

# Содержание

<b>1. Задачи эксплуатации аппаратуры информационных систем и оценка их надежности .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Организация технического обслуживания аппаратуры информационных систем .....</b>	<b>14</b>
<b>3. Профилактические мероприятия .....</b>	<b>23</b>
<b>4. Прогнозирование отказов и текущий ремонт .....</b>	<b>31</b>
Статистические методы прогнозирования .....	32
Аппаратурные методы прогнозирования отказов .....	34
<b>5. Оптимизация комплекта ЗИП .....</b>	<b>40</b>
<b>6. Экономические показатели эксплуатации аппаратуры ИС .....</b>	<b>46</b>
<b>7. Организация ремонта аппаратуры ИС .....</b>	<b>56</b>
Организация мастерской по ремонту аппаратуры ИС .....	60





# **ЗАДАЧИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АППАРАТУРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ОЦЕНКА ИХ НАДЕЖНОСТИ**

Термин «эксплуатация» означает использование чего-то для определенных целей.

Применительно к технике информационных систем (ИС) под термином «эксплуатация» понимают комплекс мероприятий, обеспечивающих все этапы существования конкретной аппаратуры ИС с момента их производства: транспортировки, хранения, работы, обслуживания и ремонта.

Возрастание сложности ИС и увеличение возлагаемой на них ответственности потребовали разработки научных основ, замены старых представлений об эксплуатации, как чисто экспериментальной области, где все построено в основном на опыте обслуживания.

Задачами эксплуатации ИС являются организация и проведение различных мероприятий, обеспечивающих технически правильное использование аппаратуры при работе, постоянную готовность, поддержание исправного состояния и продления ресурса работы аппаратуры. Перечень основных мероприятий и их классификация приведены на рис. 1.

Все мероприятия, выполняемые при эксплуатации ИС и их организации, удобно разделить на три группы:

- работа аппаратуры;
- организация эксплуатации;
- техническое обслуживание.

Под работой аппаратуры ИС мы понимаем их использование по назначению в широком смысле. При этом аппаратура может находиться либо под током (работа аппаратуры на передачу или прием, работа ЭВМ и т.д.), либо в обесточенном состоянии (транспортиров-

ки, хранение, ожидание). В процессе эксплуатации аппаратура может переводиться из одного состояния в другое. Например, ЭВМ, находящиеся в режиме ожидания, в обесточенном состоянии, при включении начинают работать под током. Для поддержания аппаратуры в исправном состоянии и продления ее ресурса необходимо проводить регулярное техническое обслуживание на основе плановой организации эксплуатации.

Организация эксплуатации состоит из мероприятий по подготовке квалифицированных кадров, снабжению аппаратуры запасными элементами (ЗИП) и расходными материалами, планированию эксплуатации ИС, а также по сбору и обработке результатов эксплуатации (рис. 1).

Качество эксплуатации аппаратуры ИС в значительной степени определяется квалификацией обслуживающего персонала. Влияния человека можно рассматривать как результат деятельности, от которой зависят эксплуатационные свойства аппаратуры.

Для обеспечения нормальной эксплуатации аппаратуры ИС должны быть организованы их правильное снабжение расходными материалами и средствами (горючими и смазочными материалами, электроэнергией, инструментом и т.д.), укомплектованность ЗИПом и своевременное их пополнение.

Кроме того, качественная эксплуатация аппаратуры ИС обеспечивается планированием ее работы, техническим обслуживанием, снабжением и подготовкой кадров.

Таким образом, процесс эксплуатации аппаратуры ИС состоит из большого комплекса различных мероприятий, качество выполнения которых существенно влияет на эксплуатационные свойства аппаратуры.

Под эксплуатационными свойствами аппаратуры ИС понимают степень готовности и безотказности работы, их приспособленность к техническому обслуживанию и ремонту.

Для количественной характеристики эксплуатационных свойств аппаратуры ИС применяются следующие критерии:

- наработка на отказ (или вероятность безотказной работы);
- среднее время восстановления (или вероятность восстановления за определенное время);
- коэффициент готовности;
- эффективность профилактики;
- объем профилактики (среднее время выполнения профилактического обслуживания);
- коэффициент использования;
- коэффициент стоимости эксплуатации.

