

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ

Инженерно-технологический институт

Кафедра безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии

Панова Т.В., Панов М.В.

АВТОМАТИЗАЦИЯ И НАДЕЖНОСТЬ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ

Учебное пособие для магистров,
обучающихся по направлению подготовки
20.04.01 Техносферная безопасность

Брянская область

2022

УДК 631.171:331.45 (076)

ББК 68.9

П 16

Панова, Т. В. Автоматизация и надежность средств защиты: учебное пособие для магистров, обучающихся по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность / Т. В. Панова, М. В. Панов. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2022. – 37 с.

Учебное пособие может быть использовано при изучении дисциплины «Автоматизация и надежность средств защиты» магистрами обучающимися по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность. Раскрываются теоретические аспекты обеспечения автоматизации средств защиты от вредных факторов технических систем и производственных процессов, а так же методов повышения надежности средств защиты от вредных факторов технических систем и производственных процессов. Предназначено для подготовки к лекционным, практическим занятиям, подготовки к текущему и промежуточному контролю, самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины.

Учебное пособие составлено в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования.

Рецензент: д.т.н., профессор Е.Н. Христофоров.

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского ГАУ, протокол № 5 от «28» февраля 2022 года.

© Брянский ГАУ, 2022

© Т.В. Панова, 2022

© М.В. Панов, 2022

Оглавление

Введение	4
1 Классификация и прогнозирование аварий и катастроф	5
2 Характеристика теории надежности	10
3 Основные компоненты надежности	12
4 Номенклатура основных источников аварий и катастроф	18
5 Комплексные показатели надежности	20
6 Автоматизация и надежность средств защиты от вредных факторов технических систем и производственных процессов.....	21
7 Оборудование для автоматизации средств защиты от вредных факторов технических систем и производственных процессов	29
8 Методы повышения надежности средств защиты от вредных факторов технических систем и производственных процессов	33
Список литературы.....	36

Введение

Вопросам надёжности систем управления (САУ), особенно на стадии проектирования АСУ ТП с каждым годом уделяется всё большее внимание. Важность проблемы надёжности САУ обусловлена их повсеместным распространением фактически во всех отраслях промышленности.

Основы теории надёжности, применительно к описанию технических систем управления, разработаны Б.Г. Гнеденко, Ю.К. Беляевым, А.Д. Соловьевым и др. В нашей стране теория надёжности начала интенсивно развиваться с 50-х годов, и к настоящему времени сформировалась в самостоятельную дисциплину, основными задачами которой являются: - установление видов показателей надёжности технических систем; выработка аналитических методов оценки надёжности; - упрощение оценки надёжности САУ; - оптимизация надёжности на стадии эксплуатации системы. В работе рассмотрены теоретические основы теории надёжности, методы расчета надёжности технических систем, виды отказов САУ и ТСА, методы повышения надёжности, а также причины, вызывающие отказы САУ. Основной целью работы является формирование представления о надёжности системы управления как совокупности надёжности комплекса технических средств, управляющей вычислительной машины, программного обеспечения и оперативного персонала.

1 Классификация и прогнозирование аварий и катастроф

Классификация аварий и катастроф в зависимости от причин их возникновения.

Транспортные аварии (катастрофы) могут быть двух видов: происходящие на производственных объектах, несвязанных непосредственно с перемещением транспортных средств (в депо, на станциях, в портах, на аэровокзалах), и случающиеся во время их движения. Для второго вида аварий характерны удаленность ЧС от крупных населенных пунктов, трудность доставки туда спасательных формирований и большая численность пострадавших, нуждающихся в срочной медицинской помощи.

Пожары и взрывы - самые распространенные ЧС. Наиболее часто и, как правило, с тяжелыми социальными и экономическими последствиями они происходят на пожаро- и взрывоопасных объектах. Это, прежде всего промышленные предприятия, использующие в производственных процессах взрывчатые и легко возгораемые вещества, а также железнодорожный и трубопроводный транспорт, несущий наибольшую нагрузку по перемещению пожаро- и взрывоопасных грузов.

Аварии с выбросом (угрозой выброса) аварийно химически опасных веществ (АХОВ) - это происшествя, связанные с утечкой вредных химических продуктов в процессе их производства, хранения, переработки и транспортировки.

Аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ. Возникают на радиационно-опасных объектах: атомных станциях, предприятиях по изготовлению и переработке ядерного топлива, захоронению радиоактивных отходов и др. Аварии с выбросом (угрозой выброса) биологически опасных веществ - не частое явление, объясняемое, по-видимому, строгой засекреченностью работ в этой области и в тоже время продуманностью мер по предупреждению возникновения таких ЧС. Однако, учитывая тяжесть последствий в случае попадания биологически опасных веществ в окружающую среду, такие аварии наиболее опасны для населения.

Внезапные обрушения зданий, сооружений чаще всего происходят не сами по себе, а вызываются побочными факторами: большим скоплением людей на ограниченной площади; сильной вибрацией, вызванной проходящими Ж/Д составами или большегрузными автомобилями; чрезмерной нагрузкой на верхние этажи зданий и т.д.

Аварии на электроэнергетических системах и коммунальных системах жизнеобеспечения редко приводят к гибели людей. Однако они существенно затрудняют жизнедеятельность населения (особенно в холодное время года), могут стать причиной серьезных нарушений и даже приостановки работы объектов промышленности и сельского хозяйства.

Аварии на промышленных очистных сооружениях приводят не только к резкому отрицательному воздействию на обслуживающий персонал этих объектов и жителей близлежащих населенных пунктов, но и к залповым выбросам отравляющих, токсических и просто вредных веществ в окружающую среду.

Гидродинамические аварии возникают в основном при разрушении (прорыве) гидротехнических сооружений, чаще всего плотин. Их последствия - повреждение и выход из строя гидроузлов, других сооружений, поражение людей, затопление обширных территорий.

Классификация аварий и катастроф по масштабу: - аварии планетарного масштаба; - глобального масштаба; - национального; - регионального; - местного, - объектовые аварии.

Причины аварий и катастроф: - конструкционные; - производственные; - технологические; - эксплуатационные; - внешнего воздействия (природного характера; техногенного характера).

По тяжести:

- 1) легчайшая (срок устранения 1-5 суток);
- 2) легкая (-//- в течение 1 года);
- 3) средняя (-//-5 лет);

4) тяжелая (до 7 лет);

5) уничтожительная (более 50% объекта разрушено - не подлежит восстановлению).

Существует статистика, которая позволяет оценить риск жизни человека и возможности возникновения аварии (ЧС).

