

Лекция №5 ПРИНЦИПЫ ОПИСАНИЯ НАДЕЖНОСТИ АСУ ТП. ОТКАЗЫ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Автоматизированную систему управления, как и любую сложную систему, целесообразно рассматривать как совокупность элементов с определенной взаимосвязью между собой.

Выбор элементов в зависимости от состава АСУ ТП может быть различен.

В качестве элементов могут быть приняты

- комплекс технических средств,
- информационное обеспечение (включающее в себя нормативно-справочную информацию, системы классификации и кодирования информации и др.)
- организационное обеспечение (документы, регламентирующие действия персонала).

Свойства информационного и организационного обеспечения влияют на надежности АСУ ТП косвенно, через функционирование технических средств, программного обеспечения и действия персонала, поэтому отдельно не учитываются.

В многофункциональной системе в качестве элементов рассматриваются ее функции, в этом случае говорят об функциональной эффективности АСУ ТП.

В общем случае **АСУ ТП принято рассматривать как совокупность ТСА (технические средства автоматизации), ПО (программное обеспечение) и ОП (оперативный персонал).**

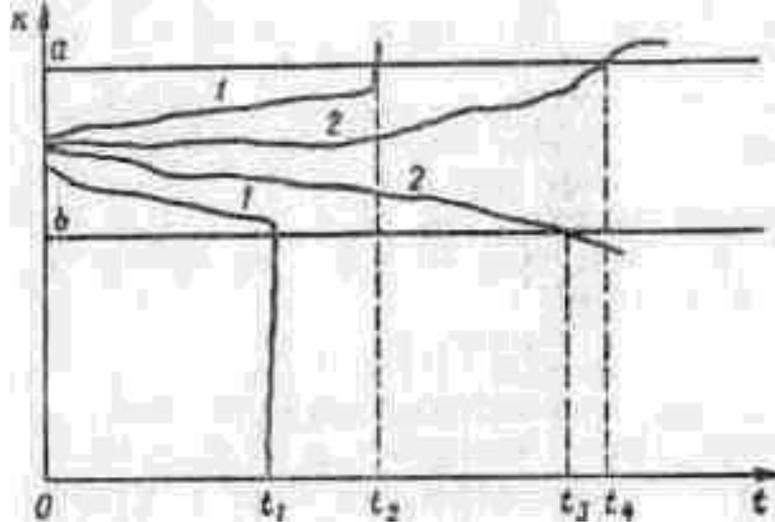
Надежность комплекса технических средств оказывает наиболее существенное влияние на надежность АСУ ТП, поэтому приблизительно **надежность АСУ ТП зачастую оценивают с учетом только комплекса технических средств.**

Критерии отказов технических средств (ТСА) устанавливаются в соответствии с требованиями, указанными в стандартах, технических условиях или другой технической документации на эти ТСА.

Рассмотрим классификацию отказов комплекса технических средств системы.

Отказ – случайное событие, заключающееся в нарушении работоспособности системы.

Кроме того, **отказ автоматической системы определяется как выход параметра за границы установленного допуска.**



К случайному процессу изменения параметра.

В эксплуатационных условиях изменение выходного параметра системы представляет случайную функцию.

Если выход параметра k за границу допуска является опасным, то графически переход из исправного состояния прибора в неисправное, можно изобразить как пересечение случайной функцией одной из границ допуска a и или b

При этом выход параметра за границу допуска может происходить либо скачком (график 1), либо в результате постепенного непрерывного изменения параметра прибора (график 2).

Если исходить из характера изменения параметра, целесообразно **разделить отказы приборов и элементов на внезапные и постепенные.**

Такое деление удобно при расчете безотказности системы (приборов), поскольку внезапный отказ ее вызывается как отказом элементов принципиальной схемы, так и отказом конструктивных и вспомогательных элементов. Для большинства систем и приборов постепенный отказ определяется лишь изменением параметров принципиальной и кинематической схем.

При появлении внезапных отказов не резервированная система не может выполнять предназначенные функции, в то время как **при постепенных отказах** небольшие отклонения параметра за границу допусков обычно приводят не к отказу системы, а лишь к изменению ее эффективности (в зависимости от величины отклонения параметра прибора за границу допуска).

При оценке безотказности системы, в случае постепенных отказов, влияние величины отклонения параметра системы за границу допуска можно характеризовать эффективностью параметра системы.