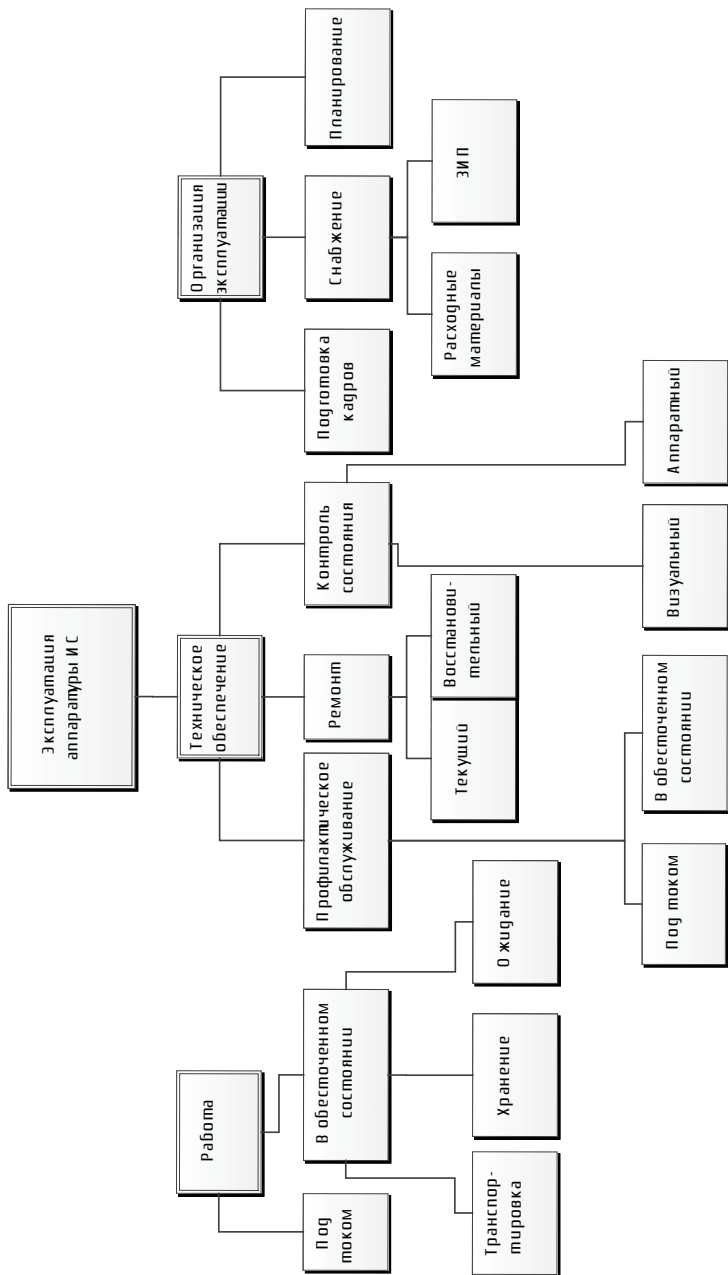


Рис. 1. Классификация мероприятий при эксплуатации аппаратуры ИС

Наработка на отказ является критерием безотказности ИС, который определяется в первую очередь надежностью аппаратуры.

*Надежность* – свойство системы (ее элемента), обеспечивающее выполнения заданных функций в установленном для нее (или элемента) объеме, сохраняя при этом эксплуатационные показатели в пределах, соответствующих режимам и условиям эксплуатации.

Следует отметить, что надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения системы и условий ее эксплуатации характеризуется следующими показателями:

- безотказностью;
- долговечностью;
- ремонтпригодностью;
- сохраняемостью.

Все перечисленные характеристики надежности можно отнести и к ИС (рис. 2).



Рис. 2. Структурная схема надежности

*Безотказность* – свойство системы сохранять работоспособность в течении установленного времени эксплуатации.

*Долговечность* – суммарная наработка системы на отказ при установленном техническом обслуживании и ремонте.

*Ремонтпригодность* – свойство системы в приспособлении ее к обнаружению и устранению отказов, а также к их предупреждению.

*Сохраняемость* – свойство системы сохранять исправность во времени при заданных условиях хранения, транспортирования.

*Работоспособность* – состояние системы, при котором она в данный момент времени соответствует всем требованиям, установленным технической документацией.

Одним из основных понятий надежности является *отказ* – полная или частичная потеря работоспособности системы или ее элемента, т. е. под отказом понимают не только полное отсутствие работоспособности, но и ее ухудшение вследствие изменения основных параметров. Например, уход несущей частоты генератора ЭВМ за установленный номинал, снижение мощности сигнала модема и т.д.

Все перечисленные выше характеристики надежности являются качественными показателями. Однако, для оценки надежности и планирования эксплуатации используются количественные характеристики (критерии) надежности. Эти характеристики позволяют оценить надежность системы или элемента в течение всего срока их службы. К ним относятся критерии надежности невосстанавливаемых изделий: безотказность работы  $P(t)$ ; интенсивность отказов  $\lambda(t)$ ; частота отказов  $f(t)$ ; наработка на отказ  $T_0$ . Основной количественной мерой является вероятность безотказной работы аппаратуры ИС, то есть вероятность того, что в определенных условиях эксплуатации в пределах заданной продолжительности работы  $t$  отказ не возникнет.

$$P(t) = 1 - \frac{n(t)}{N(t_0)};$$

где:  $N(t_0)$  – общее число изделий в момент  $t = 0$ ;

$n(t)$  – число изделий, отказавших за время  $t$ .