Вероятностно-статистический подход основывается на анализе стат. данных по различным видам аварий и катастроф.

В нашем государстве существуют определенные концепции:

1. Мирового масштаба «Концепция устойчивого развития».

2. «Концепция приемлемого риска» В РФ $R=2,5 \cdot 10^{-4}$ в год.

3. «Концепция оправданного риска» В РФ допускается гибель 1,7 чел. на 10000 чел.

В РФ 60 млн чел рабочего населения(всего 146млн чел.). Ежегодно гибнет 6 тыс.чел. Пострадавших 270 тыс. чел. Проф риск $1 \cdot 10^{-3}$.

Профессии наибольшего риска:

летчики-испытатели- $2 \cdot 10^{-2}$;военнослужащие- $0,6 \cdot 10^{-3}$;

шахтеры $-4,3 \cdot 10^{-3}$ в год.

Аварии на Ж/Д транспорте: $R=1,2 \cdot 10^{-6}$, рассчитан на 1 км пути. Общее по всей России $3,8 \cdot 10^{-7}$. На Ж/Д транспорте в период с 2016-2021 произошло 259000 пожаров, среднее время 1,5-2 часа $\max T=1800$ С.

В 2021 году в РФ от ЧС природного характера погибло примерно 3000 человек, пострадало 200000 чел, или 12% населения. В РФ сейсмически опасны 12% территории. Подвержено наводнениям 15% территории - в зоне затопления находится 750 городов. Слабые грунты на 20% территории РФ, В Новосибирске (Речной вокзал, гостиница «Новосибирская»). По статистике 30% территории РФ относится к зоне с суровыми климатическими условиями. 40% территории находится в зоне мерзлоты. Оползни на 45% терр-ии РФ. Инженерную защиту (усиление элементов конструкции и технологии) имеет 10% объектов экономики, а следовательно 90% подвержено ЧС и авариям и тем более катастрофам.

Автотранспорт $\max T_{\text{пожара}}=1200\text{С}$, время пожара от 20 минут до 1 часа.
Ежегодно с 2016-2021 год гибнет не менее 30000 чел , за 2021г-36700 чел.

Авиация $R=2,6 \cdot 10^{-7}$ - самый безопасный вид транспорта.

Причины:

-технические ошибки 20-30%,

-ошибки персонала 60-70%

-неблагоприятное воздействие внешних факторов и др. до 10%.

Цель прогнозирования состоит в том, чтобы выявить причины, влияющие на появление нежелательных опасных событий (автокатастроф, аварий, пожаров, травм и пр.) и разработать предупредительные мероприятия, уменьшающие вероятность их появления.

К сожалению, современная наука еще не в состоянии прогнозировать время наступления ЧС. Поэтому для обоснования рациональных мероприятий защиты обычно используется информация об их повторяемости на некотором объекте (пункте) или территории. Для оценки и прогноза повторяемости используются методы, основанные на анализе статистики ЧС за предшествующие годы с привлечением дополнительной информации.

Прогнозирование по вероятности возникновения: весьма вероятное за 3 дня(75-90%), вероятное от 3 до 5 дней (до 50%), предварительное (до 30-35%).

Методы прогноза риска:

По назначению: прогнозирование возникновения и прогнозирование последствий.

Методы прогнозирования возникновения ЧС по параметрам делятся на методы прогноза места, силы и времени наступления и частоты (повторяемости). Применительно к различным опасным природным явлениям эта задача решается по-разному.

По времени проведения: априорные (заблаговременно и оперативно по факту) и апостериорные.

По исходным данным: вероятностно-статистический, вероятностно - детерминированный, детерминированно-вероятностный; экспериментальные, расчетно-экспериментальные, расчетные (по моделям).

Экономически более выгодно предвидеть опасные природные явления и готовиться к ним в месте их проявления. Те мероприятия, которые не могут быть проведены за время упреждения об опасном природном явлении, осуществляются на всей территории возможного их проявления заблаговременно (превентивные мероприятия защиты) на основе прогноза их частоты (повторяемости).

По времени упреждения методы прогноза времени возникновения ЧС можно разделить на несколько видов: долго-, средне- и краткосрочного прогнозирования. Для управления безопасностью населения и персонала необходимы долгосрочные прогнозы времени возникновения и (или) повторяемости стихийных бедствий, аварий и катастроф на потенциально опасных объектах, проводимые с целью формирования государственной политики в области обеспечения безопасности населения и территорий, принятия стратегических решений (превентивных мер защиты) по управлению рисками.

Прогноз возникновения ЧС основывается на прогнозе возможности возникновения инициирующих их событий. Иницирующими событиями для возникновения ЧС являются проявления характерных для рассматриваемой территории источников опасности аварийные ситуации на объектах техносферы (пожары, взрывы, падения, отказы составных частей, важных для безопасности), несанкционированные действия с потенциально опасными объектами, нападения на них и другие события.

Изучение этих редких, но опасных по последствиям событий является одной из важнейших задач в анализе и управлении риском, которые должны прийти на смену применявшемуся человечеством до сих пор методу проб и ошибок.

2 Характеристика теории надежности

Применительно к опасным промышленным и транспортным объектам целесообразно рассматривать проблемы безопасности как проблемы надежности сложных человеко-машинных систем по отношению к здоровью и жизни людей, состоянию окружающей среды.

Во-первых, при определенных условиях эти понятия тесно связаны (например, когда нарушение работоспособного состояния технических элементов системы может привести к аварийным или катастрофическим последствиям).

Во-вторых, такой подход позволяет использовать количественные показатели безопасности, подобные в математическом отношении принятым показателям теории надежности, методы которой разработаны достаточно полно и широко используются на практике. При этом вводится понятие «технический риск» (или функция риска) как дополнение до единицы функции безопасности, определяемой по аналогии с функцией надежности как вероятность безопасной работы.

Работа любой технической системы может характеризоваться ее эффективностью (рис. 2.1), под которой понимается совокупность свойств, определяющих способность системы выполнять определенные задачи.

Под надежностью понимают свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортировки.



Рисунок 2.1 - Основные свойства технических систем

К параметрам, характеризующим способность выполнять требуемые функции, относят геометрические, кинематические и динамические параметры, показатели конструкционной прочности, показатели точности функционирования, производительности, скорости и т. п. С течением времени значения этих параметров могут изменяться, характеризуя то или иное состояние объекта.

Надежность в общем случае - комплексное свойство, определяемое через безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость технических систем. Для конкретных объектов и условий их эксплуатации эти свойства могут иметь различную значимость.

