

## Расчет периодичности профилактических работ





# Расчет периодичности профилактических работ

## Методические материалы

---

### **Прикладная логистика**

АНО НИЦ CALS-технологий

Москва, ГСП-1, 5-й Донской проезд, дом 15

Адрес в интернет: <http://www.cals.ru>

Телефон/факс: +7 (495) 955 5137

<b>1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ИСПОЛНИТЕЛИ .....</b>	<b>4</b>
<b>2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПЕРИОДИЧНОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ .....</b>	<b>6</b>
2.1. Основные предположения и допущения .....	6
2.2. Определение интервала (t <sub>np</sub> ) между профилактическими работами .....	7
2.3. Определение интервала (t <sub>np</sub> ) при возникновении отказа в интервале .....	9
2.4. Определение интервала в случае, когда время восстановления работоспособности отлично от нуля .....	13
2.5. Привязка рассчитанной периодичности к стандартным периодам обслуживания	13
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕРМИНОВ .....</b>	<b>15</b>

## Используемые сокращения

<b>Сокращение</b>	<b>Значение</b>
АЛП	Анализ логистической поддержки.
АВПКО	Анализ видов, последствий и критичности отказов.
КТПО	Категория тяжести последствий отказа.
ЛСИ	Логистическая структура изделия.
ППО	Планово-профилактическое обслуживание.

# 1. Общие сведения и исполнители

---

Рабочая группа анализа обслуживания, обеспечивающего надежность, должна определить наиболее подходящую периодичность каждой выбранной работы по техобслуживанию на основе имеющихся данных и инженерной оценки. Пока изделие не войдет в эксплуатацию, определённые данные по интенсивности отказов и характеристикам компонентов часто отсутствуют. В этом случае периодичность каждой работы по техобслуживанию систем определяется, в основном, на основе опыта эксплуатации подобных систем и агрегатов.

Работа по техобслуживанию не должна выполняться чаще, чем подсказывает опыт или другие данные. Работы, которые выполняются чаще, чем необходимо, увеличивают опасность ошибок, допущенных в процессе техобслуживания, и могут оказать отрицательное воздействие на надежность и безопасность. Кроме того при этом резко возрастают затраты на обслуживание.

При определении наиболее подходящей периодичности работ по техобслуживанию рабочей группе необходимо учитывать:

- результаты испытаний, проведенных изготовителем, и технический анализ этих результатов;
- рекомендации изготовителя и/или фирмы-поставщика;
- требования заказчика;
- опыт эксплуатации таких же или подобных систем /подсистем;
- обоснованную инженерную оценку.

Рабочая группа должна оценить начальный интервал для каждой работы по техобслуживанию на основе всех имеющихся в распоряжении данных. Как часть такой оценки рабочая группа должна проанализировать ответы на следующие вопросы:

1. Какой опыт эксплуатации общих/подобных изделий/элементов/систем на других самолетах имеется в распоряжении, чтобы определить наиболее эффективный интервал (периодичность) работы?
2. Какие усовершенствования конструкции, обеспечившие более продолжительный интервал между проверками, были внесены?
3. Какой интервал между работами рекомендуют фирма-поставщик/изготовитель на основе проверочных данных и анализа отказов?

В разделе 2 предложена расчетная методика для определения периодичности обслуживания компонентов конструкции на основании данных об их надежности (интенсивности отказов) и критичности (тяжести последствий отказа).

Задача состоит в определении такой периодичности профилактических работ  $t_{пр}$  по обслуживанию и ремонту основных систем, агрегатов и узлов изделия, при которой вероятность безотказной работы этих систем, агрегатов и узлов будет не менее заданной величины  $P_0 < 1$ . Расчет периодичности выполняется для элементов ЛСИ, при этом значение  $P_0$  определяется на основании КТПО, присвоенной видам отказов элемента в процессе АВПКО. Для элементов ЛСИ, виды отказов которых имеют КТПО = 1 или 2, эти значения – наибольшие (например, 0,99 или даже 0,999), а для элементов с КТПО 3 и 4 – меньше.