*Частотой отказа* называется отношение числа отказавших изделий в единицу времени к числу изделий, поставленных на испытание при условии, что вышедшие из строя изделия не восстанавливаются. Статистическое значение частоты отказов  $f(t)$  равно:

$$f(t) = \frac{n(\Delta t_i)}{N(t_i)\Delta t_i};$$

где:  $n(\Delta t_i)$  – число отказавших изделий в интервале времени  $\Delta t_i = t_0 - t$ .

Под *интенсивностью отказов* понимают отношение количества изделий, отказавших в течении рассматриваемого промежутка времени, к среднему числу изделий, исправно работающих в данный отрезок времени, т.е. интенсивность отказов характеризует степень надежности изделия в каждый данный момент времени.

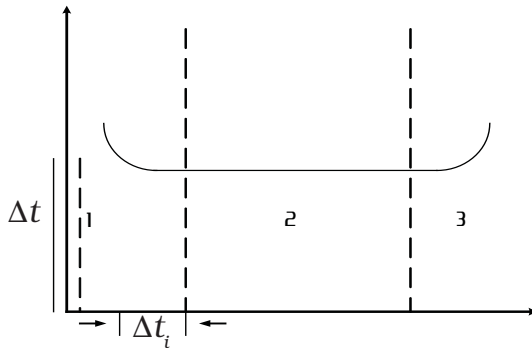
$$\lambda = \frac{n(\Delta t_i)}{[N(t_0) - n(t_i)]\Delta t};$$

где:  $n(\Delta t_i)$  – количество отказавших элементов за время  $t_i$ .

$N_{cp} = N\Delta t_i - n(t_i)$  – среднее число исправно работающих изделий в интервале  $\Delta t$ .

Данное выражение справедливо при весьма малых  $\Delta t_i$  и больших  $N$ . При этом полагают, что испытываемые изделия однотипны и работают в одинаковых режимах. Функция интенсивности отказов имеет вид, представленный на рис. 3.

Выделяется три участка: 1 – период приработки изделия; 2 – период нормальной эксплуатации, характеризуемый постоянством значения  $\lambda$ ; 3 – период эксплуатации, характеризуемой значительным



**Рис. 3.** Зависимость интенсивности отказов  $\Delta t$  от времени эксплуатации  $T$  устройств: 1 – приработка; 2 – нормальная эксплуатация; 3 – износ и старение.

увеличением интенсивности отказов за счет износа и старения.

*Средняя наработка на отказ* – среднее время продолжительности работы изделия между отказами. В соответствии с определением наработка на отказ представляет собой математическое ожидание времени наработки между отказами.

$$T_{cp} = \int_0^{\infty} t \cdot dP(t);$$

Вычисление значения наработки на отказ по данным эксплуатации определяется:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N t_{cpi}}{N(t)};$$

где:  $t_{cpi}$  – среднее  $i$ -ое значение наработки между соседними отказами;  
 $N(t)$  – число изделий за время эксплуатации.

Все ИС можно разделить на две группы: восстанавливаемые и невосстанавливаемые.

*Восстанавливаемыми* называют такие системы, которые в случае возникновения отказа могут быть восстановлены.

*Невосстанавливаемыми* называют системы, которые в случае отказа не подлежат или не поддаются восстановлению.

Рассмотрим критерии надежности восстанавливаемых изделий: поток отказа ( $\omega$ ), наработка на отказ ( $t_{cp}$ ), вероятность безотказной работы [ $P(t)$ ].

*Поток отказов*  $\omega$  – плотность вероятности возникновения отказа восстанавливаемого изделия для рассматриваемого момента времени:

$$\omega(t) = \frac{n(t)}{N \cdot \Delta t};$$



где:  $n(t)$  – число изделий, отказавших за время.

$N$  – число испытываемых изделий в интервале времени  $\Delta t$ .

Указанное выражение является статистическим определением параметра потока отказов.

Если  $\lambda(t) = \lambda = \text{const}$ , то  $\omega(t) = \lambda(t) = \lambda$ .

*Наработка на отказ* – отношение наработки восстанавливаемого изделия к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки.

$$t_{\text{cp}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n};$$

где:  $n$  – число отказов;

$t_i$  – время работы изделия  $i$ -го образца.