Для показателей надежности используются две формы их представления: вероятностная и статистическая. Вероятностная форма обычно бывает удобнее при априорных аналитических расчетах надежности, статистическая - при экспериментальном исследовании надежности технических систем.

Многоцелевое назначение оборудования и систем приводит к необходимости исследовать те или другие стороны надежности с учетом причин, формирующих надежность объектов. Это приводит к необходимости подразделения надежности на виды.

Различают:

1. Аппаратурную надежность, обусловленную состоянием технических элементов сложных систем; в свою очередь она может подразделяться на надежность конструктивную, схемную, производственно-технологическую;

2. Функциональную надежность, связанную с выполнением некоторой функции, возлагаемых на объект, систему;

3. Эксплуатационную надежность, обусловленную качеством использования и обслуживания;

4. Надежность системы «человек-машина», зависящую от характеристик взаимодействия человека-оператора и технического устройства.

3 Основные компоненты надежности

Надежность – это свойство объекта сохранять свои выходные характеристики в определенных пределах при данных условиях эксплуатации.

Работоспособным, называется такое состояние системы (элемента), при котором значения параметров, характеризующих способность системы выполнять заданные функции, находятся в пределах, установленных нормативно-технической или конструкторской документацией.

Неработоспособным, называется состояние системы, при котором значение хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не находится в пределах, установленных указанной документацией.

Например, система измерения температуры является неработоспособной, если основной параметр, характеризующий качество ее функционирования – погрешность измерения, превышает заданную величину.

Исправное состояние – это такое состояние, при котором система соответствует всем требованиям нормативно-технической и конструкторской документации.

Неисправное – при котором имеется хотя бы одно несоответствие требованиям.

Отличие между исправным и работоспособным состояниями заключается в следующем. Работоспособная система удовлетворяет только тем требованиям, которые существенны для функционирования, и может не удовлетворять прочим требованиям (например, по сохранности внешнего вида элементов). Система, находящаяся в исправном состоянии, заведомо работоспособна.

Предельное состояние – это состояние, при котором дальнейшее применение системы по назначению недопустимо или нецелесообразно. После попадания в предельное состояние может следовать ремонт (капитальный или средний), в результате чего восстанавливается исправное состояние, или же система окончательно прекращает использоваться по назначению.

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособности системы, т. е. в переходе ее из работоспособного в неработоспособное состояние.

Повреждением – событие, заключающееся в переходе системы из исправного в неисправное но работоспособное состояние.

Восстановлением называется событие, заключающееся в переходе системы из неработоспособного в работоспособное состояние.

К *невосстанавливаемым* относят системы, восстановление которых непосредственно после отказа считается нецелесообразным или невозможным, а к *восстанавливаемым* – в которых проводится восстановление непосредственно после отказа.

Одна и та же система в различных условиях применения может быть отнесена к *невосстанавливаемым* (например, если она расположена в необслуживаемом помещении, куда запрещен доступ персонала во время работы технологического агрегата) и к *восстанавливаемым*, если персонал сразу же после отказа может начать восстановление. Само понятие «восстановление» следует понимать не только как корректировку, настройку, пайку или иные ремонтные операции по отношению к тем или иным техническим средствам, но и как замену этих средств.

В принципе подавляющее большинство систем, применяемых для автомати-

зации технологических процессов, подлежит восстановлению после отказа, после чего они вновь продолжают работу. То же относится к большей части технических средств; к числу невосстанавливаемых можно отнести только такие их элементы, как интегральные схемы, резисторы, конденсаторы и т. п.

Отказы можно различать по нескольким признакам.

По характеру устранения различают окончательные (устойчивые) и перемежающиеся (то возникающие, то исчезающие) отказы. Отказ объекта – событие, заключающееся в том, что объект либо полностью, либо частично теряет свойство работоспособности. При полной потере работоспособности возникает полный отказ, при частичной – частичный отказ. Понятия полного и частичного отказов каждый раз должны быть четко сформулированы перед анализом надежности, поскольку от этого зависит количественная оценка надежности. Требования к надежности изделия, а также количественная оценка надежности без указания признаков отказа не имеют смысла.

Отказы могут быть *внезапными* и *постепенными*. Эти отказы различны по природе возникновения.

Внезапному отказу может не предшествовать постепенное накопление повреждений, и он возникает внезапно. Технология изготовления современных элементов аппаратуры столь сложна, что не всегда удается проследить за скрытыми дефектами производства, которые должны выявляться на стадии тренировки и приработки аппаратуры. В результате в сферу эксплуатации могут проникать следующие дефектные элементы: резистор с недостаточно прочным креплением токоотвода; полупроводниковый прибор, у которого толщина промежуточной области недостаточна; полупроводниковый прибор, у которого на поверхности полупроводникового материала застряла токопроводящая микрочастица; токопроводящий слой печатного монтажа, у которого толщина либо чрезмерно малая, либо чрезмерно большая; интегральная схема, у которой соединение вывода с печатным монтажом недостаточно прочное, и т. д. В процессе эксплуатации случайно могут создаваться

условия, при которых скрытый дефект приводит к отказу изделия (пиковые нагрузки, тряска и вибрация, температурный скачок, помехи и т. д.). Но неблагоприятного сочетания неблагоприятных факторов может и не быть, тогда не будет и внезапного отказа. При большом уровне случайных неблагоприятных воздействий внезапный отказ может произойти даже при отсутствии скрытых дефектов.

Постепенный отказ возникает в результате постепенного накопления повреждений, главным образом вследствие износа и старения материалов.

Выделять внезапные и постепенные отказы необходимо, потому что закономерности, которым они подчиняются, различны. Различными поэтому должны быть и способы борьбы с этими отказами. Для уменьшения числа внезапных отказов может быть рекомендована предварительная тренировка и приработка изделий с целью выявления скрытых дефектов производства, а также введение защиты от неблагоприятных воздействий типа помех, перегрузок, вибраций и т. п. Уменьшению числа постепенных отказов может содействовать своевременная замена сменных блоков, выработавших технический ресурс.

Отказ может быть кратковременным самоустраняющимся. В этом случае он называется сбоем. Характерный признак сбоя – то, что восстановление работоспособности после его возникновения не требует ремонта аппаратуры. Причиной сбоя может быть либо кратковременный отказ аппаратуры (например, залипание контакта), либо кратковременно действующая помеха, либо дефекты программы, приводящие к неблагоприятным временным характеристикам работы аппаратуры. Опасность сбоев заключается в том, что их трудно и часто даже невозможно обнаружить в процессе работы аппаратуры, но они могут исказить информацию настолько, что приведут к отказу выполнения заданной функции.