## 2. Методика расчета периодичности обслуживания

---

### 2.1. Основные предположения и допущения

Пусть в изделии имеется элемент (система, агрегат, узел), подверженный отказам. Поток отказов – простейший (пуассоновский) с параметром (интенсивностью)  $\lambda$ . Средняя наработка на отказ:

$$t_{\text{ср}} = \frac{1}{\lambda}$$

Наработка может исчисляться в различных единицах измерения: в календарном времени, в часах налета (для самолетов), в километрах пробега (для наземных транспортных средств), в рабочих циклах и т.д. Ниже для простоты изложения используется календарное время, хотя переход к другим единицам измерения не представляет трудности.

Предположим, что через некоторое время  $t_{\text{пр}}$  работоспособность элемента полностью восстанавливается за счет обслуживания, ремонта или замены на новый, так что начинается новый отсчет эксплуатационного ресурса.

Для пуассоновского потока отказов распределение времени между отказами – показательное, т.е. плотность вероятности:

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad (1)$$

Вероятность отказа к моменту времени  $t_{\text{пр}}$  составит:

$$Q(t_{\text{пр}}) = (1 - e^{-\lambda t_{\text{пр}}}) \quad (2)$$

а вероятность безотказной работы:

$$P(t_{\text{пр}}) = e^{-\lambda t_{\text{пр}}} \quad (3)$$

В первом приближении предполагаем, что время восстановления работоспособности элемента равно нулю. В дальнейшем будет рассмотрен случай с ненулевым временем восстановления (раздел 2.4). Предположение о нулевом времени восстановления оправдано, если наблюдение за изделием ведется в течение достаточно длительного интервала времени  $T \gg t_{\text{пр}}$ . В этом случае  $Q(t_{\text{пр}})$  скачком приобретает нулевое значение, после чего процесс эксплуатации («жизни») элемента продолжается, и вероятность его отказа снова определяется выражением (2) с новым началом отсчета. Далее предположим, что за интервал времени  $[t_{\text{пр}}, t_{\text{пр}(i+1)}]$  ( $i = 1, \dots, n-1$ , где  $n$  – число интервалов замены (восстановления) за время  $T$ ) отказов не происходит. Как будет показано ниже, это предположение дает оценку определяемой величины  $t_{\text{пр}}$  сверху. Если отказ все же происходит, то восстановление



отказавшего элемента также происходит мгновенно, после чего возобновляется эксплуатационный ресурс и процесс продолжается.

## 2.2. Определение интервала ( $t_{пр}$ ) между профилактическими работами

Изменение вероятности  $Q$  отказа в процессе эксплуатации изделия в соответствии с введенными предположениями представлено графически на рис. 2-1.

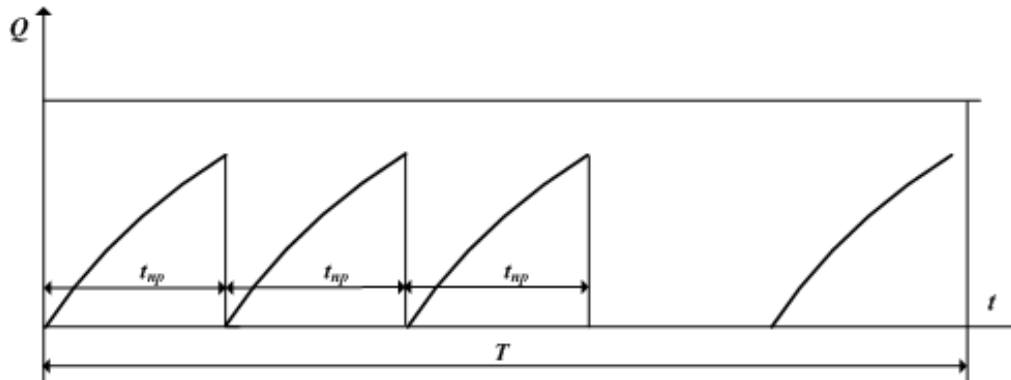


Рис. 2-1. График изменения вероятности отказа

Пусть  $P_0$  – заданная вероятность безотказной работы элемента. Тогда с учетом (3) должно быть выполнено условие