Связь между интенсивностью отказов и наработкой на отказ при  $\lambda = \text{const}$  и  $T_{\text{cp}} = t_{\text{cp}}$  выражается зависимостью:

$$T_{\text{cp}} = \frac{1}{\lambda}$$

Формула вероятности безотказной работы в этом случае можно записать в виде:

$$P(t) = e^{-\lambda t}; \text{ или } P(t) = e^{-\frac{t}{T}};$$

Таким образом, для периода нормальной эксплуатации, характеризующегося  $\lambda(t) = \lambda = \text{const}$ , справедлив экспоненциальный закон надежности.

Из указанного выражения следует, что при  $t = T$  вероятность безотказной работы  $P(t) = 0,37$ , т.е. при экспоненциальном законе среднее время безотказной работы равно времени, в течение которого значение  $P(t)$  уменьшается до величины 0,37 (рис. 4).

Средства ИС можно отнести к восстанавливаемой аппаратуре, которая должна быть работоспособной в любой произвольно выбранный момент времени. Для количественной оценки восстанавливаемости аппаратуры ИС применяют следующие критерии:

*Вероятность восстановления* – это вероятность того, что время восстановления работоспособности изделия не превышает заданного.

*Время восстановления* – это время, затрачиваемое на обнаружение, поиск причин отказа и устранение последствий отказа.

*Среднее время восстановления* – это математическое ожидание времени восстановления работоспособности изделия. Определяется по формуле:

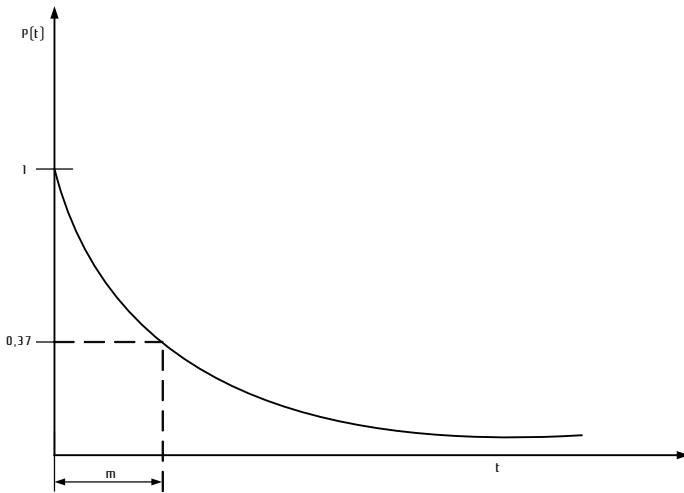


Рис. 4. Определение времени наработки на отказ  $T$  при экспоненциальном законе распределения вероятности отказа  $P(t)$

$$T_g = \frac{\sum_{i=1}^n \tau_i}{n};$$

где:  $\sum_{i=1}^n \tau_i$  – общее время, затраченное на обнаружение и устранение отказа;

$n$  – число отказов.

К количественным критериям надежности следует отнести ряд эксплуатационных коэффициентов. К ним относятся:

*Коэффициент использования* – это отношение суммарного времени исправной работы изделия к общему времени работы и вынужденных простоев, взятых за один и тот же период эксплуатации.

$$K_u = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{\sum_{i=1}^n t_i + \sum_{i=1}^n t_{ni}};$$

где:  $\sum_{i=1}^n t_i$  – время исправной работы между  $(i-1)$  и  $i$ -ой остановками;

$\sum_{i=1}^n t_{ni}$  – время простоя, затрачиваемое на ремонт и техническое обслуживание;

$n$  – число перерывов в работе за выбранный период эксплуатации.

*Коэффициент готовности* – это вероятность того, что данное изделие будет работоспособной в любой произвольно выбранный момент времени.

$$K_G = \frac{T_o}{T_o + T_B};$$

где:  $T_o$  – время наработки на отказ;

$T_B$  – время восстановления изделия.

*Коэффициент оперативной готовности* – это вероятность того, что система, находясь в режиме ожидания, окажется работоспособной в произвольный момент времени и, начиная с него, будет работать безотказно в течение заданного интервала времени. *Режим ожидания* (дежурства) – это такой режим, когда система включена, но не занята переработкой поступающей информации. Если вероятность безотказной работы системы  $P(t_p)$  в течение времени  $t_p$  не зависит от момента начала работы, то коэффициент оперативной готовности равен:

$$K_{O.G.}(t_p) = K_G \cdot P(t_p);$$

Зная коэффициент готовности, можно определить коэффициент простоя:  $K_{II} = 1 - K_G$ ;

Коэффициент готовности и простоя являются вероятностями противоположных случайных событий. Из этого следует, что величина коэффициента готовности может быть увеличена за счет уменьшения времени простоя.