Отказы в АСУ целесообразно подразделять на аппаратурные и программные.

Аппаратурным отказом принято считать событие, при котором изделие утрачивает работоспособность и для его восстановления требуется проведение ремонта аппаратуры или замена отказавшего изделия на исправное.

Программным отказом считается событие, при котором объект утрачивает работоспособность по причине несовершенства программы (несовершенство алгоритма решения задачи, отсутствие программной защиты от сбоев, отсутствие программного контроля за состоянием изделия, ошибки в представлении программы на физическом носителе и т. д.). Программный отказ устраняется путем исправления программы.

Для объектов ответственного назначения целесообразно выделять в отдельную группу отказы, которые могут приводить к катастрофическим последствиям (гибели людей и т. д.). В заданиях по надежности необходимо выделять в отдельную группу требования по обеспечению безопасности.

Составляющие надежности

Надежность является комплексным свойством, включающим в себя четыре основные составляющие: безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

Безотказность – свойство системы сохранять работоспособность в течение требуемого интервала времени непрерывно без вынужденных перерывов. Безотказность отражает способность длительное время функционировать без отказов.

Долговечность – свойство системы сохранять работоспособность до наступления предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонтов. Долговечность системы зависит от долговечности технических средств и от подверженности системы моральному старению.

Ремонтпригодность является свойством системы, заключающимся в ее приспособленности к предупреждению, обнаружению и устранению причин возникновения отказов, а также поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов, либо путем замены отказавших комплектующих элементов. Ремонтпригодность зависит от того, выполнены ли элементы в виде отдельных, легко заменяемых блоков, используются ли в системе средства встроенного контроля работоспособности и ди-

агностики а так же от квалификации обслуживающего персонала и от организации эксплуатации.

Сохраняемость характеризует свойство системы сохранять значения показателей безотказности и ремонтпригодности в течение и после срока хранения и транспортировки.

Перечисленные выше составляющие надежности являются общепризнанными и рекомендуются для широкого класса изделий. Однако для автоматизированных систем, информационных сетей и вычислительной техники этих свойств недостаточно. В практике создания и использования АСУ применяют следующие дополнительные частные свойства.

Живучесть – свойство объекта сохранять работоспособность (полностью или частично) в условиях неблагоприятных воздействий, не предусмотренных нормальными условиями эксплуатации.

При задании требований к надежности объекта обычно указываются нормальные условия его эксплуатации. Но к ряду объектов ответственного назначения могут предъявляться требования выполнить некоторые функции в условиях, существенно отличающихся от нормальных.

Главный смысл требования к живучести объекта состоит не только в том, чтобы он длительное время работал непрерывно без отказа в нормальных условиях эксплуатации и чтобы его можно было быстро отремонтировать, но также и в том, чтобы он в ненормальных условиях эксплуатации сохранял работоспособность, хотя бы и ограниченную.

Достоверность информации, выдаваемой объектом. При работе вычислительной машины или канала передачи информации могут отсутствовать отказы. Поэтому объект может обладать высокой безотказностью, хорошей долговечностью, сохраняемостью и ремонтпригодностью. Однако в нем могут иметь место сбои, искажающие информацию. В изделии «ломается» не аппаратура, а информация. Это не менее опасная «поломка», но она не находит отражения в перечис-

ленных выше основных сторонах надежности изделия. Поэтому и вводится еще одна дополнительная сторона надёжности – достоверность.

В практике создания и использования технических систем возможно появление и других дополнительных сторон надежности. При этом необходимо следить, чтобы набор используемых частных свойств, с одной стороны, был достаточным для описания надежности объекта, с другой стороны не содержал ненужных для описания комплексного показателя надежности, а также таких, которые нельзя измерить или которые не имеют определенного ясного и понятного физического смысла.

4 Номенклатура основных источников аварий и катастроф

Номенклатура (лат. *nomenclatura*) - перечень категорий, названий, терминов, систематизированных по определенному признаку. В настоящее время разработана общая номенклатура опасностей, представляющая собой перечень всех опасностей, составленный в алфавитном порядке. Этот перечень содержит, в частности, такие опасности, как «... алкоголь, аномальная температура воздуха, аномальное барометрическое давление, ..., вакуум, взрыв, взрывчатые вещества, вибрация, ..., динамические перегрузки, ..., эмоциональная перегрузка, ядовитые вещества».

При выполнении конкретных исследований составляется номенклатура опасностей для отдельных объектов деятельности (местности, производства, рабочего места, технологического процесса).

Авария – опасное техногенное происшествие, создающее на объекте или определенной территории угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению зданий, сооружений, оборудования и транспортных средств, нарушению производственного или транспортного процесса, а также к нанесению ущерба окружающей природной среде. Крупная авария, как правило, с человеческими жертвами, является катастрофой.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, катастрофы, стихийного 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.

Приведенная ниже в таблице классификация ЧС позволяет разделить аварии и катастрофы. Чрезвычайные ситуации различаются по характеру источника на природные, техногенные, биолого–социальные и военные, а также по масштабам – на локальные, местные, территориальные, региональные, федеральные и трансграничные.

Источником природной ЧС является опасное природное явление или процесс. Это могут быть опасные геологические (землетрясения, вулканические извержения, оползни, обвалы, сели, лавины), гидрологические (наводнения), метеорологические (сильные снегопады, ливни, град, ураганы, бури и смерчи) явления и процессы, а также природные пожары. Источником техногенной ЧС является опасное техногенное происшествие – авария на промышленном объекте или транспорте, пожары, взрывы.

Источником биолого–социальной ЧС является особо опасная или широко распространенная инфекционная болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений.

При классификации по масштабу к локальной относится такая ЧС, в результате которой пострадало не более 10 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности не более 100 человек, либо материальный ущерб составляет не более 1 тыс. минимальных размеров оплаты труда (МРОТ) и зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории объекта производственного или социального назначения.

Таблица 4.1 – Классификация чрезвычайных ситуаций

Масштаб ЧС	Кол-во пораженных, чел.	Кол-во пострадавших (нарушение условий жизнедеятельности), чел.	Зона распространения ЧС	Материальный ущерб, тыс. минимальных размеров оплаты труда
Локальная	До 10	100	В пределах территории, объекта	до 1
Местная	10-15	100-300	В пределах населенного пункта, города района	1-5
Территориальная	50-500	300-500	В пределах субъекта РФ '	5-500
Региональная	50-500	500-1000	В пределах двух субъектов РФ	500-5000
Федеральная	500	1000	В пределах более двух субъектов РФ	5000
Трансрегиональная (на территории РФ)	Любое	Любое	Выходит за пределы РФ	Любой
Трансрегиональная (за рубежом)	Любое	Любое	Затронуты территории РФ	Любой

С ростом масштаба ЧС увеличиваются показатели по числу пострадавших, объему материального ущерба и масштабу последствий. Наиболее масштабной ЧС является трансграничная, поражающие факторы которой выходят за пределы нашей страны, либо, если ЧС произошла за рубежом, но затрагивает территорию нашей страны.