$$P(t_{пр}) = e^{-\lambda t_{пр}} \geq P_0 \quad (4)$$

Решая неравенство (4), можно найти

$$\frac{t_{пр}}{t_{ср}} \leq -\ln P_0 \quad (5)$$

График, построенный в соответствии с (5), представлен кривой 1 на рис. 2-2.

Расчет по этой формуле дает крайне «пессимистическую» оценку длительности интервала между профилактиками. Так, если  $P_0 = 0,9$ , то  $t_{пр} \leq 0,105 t_{ср}$ , т.е. длительность интервала между профилактиками должна быть менее 0,1 от средней наработки на отказ.

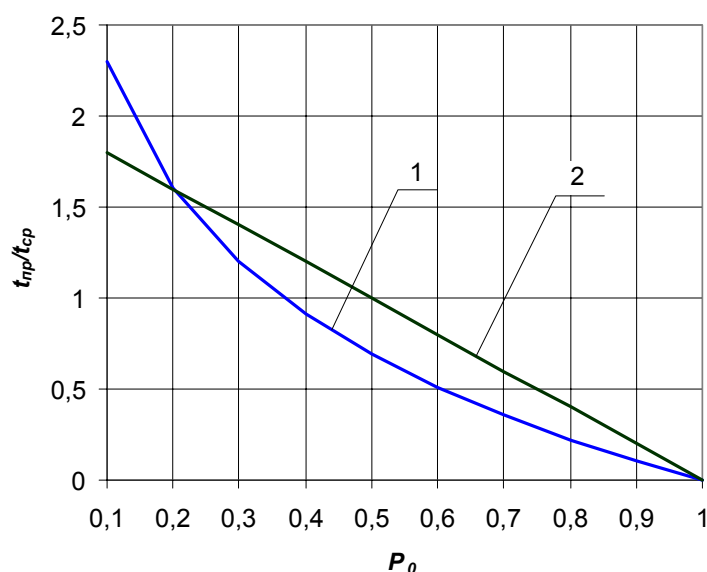


Рис. 2-2. Графики функций (5) и (13)

Для получения более оптимистической оценки, вычислим среднюю вероятность отказа на достаточно продолжительном интервале времени  $T \gg t_{пр}$ . Эту оценку можно получить следующим образом:

$$\tilde{Q} = \frac{1}{T} \left( \left[ \frac{T}{t_{пр}} \right] \int_0^{t_{пр}} (1 - e^{-\lambda t}) dt + \delta \right), \quad (6)$$

где  $\left[ \frac{T}{t_{пр}} \right]$  — целая часть, а  $\delta$  — дробная часть отношения  $T/t_{пр}$ .

Полагая, что  $(T/t_{пр}) \gg 1$  и  $\delta = 0$ , получим:

$$\tilde{Q} = \frac{1}{t_{пр}} \int_0^{t_{пр}} (1 - e^{-\lambda t}) dt \quad (7)$$

Выполняя интегрирование и несложные преобразования, получим из (7):

$$\tilde{Q} = 1 - \frac{t_{ср}}{t_{пр}} \left( 1 - e^{-\frac{t_{пр}}{t_{ср}}} \right) \quad (8)$$

Из (8) следует, что средняя вероятность безотказной работы на интервале  $[0, T]$  равна:

$$\tilde{P} = \frac{t_{ср}}{t_{пр}} \left( 1 - e^{-\frac{t_{пр}}{t_{ср}}} \right) \quad (9)$$