При таком делении отказов элементов на внезапные и постепенные можно считать, что:

- отсутствие внезапного отказа свидетельствует **о прочности** элемента,
- постепенное изменение параметра свидетельствует **о его точности**.

Отсутствие обоих отказов может быть составляет условную прочность.

Для фиксированного интервала времени работы системы безотказность представляет вероятность совместного осуществления двух событий, у которых отсутствуют внезапные и постепенные отказы.

Если внезапные и постепенные отказы независимы, то в соответствии с правилом умножения вероятностей безотказность определяется формулой:

$$P = P_{вн} * P_{пост}$$

где $P_{вн}$ - безотказность системы при возникновении внезапных отказах;

$P_{пост}$ - безотказность системы, при возникновении постепенных отказах.

Характер внезапных отказов определяется в свою очередь типом элемента или прибора, его схемой и конструкцией.

Для простейших элементов (детали и несложные узлы) внезапные отказы делятся на два вида:

-обрыв,

-короткое замыкание.

Так как все возможные состояния элементов должны составлять полную группу событий, запишем **основное уравнение безотказности для этой группы элементов**

$$P + q_0 + q_3 = 1$$

где q_0 и q_3 — вероятности отказа элемента вследствие обрыва и короткого замыкания соответственно.

Приборы, содержащие источники энергии, а также элементы, коммутирующие энергию, характеризуются такими видами внезапных отказов, как обрыв и ложный сигнал на выходе устройства. Т.е., для приборов этой группы вид отказа определяется наличием или отсутствием сигнала на входе прибора.

При исследовании надежности автоматических систем выделяются **прерывистые отказы**, часто называемые сбоями (самовосстанавливающимися отказами).

Прерывистые отказы в основном определяются помехами, воздействующими на систему, а для контактных элементов также и окружающими условиями, например вибрациями для контактов электромеханических реле. Характерную особенность прерывистых отказов составляют определенные трудности обнаружения и их устранения. Эффективным средством предупреждения последствий прерывистых отказов может служить применение кодов в дискретных системах.

Показатели надежности ТСА устанавливаются при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 10) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность 30-80%; давление 630-680 мм. рт. столба;
- отклонение напряжения питания сети +10-15%.
- Время на котором задается вероятность безотказной работы, обычно принимается равным 2000 ч.

Надежность АСУ ТП, прежде всего, связана со способностью системы выполнять требуемые функции.

Отказом функции является событие, заключающееся в нарушении хотя бы одного из основных установленных требований к качеству ее выполнения, возникающее при заданных условиях эксплуатации АСУ ТП и функционирующем при заданных режимах технологическом объекте управления.

Функции АСУ ТП условно подразделяются

- на простые ;
- составные;
- непрерывные;
- дискретные.

Требования к выполнению функций АСУ ТП в соответствии с приведенной классификацией.

- требования своевременного и безошибочного выполнения функций, отсутствия задержек при их реализации задаются для дискретных функций;
- требования отсутствия вынужденных перерывов в выполнении функции и поддержания значений показателей качества их выполнения в заданных пределах задаются для непрерывных функций;
- отказ составной функции формулируется как нарушение требований к выполнению некоторого сочетания простых функций, при этом если последствия отказов каждой из простых функций одинаковы, может быть задано требование по ограничению числа одновременно не выполняемых простых функций.

Отказы функций можно классифицировать по следующим признакам:

- по влиянию на работу объекта управления (вызвавшие аварию с повреждением оборудования, останов технологического процесса, ухудшение качества протекания технологического процесса);
- по причинам возникновения (из-за отказов технических средств, ошибок программного обеспечения, неправильных действий персонала);
- по степени нарушения работоспособности (например, полные и частичные);
- по наличию внешних проявлений (например, явные и неявные);
- по виду нарушения для дискретных функций (несрабатывание, заключающееся в отсутствии сигналов или команд на управление исполнительными механизмами при наличии условий, требующих их функционирования, и ложное срабатывание, заключающееся в выработке сигналов или команд при отсутствии условий, требующих их функционирования).

Показатели надежности функции АСУ ТП выбираются в соответствии с классификацией функции по временному режиму выполнения с учетом классификации и критериев отказов.

Основным показателем безотказности различных непрерывных функции является средняя наработка на отказ.

Вместо нее допускается использовать **параметр потока отказов**, если поток отказов функции является стационарным. При рассмотрении поведения функции до первого отказа показателем безотказности является средняя наработка до отказа.