5 Комплексные показатели надежности

Каждый из описанных выше показателей позволяет оценить лишь одну из сторон надежности – одно из свойств надежности объекта. Для более полной оценки надежности используют комплексные показатели, позволяющие одновременно оценить несколько важнейших свойств объекта.

Коэффициент готовности K_g – вероятность того, что объект окажется работоспособным в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается.

$$K_{\Gamma} = T_o / T_o + T_B \quad (5.1)$$

где T_o – среднее значение наработки на отказ;

T_B – среднее время восстановления объекта после отказа.

Коэффициент технического использования – отношение математического ожидания суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к математическому ожиданию суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии и простоев, обусловленных техническим обслуживанием и ремонтом за тот же период эксплуатации.

$$K_{\text{ТИ}} = T_o + T_P + T_{\text{ТО}} \quad (5.2)$$

где T_P , $T_{\text{ТО}}$ – суммарная продолжительность простоев машины в ремонте и техническом обслуживании.

Для автомобилей основными показателями долговечности являются ресурс до замены (до ремонта определенного вида) или списания, гамма-процентный ресурс; основным показателем безотказности – наработка на отказ определенной группы сложности (среднее время безотказной работы); основными показателями ремонтпригодности – удельная трудоемкость технического обслуживания, удельная трудоемкость текущих ремонтов и удельная суммарная трудоемкость технического обслуживания и текущих ремонтов.

6 Автоматизация и надежность средств защиты от вредных факторов технических систем и производственных процессов

Вредные вещества – это вещества, которые при контакте с организмом человека, например в случае нарушения требований безопасности, могут вызвать

производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в последующие сроки жизни настоящего и будущего поколений. В санитарно-гигиенической практике вредные вещества подразделяются на производственную пыль и химические вещества.

Вредные вещества в виде паров, газов и пыли встречаются во многих отраслях. Так, в угольной промышленности, в шахтах, встречаются вредные газы: оксиды азота, углерода, метан; в металлургической промышленности – окислы серы, окись углерода, аэрозоли редких металлов (вольфрама, молибдена, бериллия, лития и др.). В металлообрабатывающей промышленности при процессах травления металлов, гальванических покрытиях, покрытиях красками и т.п. в воздух рабочих помещений выделяется большое количество вредных газов и паров органических растворителей. Большое количество вредных веществ может собираться в воздухе производственных помещений предприятий химической промышленности (основная химия, коксохимия, анилиноокрасочная промышленность, производство пластмасс, химических волокон и т.д.). В сельском хозяйстве для борьбы с вредителями и сорняками используются ядохимикаты.

Вредные вещества могут проникать в организм человека через дыхательные пути, пищеварительный тракт, кожные покровы и слизистые оболочки. Первый путь наиболее опасен, поскольку вредные вещества через разветвленную легочную ткань поступают непосредственно в кровь и разносятся по всему организму. Большинство случаев профессиональных заболеваний связано с поступлением газов, паров, туманов в организм через органы дыхания. При приеме пищи, курении, загрязнении рук вредные вещества могут попасть в желудочно-кишечный тракт. Причем фенолы, цианиды и другие соединения могут всасываться уже из полости рта, сразу поступая в кровь; ртуть, медь, цезий могут быть причиной поражения слизистой оболочки желудка, нарушения его секреции. Вредные вещества могут попадать в организм человека через поврежденные кожные покровы. Это возмож-

но не только при загрязнении кожи растворами и пылью, но и при наличии в воздухе рабочей зоны газов и паров вредных веществ. Такие вещества, как бензол, анилин, ароматические амины, способны растворяться в поту и жировом покрове кожи, затем они всасываются через кожу и поступают в кровь.

После всасывания в кровь вредные вещества распределяются в организме человека в зависимости от интенсивности кровообращения и сорбционных свойств тканей. Некоторые металлы (марганец, хром, ванадий, кадмий и др.) быстро выводятся из крови, но накапливаются в почках и печени; соединения бария, бериллия, свинца образуют прочные соединения, накапливающиеся в костной ткани. Органические соединения чаще подвергаются окислению, расщеплению, восстановлению и т.д., что в конечном итоге приводит в основном к возникновению менее вредных и активных в организме веществ. Некоторые металлы, накапливаясь в печени, почках и других органах, могут вновь поступать в кровь. Пути выведения вредных веществ зависят от их физико-химических свойств и превращений в организме человека. Тяжелые металлы выделяются в основном через желудочно-кишечный тракт и почки, некоторые органические соединения частично выделяются с выдыхаемым воздухом, другие – через кожу.

По характеру воздействия на человека вредные вещества можно разделить на две группы: токсичные вещества – вступая во взаимодействие с организмом человека, они вызывают отравления или отклонения в состоянии здоровья работающего; нетоксичные вещества – они, как правило, раздражают слизистые оболочки дыхательных путей, глаз и кожу.

В производственных условиях отравления могут быть острыми и хроническими. Острые отравления происходят быстро (в течение смены) при высоких концентрациях газов или паров, сильном загрязнении кожных покровов; чаще всего это случается в результате аварий или грубых нарушений норм безопасности труда. Хронические отравления возникают постепенно, при длительном действии токсичных веществ, проникающих в организм в относительно небольших количе-

ствах. Они развиваются вследствие накопления массы вредного вещества в организме и вызываемых им изменений. При хронических и острых отравлениях одним и тем же токсичным веществом могут поражаться разные органы и системы организма человека. Например, при остром отравлении бензолом страдает в основном нервная система, при хроническом – кроветворная.

В связи с острыми и хроническими заболеваниями следует рассмотреть и привыкание к вредному веществу, т.е. понижение чувствительности в результате систематического его поступления в организм. Известно, например, привыкание к мышьяку, наркотикам (морфину, кокаину), эфиру, алкоголю, раздражающим газам и т.д. В производственных условиях привыкание достигается значительным напряжением компенсаторных функций организма. При срыве компенсаторных функций привыкание переходит в хроническое заболевание.