Для определения величины  $t_{пр}$  необходимо, как и выше, решить неравенство:

$$\frac{t_{cp}}{t_{np}} \left( 1 - e^{-\frac{t_{np}}{t_{cp}}} \right) \geq P_0 \quad (10)$$

Ввиду очевидной сложности аналитического решения этого неравенства, преобразуем его к виду

$$\left( 1 - e^{-\frac{t_{np}}{t_{cp}}} \right) \geq \frac{t_{np}}{t_{cp}} P_0 \quad (11)$$

и разложим экспоненциальную функцию в степенной ряд, удерживая три члена этого ряда (погрешность разложения  $\delta = (t_{np}/t_{cp})^3$ ). Тогда получим:

$$1 - \left[ 1 - \frac{t_{np}}{t_{cp}} + \frac{1}{2} \left( \frac{t_{np}}{t_{cp}} \right)^2 \right] \geq \frac{t_{np}}{t_{cp}} P_0, \quad (12)$$

отсюда:

$$\frac{t_{np}}{t_{cp}} \leq 2(1 - P_0) \quad (13)$$

При  $P_0 = 0,9$  получим  $t_{np} \leq 0,2 t_{cp}$ , т.е. интервал времени между заменами оказывается в два раза больше, чем при расчете по формуле (5). Погрешность расчета по сравнению с (10) составит  $(0,2)^3 = 0,008 = 0,8\%$ , что вполне пригодно для практических расчетов. График, построенный в соответствии с (13), представлен прямой 2 на рис. 2-2.

На практике для выбора величины  $t_{np}$  можно пользоваться условием:

$$-\ln(P_0) \leq \frac{t_{np}}{t_{cp}} \leq 2(1 - P_0) \quad \text{для } P_0 \geq 0,2, \quad (14)$$

откуда:

$$t_{np} \geq -t_{cp} \ln P_0, \quad (15)$$

$$t_{np} \leq 2t_{cp}(1 - P_0) \quad (16)$$

Формулу (15) следует использовать для элементов, отказы которых относятся к КТПО = 1 или 2, для остальных элементов (КТПО = 3, 4) рекомендуется применять формулу (16).

### 2.3. Определение интервала ( $t_{np}$ ) при возникновении отказа в интервале

Теперь рассмотрим случай, когда в интервале между профилактическими работами возникает отказ. Графически эта ситуация представлена на рис. 2-3. Поскольку, как следует из вышеизложенного,  $t_{np} / t_{cp} \ll 1$ , на графике участки экспоненты заменены прямыми линиями.

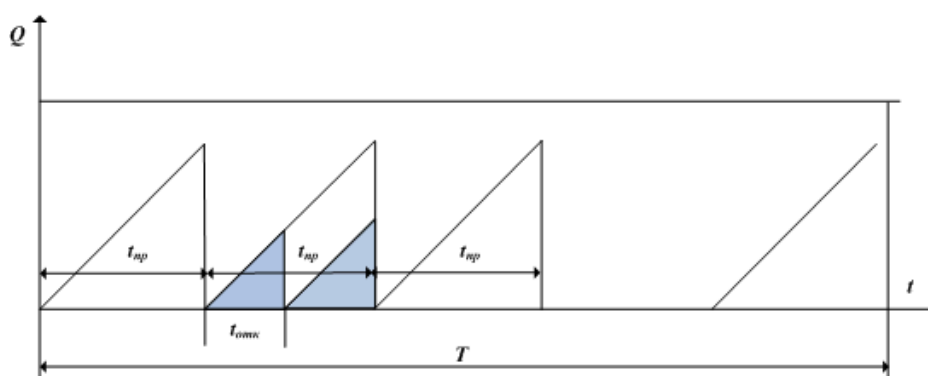


Рис. 2-3. График изменения вероятности отказа при возникновении отказа в период между обслуживаниями

Пусть  $t_{отк}$  – момент наступления отказа (время отсчитывается от момента предыдущего восстановления). После отказа также происходит «мгновенное» восстановление, а затем возобновляется процесс эксплуатации с первоначальными характеристиками надежности (заштрихованные треугольники на рис. 2-3). Для рассматриваемого интервала  $t_{пр}$  из элементарных геометрических соображений найдем среднюю вероятность отказа:

$$\tilde{Q}_{t_{пр}} = \frac{1}{t_{пр}}(S_1 + S_2), \quad (17)$$

где:

$S_1 = \frac{t_{отк}^2}{2t_{пр}}$  – площадь левого треугольника;

$S_2 = \frac{(t_{пр} - t_{отк})}{2t_{пр}}$  – площадь правого треугольника.