# **ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АППАРАТУРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**



Для поддержания аппаратуры в исправном состоянии и продления ее ресурса необходимо проводить техническое обслуживание.

Под техническим обслуживанием ИС понимают ряд мероприятий, обеспечивающих контроль за техническим состоянием аппаратуры, поддержание аппаратуры в исправном состоянии и продление ее ресурса.

Все мероприятия по техническому обслуживанию аппаратуры ИС можно разделить на три группы:

- контроль технического состояния;
- профилактическое обслуживание;
- текущее техническое обслуживание (ремонт).

Контроль технического состояния ИС производится с целью оценки технического состояния аппаратуры, которая входит в состав ИС.

Любая аппаратура предназначается для выполнения определенных функций, а ее состояние, то есть способность выполнять эти функции, характеризуется некоторыми значениями ее параметров. Если величины параметров аппаратуры соответствуют установленным на них номинальным значениям (допускам), то аппаратура считается исправной, то есть она будет способна удовлетворительно выполнять заданные функции.

Если хотя бы один из параметров аппаратуры не будет соответствовать допуску, то аппаратура будет неисправной, то есть она не сможет обеспечить удовлетворительное выполнение всех заданных функций. Таким образом, контроль технического состояния аппаратуры сводится к сопоставлению истинных значений параметров

конкретной аппаратуры с номинальными значениями (допусками). На основе результатов этого сопоставления делается заключение о техническом состоянии аппаратуры.

Мероприятия по контролю технического состояния аппаратуры ИС могут выполняться на всех этапах ее работы, профилактического обслуживания и ремонта. Виды технического обслуживания приведены на рис. 5, а виды технического контроля на рис. 6.

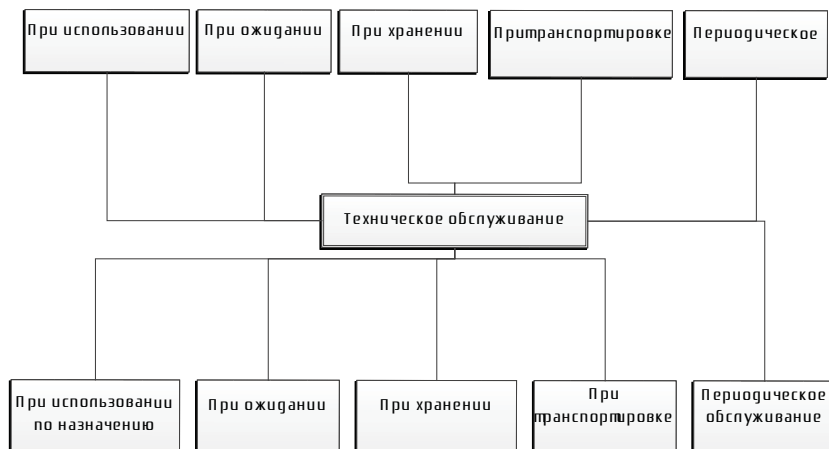
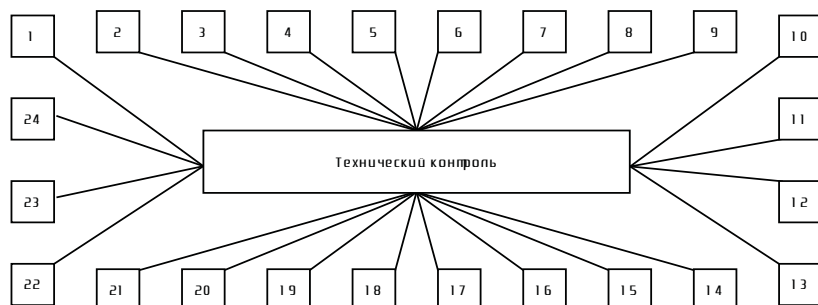


Рис. 5. Виды технического обслуживания



- 1 - качества продукции; 2 - технического процесса; 3 - проектирования; 4 - производственных; 5 - эксплуатационный; 6 - входной; 7 - операционный; 8 - приемочный; 9 - сплошной; 10 - выборочный; 11 - пелучий; 12 - непрерывный; 13 - периодический; 14 - разрушающий; 15 - неразрушающий; 16 - измерительный; 17 - регистрационный; 18 - по контрольному образцу; 19 - органолептический; 20 - визуальный; 21 - технический; 22 - инспекционный; 23 - ведомственный; 24 - государственный.

Рис. 6. Структурная схема технического контроля

Аппаратура ИС, не используемая по назначению, подлежит хранению. Для обеспечения сохранности аппаратуры при хранении и безотказности при работе проводится профилактическое обслуживание.