Токсичное действие разных веществ зависит от ряда факторов: концентрации вредного вещества в воздухе и его токсичности; длительности, путей поступления и выделения вредных веществ; температуры и влажности воздуха. Например, повышенная температура приводит к расширению пор в коже, а влажность – к увеличению растворимости вредного вещества. Таким образом, токсичное действие вещества зависит от параметров вредного вещества, организма и окружающей среды. Причем токсичными могут оказаться многие вещества, даже поваренная соль в больших дозах, но относят к токсичным лишь те вещества, которые проявляют свое вредное действие в обычных условиях и в относительно небольших количествах. Токсичное действие некоторых веществ зависит от колебания их концентрации в течение смены. Например, вдыхание оксида углерода переменной концентрации отягчает отравление им по сравнению с отравлением при постоянной концентрации.

Вредные химические вещества по характеру биологического воздействия на организм человека согласно ГОСТ 12.0.003–74* "Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация" подразделяются:

– на общетоксичные, вызывающие отравление всего организма или отдельных его систем, а также патологические изменения печени, почек (оксид углерода, цианистые соединения, бензол и др.);

– раздражающие, вызывающие раздражение слизистых оболочек дыхательных путей, глаз, кожных покровов (оксиды серы, азота, хлор, аммиак и др.);

– сенсibiliзирующие, действующие как аллергены (соединения никеля, хрома);

– канцерогенные, вызывающие злокачественные образования (асбест, бензапирен, соединения, входящие в состав угля, нефти при неполном их сгорании или термической обработке);

– мутагенные, приводящие к нарушению генетического кода (свинец, марганец, радиоактивные изотопы);

– влияющие на репродуктивную функцию (сероуглерод, ртуть, свинец).

Действие вредных веществ последних трех групп проявляется не сразу, а спустя годы или в последующих поколениях.

Согласно ГОСТ 12.1.007–76 "ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности" по степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности:

I класс – вещества чрезвычайно опасные – ПДК менее 0,1 мг/м³ (бериллий, ртуть, сулема, свинец и др.);

II класс – вещества высокоопасные – ПДК 0,1–1,0 мг/м³ (оксиды азота, анилин, бензол, марганец и др.);

III класс – вещества умеренно опасные – ПДК 1,1–10,0 мг/м³ (вольфрам, борная кислота, спирт метиловый и др.);

IV класс – вещества малоопасные – ПДК более 10,0 мг/м³ (аммиак, ацетон, керосин, спирт этиловый и др.).

Степень опасности устанавливается по максимальным концентрациям вредных веществ, а при наличии соответствующего норматива и по среднесменным величинам.

Пыль может оказывать на человека общетоксичное, раздражающее и фиброгенное воздействие. Фиброгенное действие пыли заключается в том, что она вызывает в легких развитие соединительных тканей, нарушающих функцию органа, приводя к профессиональным заболеваниям – пневмокониозам. Наиболее распространенная форма пневмокониоза – силикоз – развивается при действии диоксида кремния.

В производственных условиях часто имеет место комбинированное действие на организм одновременно двух или нескольких вредных веществ.

В большинстве случаев безопасность технической системы является производной от ее надежности, т.е. эти свойства являются взаимосвязанными. Пути обеспечения надежности разнообразны и прежде всего они связаны с повышением стойкости изделия к внешним воздействиям. Например, для механических систем высокая надежность достигается за счет создания прочных, жестких, износостойких узлов при их рациональной конструкции, применения материалов с высокой прочностью, износостойкостью, антикоррозийной стойкостью, теплостойкостью и т. д. Другой путь обеспечения достаточной надежности – их изоляция от вредных воздействий: установка машины на фундамент, защита поверхностей от запыления и загрязнения, создание специальных условий по температуре и влажности, применение антикоррозийных покрытий, виброизолирующих устройств и т. д.

Эффективным средством для решения проблемы надежности и безопасности является применение автоматики для поддержания нормальных режимов работы и обеспечения возможности длительного выполнения системой своего служебного назначения в различных условиях эксплуатации. Не менее значимым является обучение персонала правилам безопасной эксплуатации технических систем.

Для недопущения отказов конструктивного, производственного и эксплуатационного характера существуют типовые мероприятия, методы и средства предупредительного, контролирующего и защитного характера, обеспечивающие надежность и безопасность технических систем. Их применяют на различных эта-

пах жизненного цикла технической системы - в процессе проектирования, создания (изготовления) и эксплуатации.

Стадия проектирования технических систем предусматривает следующие меры:

а) Предупредительные - использование отработанных методов и средств обеспечения надежности; анализ альтернативных проектно-конструкторских решений и выбор наилучших; создание запасов работоспособности по нагрузкам и отказам различных видов; использование резервирования; выбор высоконадежных комплектующих элементов, материалов; создание контролепригодных и ремонтно-пригодных элементов; обучение проектантов, конструкторов, испытателей передовым методам и способам обеспечения надежности; установление проектных норм надежности и норм испытаний при экспериментальной отработке; разработка новых средств контроля и диагностики;

б) Контрольные - экспериментальная проверка технических решений, особенно новых; проверка всех режимов функционирования; автономные и комплексные испытания; контроль и корректировка конструкторской документации; экспериментальная проверка запасов работоспособности во всех режимах функционирования; контроль надежности; контроль качества труда исполнителей, самоконтроль;

в) Защитные - анализ видов и последствий отказов; введение специальных приборов в состав системы, обеспечивающих безопасность при возникновении отказов; разработка режимов обкатки и тренировки системы на начальном этапе работы до перехода на режимы нормального функционирования; составление инструкций для обучения производственного персонала; реализация технических решений по локализации отказов; обеспечение оперативного контроля и управление функционированием; обеспечение сохранения работоспособности элементов при отказах в системах; разработка системы обслуживания и восстановления техники;

Стадия изготовления технических систем предусматривает следующие меры:

а) Предупредительные - выбор прогрессивных и стабильных технологических процессов; отработка новых технологических процессов и средств контроля до начала пуска производства; отработка и корректировка технологической документации; обучение и аттестация производственного персонала при допуске к работе на ответственных операциях; надзор за состоянием производственного оборудования и средств контроля.

б) Контрольные - проведение входного, пооперационного и выходного контроля; контрольно-технологические испытания; контроль качества труда исполнителей, самоконтроль; авторский надзор; контроль качества и стабильности технологических процессов;

в) Защитные - использование избыточности (дублирование) в оборудовании и средствах контроля; введение блокировок в ответственные технологические процессы, исключающих продолжение работы при нарушениях предусмотренных режимов; разработка системы обслуживания и восстановления производственного оборудования и средств контроля.

