья.

Графическое изображение зависимостей между реализованными опасностями и причинами принято называть «**деревьями причин**» или «**деревьями опасностей**» или «**деревьями отказов**» или «**деревьями событий**». «Дерево причин/отказов» – топологическая модель надежности и безопасности, которая отражает логико-вероятностные взаимосвязи между отдельными случайными исходными событиями в виде первичных отказов или результирующих отказов, совокупность которых приводит к главному анализируемому событию. Дерево отказов (дерево аварий) представляет сложную графологическую структуру, лежащую в основе словесно-графического способа анализа возникновения аварии из последовательностей неисправностей и отказов элементов системы.

Любая опасность реализуется, принося ущерб, благодаря какой-либо причине или нескольким причинам. Следовательно, предотвращение опасностей или защита от них базируется на знании причин. Между реализованными опасностями и причинами существует причинно-следственная связь «опасность – причина – следствие». Причины и опасности образуют иерархические, цепные структуры. Графическое изображение таких зависимостей напоминает ветвящееся дерево. В строящихся «деревьях», как правило, есть ветви причин и ветви опасностей. Оно строится дедуктивно (от общего к частному), от головного события к вызывающим последствиям. Конечная цель анализа – предотвращение нежелательных событий. Поэтому необходимо установить условия формирования происшествий, которых бывает несколько, например, отказ техники, ошибки работающих, нерасчетные воздействия со стороны окружающей среды и т.п.

Многоэтапный процесс ветвления «дерева» требует введения ограничений с целью определения его пределов. Эти ограничения целиком зависят от целей исследования. В общем, границы ветвления определяются логической целесообразностью получения новых ветвей.

Пример дерева причин «Поражение человека электрическим током»



Описание (пример). Реализация происшествия/несчастного случая – поражение человека электрическим током (А) – возможна при наложении трех условий: Б – наличие потенциала высокого напряжения на металлическом корпусе электроустановки; В – появление человека на токопроводящем основании, соединенном с землей; Г – касание человеком корпуса электроустановки. Реализация условия (Б) может осуществиться, если отмечено либо Д – понижение сопротивление изоляции токоведущих частей, либо Е – замыкание. Появление человека в зоне поражения (В) возможно либо в результате Ж – вступление человека на токопроводящее основание, либо З – касание человеком заземленных элементов оборудования. Человек может коснуться (Г) корпуса установки либо при И – ремонт под напряжением, либо при К – техобслуживание, либо при Л – использование электроустановки по назначению.

Разделы отчета

Анализ риска проводится по следующей общей схеме:

1. Планирование и организация

- указать причины и проблемы, вызывавшие необходимость проведения риск-анализа;
- четко определить цели риск-анализа и критерий приемлемого риска;
- определить анализируемую систему и дать ее описание (изучаются технические характеристики объекта, системы, процесса, устанавливающие их повреждающие (травмирующие) свойства);
- указать исходные данные и ограничения, обуславливающие пределы риск-анализа (устанавливаются соответствующие законы, стандарты, правила, действия которых распространяются на данный объект);
- подобрать соответствующую команду для проведения анализа;

— установить источники информации о безопасности системы.

2. Идентификация опасностей

2.1. Выявление опасностей - на основе информации о данном объекте, результатов экспертизы и опыта работы подобных систем, четкое описание всех присущих системе опасностей. Виды действий/деятельности по выявлению опасностей:

- составление перечня опасностей, в котором указывают источники опасностей;
- изучение потенциальных чрезвычайных происшествий, которые могут вызвать тот или иной отказ (опасность) на исследуемом объекте;
- выявление всех факторов, которые могут привести к определенному чрезвычайному происшествию.

2.2. Предварительная оценка характеристик опасностей с целью выбора дальнейшего направления деятельности:

- прекратить дальнейший анализ ввиду незначительности опасностей;
- провести более детальный анализ риска;
- выработать рекомендации по уменьшению опасностей.

3. Оценка риска

3.1. Анализ частоты. Используются:

- исторические данные, соответствующие по типу системы, объекта или вида деятельности;
- статистические данные по аварийности и надежности оборудования;
- логические методы анализа "деревьев событий" или "деревьев отказов";
- экспертная оценка с учетом мнения специалистов в данной области.

3.2. Анализ последствий. Необходимы:

- модели аварийных процессов;
- понимание их сущности и сущности используемых поражающих факторов;
- критерии поражения изучаемых объектов воздействия.

3.3. Анализ неопределенностей. Обусловлен неточностью информации по надежности оборудования и ошибкам персонала, а также принятых допущений, применяемых при расчете моделей аварийного процесса

4. Разработка рекомендаций по управлению риском

— Рекомендации могут признать существующий риск приемлемым или указывать меры по уменьшению риска, т.е. меры по его управлению. Меры по управлению риском могут иметь технический, эксплуатационный или организационный характер.