Профилактическое обслуживание представляет собой комплекс мероприятий, направленных на поддержание аппаратуры ИС в исправном состоянии, предупреждение отказов в работе и продление ресурса работы.

Комплекс профилактических мероприятий состоит из следующих работ:

- внешний осмотр и чистка аппаратуры;
- контрольно-регулирующие работы;
- прогнозирование отказов;
- сезонные, смазочные и крепежные работы;
- технические осмотры и проверки.

По времени исполнения профилактические работы подразделяются на ежедневные, месячные, квартальные, полугодовые и годовые.

Как правило, внешний осмотр, чистка и проверка аппаратуры, а также смазочные и крепежные работы выполняются персоналом ИС, непосредственно эксплуатирующим и использующим аппаратуру. Контрольно-регулирующие работы выполняются специалистами служб изготовления и ремонта.

Текущее техническое обслуживание (ремонт) осуществляют с целью устранения возникших в аппаратуре неисправностей и продление ее ресурса.

Текущее техническое обслуживание (ремонт) как система осуществляется путем использования ряда методов (способов). В зависимости от степени износа и старения, характера неисправностей, от сложности и объема работ для приведения аппаратуры в исправное состояние ремонт подразделяют на текущий и восстановительный.

Текущий ремонт, как правило, выполняется обслуживающим персоналом сразу же после возникновения (обнаружения) неисправности аппаратуры (при работе или при техническом обслуживании).

Восстановительный ремонт производится в соответствии с планом обслуживания техники и при серьезном ее отказе в процессе работы ремонтными предприятиями или эксплуатационно-ремонтными мастерами. Он подразделяется на виды – рис. 7 и методы рис. 8.

*Капитальный ремонт* – это восстановление исправности и полного восстановления ресурса работы изделия с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые. *Средний ремонт* – это восстановление исправности и частичного восстановления ресурса работы изделия с заменой или восстановлением составных его частей.

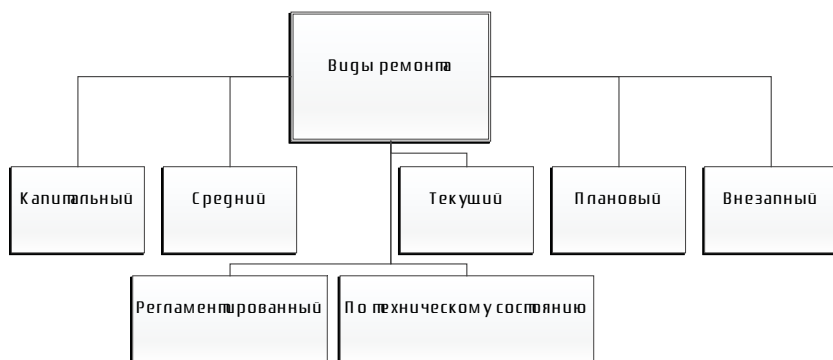


Рис. 7. Структурная схема видов ремонта

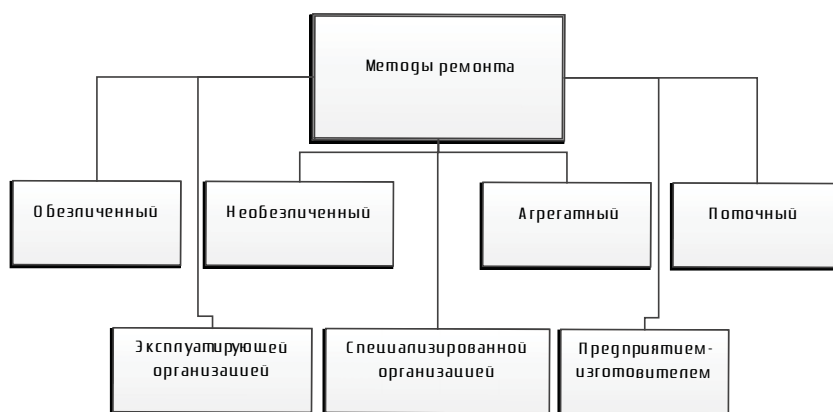


Рис. 8. Структурная схема методов ремонта

*Текущий ремонт* – это восстановление работоспособности изделия с заменой или восстановлением его отдельных частей.

Задачи технического обслуживания в общем виде сводятся к профилактике аппаратуры (с целью предупреждения отказов) и ремонта аппаратуры (с целью восстановления ее работоспособности) в результате отказа.

Технически правильное использование аппаратуры при работе, ее поддержание в исправном состоянии и постоянной готовности к работе, продление ее ресурса существенно зависят от вопросов организации эксплуатации ИС.

Рассмотрим факторы, влияющие на параметры технического обслуживания, которые обеспечивают в первую очередь надежность ИС.