Стадия эксплуатации технических систем предусматривает следующие меры:

а) Предупредительные - использование автоматизированных средств контроля и поиска неисправностей; отработка эксплуатационно-технической документации; проведение предварительных регламентных работ; оценка и прогнозирование технического состояния и надежности; аттестация и обучение персонала;

б) Контрольные - автоматизированная регистрация и обработка информации о командах по управлению технической системой, возникающих отказах и неисправностях; постоянный мониторинг качества выполняемых технической системой операций; самоконтроль; гарантийный надзор;

в) Защитные - проведение оперативных доработок; использование автоматических средств защиты; использование качественных запасных частей, обменного фонда агрегатов и эксплуатационных материалов; анализ последствий отказов и реализация защитных мероприятий; обучение и аттестация персонала для работы при возникновении отказов.

Важнейшей составной частью активных средств, позволяющих, в конечном счете, добиться высокой надежности, безопасности и эффективности технической системы являются технические средства (элементная база, экспериментальные и производственные возможности). Отсутствие материально-технической основы высокой надежности техники не может быть компенсировано другими средствами - организацией работ, реализацией программного подхода, методического, нормативного или информационного обеспечения.

Уровень технического обеспечения зависит от следующих факторов:

уровня качества и надежности материалов, полуфабрикатов, электрооборудования и радиодеталей, комплектующих элементов, агрегатов и изделий общего назначения, выпускаемых промышленностью и используемых в составе технических систем;

номенклатуры, количества, производительности, автоматизации технических средств для проектирования, конструирования, отработки, производства, контроля и эксплуатации сложных изделий;

уровня автоматизации и оперативного сбора, обработки, обмена информацией для планирования, координации действий и контроля за ходом создания и применения изделий.

Для создания высоконадежных и эффективных технических систем необходимо, чтобы новые материалы, электронные изделия и др. комплектующие обладали высокими показателями надежности, достаточными для практически безотказной эксплуатации перспективных систем в заданных для них условиях в течение срока эксплуатации, равного сроку их морального старения.

7 Оборудование для автоматизации средств защиты от вредных факторов технических систем и производственных процессов

Автоматическая защита предназначена для защиты оборудования от ненормальных (аварийных) режимов. Система защиты при обнаружении ненормального

режима может либо отключать оборудование и останавливать технологический процесс (что нежелательно), либо ликвидировать ненормальный режим и возобновлять протекание процесса.

Простейшие системы защиты: защита плавкими предохранителями электроустановок, защита сосудов, работающих под давлением, аварийными клапанами и т.п.

Однако в современных установках могут применяться и более сложные алгоритмы функционирования устройств защиты.

Таковыми примерами являются:

система контроля и повторного зажигания пламени в топке теплогенератора;

система повторного автоматического включения линий электропередач при обнаружении режима короткого замыкания.

Автоматическое управление включает в себя комплекс технических средств и методов по управлению объектами без участия человека: включение и отключение оборудования, обеспечение его безаварийной работы, соблюдение оптимальных параметров технологических процессов и т.п. Разновидностью автоматического управления является автоматическое регулирование, под которым понимают процесс автоматического поддержания какого-либо параметра на заданном уровне или изменение его по определенным зависимостям от других параметров.

По полноте автоматизации различают:

частичную автоматизацию, когда автоматизированы лишь отдельные процессы (например, автоматизирован пуск электродвигателя, но после пуска процесс протекает при ручном управлении);

комплексную автоматизацию, когда автоматизированы все технологические процессы, но оператор осуществляет настройку режимов работы системы управления и оборудования, согласованность действий между процессами и т.п. В таких системах оператор сохраняется;

полную автоматизацию, когда технологический процесс протекает без участия человека. В таких системах все операции выполняет система управления. Примером является работа заводов-автоматов.

САЗ предназначены для обнаружения критических ситуаций, предупреждения персонала и включения исполнительных устройств защиты для предотвращения аварий на объектах управления.

По назначению САЗ делятся на 4 класса:

1) СПС – системы предупредительной сигнализации, обеспечивающие в критических ситуациях вызов обслуживающего персонала и выдачу ему информации о причинах возникновения и видах отклонений от нормальной работы;

2) САОП – системы аварийного отключения оборудования или (и) переключения режима его работы;

3) СЗОП – системы защиты обслуживающего персонала от травматизма;

4) СПЗ – системы противопожарной защиты объектов.

По числу выполняемых функций САЗ делятся на одно- и многофункциональные. Сигнал защиты может формироваться по результатам контроля одного или нескольких параметров.

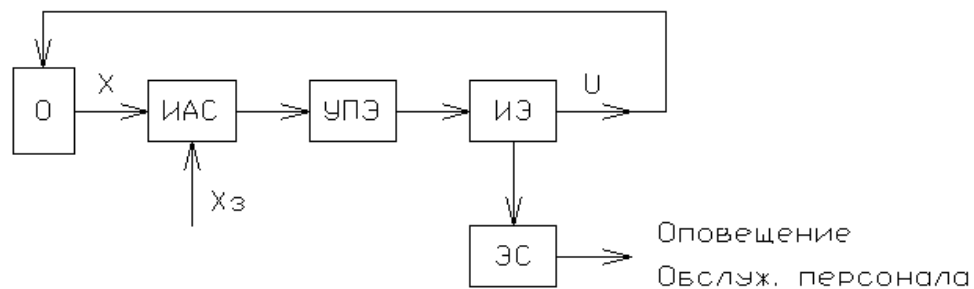


Рисунок 7.1 - Схема САЗ

САЗ обычно представляет собой разомкнутые системы.

ИАС – индикаторы аварийных ситуаций, включающие в себя датчик, задатчик и схему сравнения контролируемого сигнала X и его заданного значения X_3 ;

УПЭ – усилительно – преобразующий элемент, который усиливает и преобразует сигнал индикатора;

ИЭ – исполнительный элемент, включающий средства защиты на объекте и

элементы световой и звуковой сигнализации ЭС, оповещающие обслуживающий персонал о ненормальных режимах работы технологического оборудования.

В устройствах защиты применяют стандартные элементы, часто в САЗ используется исполнительный орган общей системы управления.

На практике большое распространение получили индикаторы аварийных ситуаций предельных положений, уровней жидких и сыпучих сред, деформаций и напряжений, аварийных сил и давлений, нарушений температурных режимов, концентрации пыли, газа и дыма, аварийных значений токов и напряжений, замыкания токоведущих шин на землю и др.

В качестве индикаторов предельных положений используют конечные выключатели, срабатывающие при достижении механизмом определённой точки. Например, на подъёмных устройствах таким способом обеспечивается защита от переподъёма механизмов.