Параметры надежности аппаратуры ИС зависят от различных факторов, которые определяют надежность изделия в процессе конструирования и изготовления, а также влияющие на надежность при эксплуатации.

К первой группе факторов относятся:

- выбор схемных решений;
- выбор конструктивных решений;
- выбор элементов и материалов;
- выбор технологии изготовления и сборки;
- испытание узлов и элементов;
- выбор методики контроля.

Все перечисленные факторы относятся к группе субъективных параметров, влияющих на надежность работоспособности аппаратуры.

Рассмотрим объективные факторы, влияющие на надежность при эксплуатации аппаратуры:

- время эксплуатации (старение и изнашивание);
- электрические режимы;
- температура окружающей среды;
- влажность и атмосферные осадки;
- пониженное давление;
- солнечная радиация и примеси в воздухе;
- механические нагрузки;
- биологические факторы;
- деятельность и квалификация обслуживающего персонала.

В процессе эксплуатации имеет место воздействие, в той или иной степени, всех факторов, что существенно усложняют процесс эксплуатации аппаратуры и которые должны правильно учитываться обслуживающим персоналом. В связи с этим своевременное выявление и устранение причин отказов ИС приводит к улучшению количественных характеристик надежности. Поэтому контроль является лучшим из эффективных путей повышения надежности аппаратуры ИС.

Приведем основные понятия, которые встречаются при рассмотрении вопросов контроля:

- объект контроля – это технические средства, информацию о техническом состоянии которых необходимо иметь в процессе производства и эксплуатации;
- измерительная информация – информация, которая поступает из объекта контроля в аппаратуру контроля и подлежит измерению и анализу с целью выявления состояния объекта контроля;
- контроль – процесс приема, обработки и получения информации, которая оценивает соответствие состояния объекта контроля



предъявляемым к нему требованиям и обеспечивает принятие решения или выдачу управляющих воздействий;

- алгоритм контроля – последовательность операций, реализуемая для осуществления процесса контроля и достижения конечного результата;
- параметр – это величина или характеристика, определяющие техническое состояние системы или аппаратуры.

Так как процесс технического контроля – часть процесса управления, его можно рассматривать по различным видам (рис. 9):

- по виду решаемой задачи различают контроль функционирования, контроль работоспособности, диагностический контроль, прогнозирующий контроль, профилактический контроль;
- по виду оценки результата различают допусковый контроль, количественный контроль;
- по степени использования внешних воздействий различают пассивный контроль, активный контроль;
- по порядку анализа параметров различают выборочный контроль, последовательный контроль, параллельный контроль, параллельно-последовательный контроль;
- по времени проведения различают непрерывный контроль, циклический контроль, периодический контроль;
- по виду обрабатываемой измерительной информации различают дискретный контроль, непрерывный контроль, непрерывно-дискретный контроль;
- по виду реализации различают ручной контроль, автоматизированный контроль, автоматический контроль;
- по виду контроля различают динамический контроль, статический контроль;
- по использованию резервной аппаратуры различают контроль без резервирования, контроль с резервированием;
- по организации контроля различают программный контроль, программно-логический контроль, схемный контроль, дистанционный контроль, централизованный контроль.

Основными задачами контроля аппаратуры ИС являются:

- определение технического состояния и работоспособности ИС;
- регулировка (ручная и автоматическая) заданных параметров;
- поиск места отказа в аппаратуре;
- прогнозирование отклонения заданных параметров от их номинального значения;
- определение текущей работоспособности и надежности аппаратуры.