При определении предельных уровней наибольшее распространение получили поплавковые индикаторы.

В индикаторах предельных деформаций и напряжений чаще всего используют тензометрические элементы.

Индикаторы превышения давлений имеют в качестве чувствительных элементов мембраны, сильфоны, трубчатые пружины и др.

В индикаторах перегрева используют термометры.

Индикацию дыма и пыли осуществляют оптическими и радиоактивными методами по интенсивности излучения, поглощения или рассеивания частицами пыли и дыма.

В системах защиты от производственного травматизма, останавливающих рабочую машину (пресс, пилу и др.) при обнаружении появления человека в опасной зоне, применяют индикаторы на базе фотореле, индикаторы генераторного типа, изменяющие частоту колебаний при приближении человека.

Для аварийного отключения оборудования широкое распространение полу-

чили системы защиты электродвигателей от перегрузок и короткого замыкания. Для этого используют тепловые реле, автоматические выключатели, реле тока, плавких предохранителей.

8 Методы повышения надежности средств защиты от вредных факторов технических систем и производственных процессов

Все методы повышения и поддержания надежности обычно делятся на три большие группы: методы, применяемые: при проектировании, изготовлении и эксплуатации.

К методам повышения надежности, применяемым при проектировании, относятся:

- использование отработанных методов и средств обеспечения надежности;
- анализ альтернативных проектно-конструкторских решений и выбор наилучших;
- создание запасов работоспособности по нагрузкам и отказам различных видов;
- резервирование;
- упрощение системы;
- применение новых конструктивных решений;
- применение новых более надежных комплектующих элементов;
- создание схем с ограниченными последствиями отказов элементов;
- облегчение электрических, механических, тепловых и других режимов работы элементов;
- стандартизация и унификация элементов и узлов;
- контроль и корректировка конструкторской документации;
- экспериментальная проверка запасов работоспособности во всех режимах функционирования;
- разработка новых средств контроля и диагностики.

Эффективность этих методов состоит в том, что они позволяют из малонадежных элементов строить надежные системы, уменьшить интенсивность отказов системы.

При изготовлении элементов, систем надежность можно повысить, используя новые материалы, обладающие улучшенными физико-химическими характеристиками, совершенствуя технологию производства, осуществляя автоматизацию производственных процессов, применяя эффективные методы контроля качества изделий, испытания на надежность. Все эти методы позволяют существенно уменьшить интенсивность отказов системы в целом.

Уменьшение наработки для выполнения определенного объема работ достигается выбором более быстродействующих элементов и высокопроизводительных устройств при проектировании. При эксплуатации уменьшить наработку можно полным или частичным выключением системы или ее отдельных устройств в паузе между рабочими сеансами. Например, в ПК предусмотрены так называемые схемы управления питанием, которые отключают монитор, поток ЖД, и переводят процессор в режим при отсутствии внимания к ПК со стороны пользователя. Следует отметить, что сохранить надежность системы путем сокращения времени ее непрерывной работы можно лишь, если число включений и выключений мало, т.е. система работает сравнительно с большой скважностью. При частом включении и выключении переходные процессы оказывают сильное вредное воздействие.

Уменьшение интенсивности отказов актуально на всех этапах жизненного цикла ИС. На этапе проектирования - за счет комплектации системы элементами повышенной надежности, как высокотехнологичных элементов, так и за счет входного контроля. Создания оптимального температурного режима, снижение электрической нагрузки, конструктивные методы защиты от механических и других внешних воздействий (например, герметизация) позволяют уменьшить интенсивность отказов. Следует отметить, что существенно повысить надежность си-

стемы может уменьшение сложности системы. (Вероятность отказа системы складывается из произведения вероятности отказов всех ее элементов). Однако создание простых схем является одной из наиболее трудных технических задач.

На этапе эксплуатации - приведение условий эксплуатации в соответствие с требованиями, при которых гарантируются паспортные данные по надежности и организация профилактического обслуживания.

Улучшение восстанавливаемости. Восстановление ИС требует выполнения ряда процедур: обнаружение неисправности, поиск неисправности (локализация), удаление его из системы, включение в систему исправного элемента из резерва, ремонт неисправного элемента, установка замененного элемента в рабочее состояние, проверка его работоспособности, проверка работоспособности всей системы, и, наконец, возобновление функционирования всей системы. Таким образом, обнаружение неисправности - обязательная процедура в процессе восстановления, которая обеспечивается средствами контроля и диагностики.

Резервирование - способ обеспечения надежности за счет применения дополнительных средств и (или) возможностей, избыточных по отношению к минимально необходимым для выполнения требуемых функций. Этот способ предусматривает замену отказавших частей аппаратуры резервными при условии, что резервная аппаратура входит конструктивно и функционально в состав рассматриваемой аппаратуры. Включение резерва может быть произведено в ручную или автоматически, в некоторых случаях резерв может быть функционально связан с основной аппаратурой так, что специального включения не требуется. Если же для восстановления работоспособности аппаратуры требуется удалить отказавшую часть аппаратуры, а вместо нее вставлять или вмонтировать аналогичную исправную, то речь идет не о резервировании, а о ремонте. Программное обеспечение может быть также резервировано.

Список литературы

1. Александровская Л.Н., Афанасьев А.П., Лисов А.А. Современные методы обеспечения надежности сложных технических систем: учеб. М.: Логос, 2001. 207 с.
2. Кузюр В.М. Надежность и ремонт машин (раздел 2): курс лекций для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06«Агроинженерия» профиль «Технические системы в агробизнесе». Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. 312 с.
3. Маслов Е.А. Татарникова А.А. Диагностика и надежность автоматизированных систем: письменные лекции. Томск, 2009.
4. Основина О.Н. Диагностика и надежность автоматизированных систем: метод. пособие. Старый Оскол: СТИ МИСиС, 2006. 132 с.
5. Панова Т.В., Панов М.В. Анализ и расчет надёжности технической системы и техногенного риска. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020. 75 с.
6. Схиртладзе А.Г., Уколов М.С., Сквордцов А.В. Надежность и диагностика технологических систем: учеб. М.: Новое знание, 2008. 518 с.

Учебное издание

Панова Татьяна Васильевна
Панов Максим Владимирович

Автоматизация и надежность средств защиты

Учебное пособие для магистров,
обучающихся по направлению подготовки
20.04.01 Техносферная безопасность

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 11.03.2022 г. Формат 60x84¹/₁₆.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 2,15. Тираж 25 экз. Изд. № 7230.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