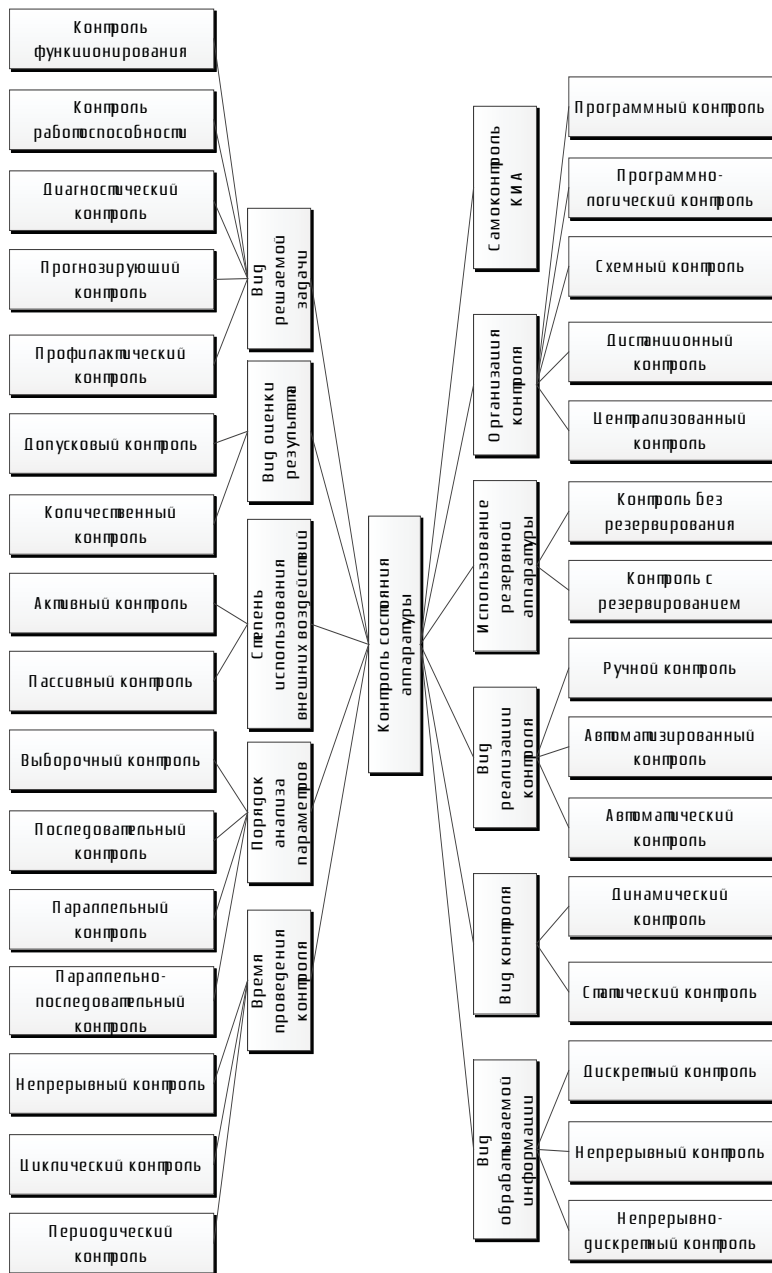


Рис. 9. Классификация видов контроля

Количественную оценку контроля состояния аппаратуры ИС различной контрольно-измерительной аппаратурой (КИА) и для различных этапов можно дать с помощью отдельных коэффициентов, характеризующих качество контроля, целесообразность контроля, глубину контроля, глубину поиска отказа.

Качество контроля характеризуется коэффициентом достоверности контроля:

$$B = P_{\text{исп}} / P_{\text{доп}};$$

где:  $B$  – коэффициент достоверности контроля;

$P_{\text{исп}}$  – вероятность того, что аппаратура после проведения контроля окажется исправной;

$P_{\text{доп}}$  – вероятность допуска всей аппаратуры к применению после проведения контроля.

Целесообразность контроля характеризуется выражением:

$$K_{\text{цк}} = B / B_{\text{бк}};$$

где:  $K_{\text{цк}}$  – коэффициент целесообразности контроля;

$B_{\text{бк}}$  – коэффициент, характеризующий достоверность исправного состояния аппаратуры без контроля.

При  $K_{\text{цк}} > 1$  контроль целесообразен, а при  $K_{\text{цк}} < 1$  контроль нецелесообразен.

Степень или полнота использования предельного числа параметров аппаратуры при контроле оценивается коэффициентом глубины контроля  $K_{\text{гк}}$ :

$$K_{\text{гк}} = N_{\text{к}} / N_{\text{о}};$$

где:  $N_{\text{к}}$  – число контролируемых параметров, необходимых для выявления состояния ИС;

$N_{\text{о}}$  – предельное число параметров, определяющих состояние ИС.

Коэффициент глубины поиска отказа  $\gamma_{\text{н.о.}}$ :

$$\gamma_{\text{н.о.}} = \frac{N_{\text{но}}}{N_{\text{о}}}; \text{ при } \{N_{\text{н.о.}}\} \subset \{N_{\text{о}}\};$$

где:  $N_{\text{но}}$  – число параметров, используемых для определения места отказа.

Коэффициент глубины прогнозирования  $\gamma_{\text{н.р.}}$ :

$$\gamma_{\text{н.р.}} = \frac{N_{\text{нр}}}{N_{\text{о}}}; \text{ при } \{N_{\text{нр}}\} \subset \{N_{\text{о}}\};$$

где  $N_{\text{нр}}$  – число параметров, используемых для прогнозирования состояния ИС.

В зависимости от сложности аппаратуры контроль ее состояния на различных этапах эксплуатации может выполняться или одним

Конец ознакомительного фрагмента.  
Приобрести книгу можно  
в интернет-магазине  
«Электронный универс»  
[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)