Подставляя эти выражения в (17), полагая  $t_{отк} = k t_{пр}$  ( $k \leq 1$ ) и выполняя элементарные преобразования, получим:

$$\tilde{Q}_{t_{пр}} = \frac{t_{пр}}{2t_{пр}} \gamma_1, \quad (18)$$

где:

$$\gamma_1 = 2k(k - 1) + 1 \quad (19)$$

График функции (19) представлен на рис. 2-4 (кривая 1).

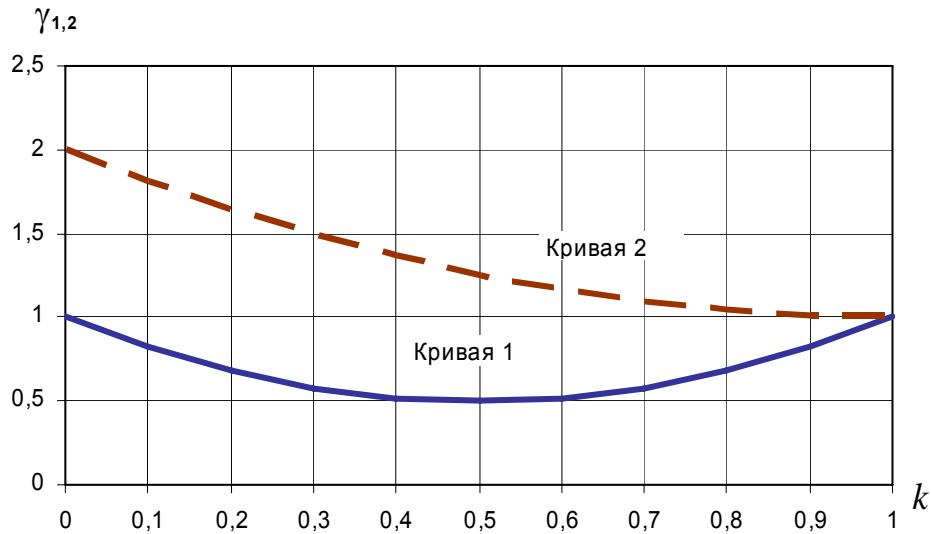


Рис. 2-4. Графики функций (19) и (22)

Из графика видно, что  $0,5 \leq \gamma \leq 1$ .

Предположим, что на интервале  $[0, T]$  укладывается  $n$  интервалов длительностью  $t_{\text{пр}}$ , и на  $m \leq n$  из этих интервалов происходит по одному отказу и восстановлению по описанной выше схеме (вероятность более одного отказа считается пренебрежимо малой). Тогда средняя вероятность отказов на интервале  $[0, T]$ :

$$\hat{Q} = \frac{1}{n} \left[ m\gamma_1 \frac{t_{\text{пр}}}{2t_{\text{ср}}} + (n-m) \frac{t_{\text{пр}}}{2t_{\text{ср}}} \right] = \left[ 1 - \frac{m}{n}(1-\gamma_1) \right] \frac{t_{\text{пр}}}{2t_{\text{ср}}}$$

Средняя вероятность безотказной работы:

$$\hat{P} = 1 - \hat{Q} = 1 - \left[ 1 - \frac{m}{n}(1-\gamma_1) \right] \frac{t_{\text{пр}}}{2t_{\text{ср}}} \geq P_0,$$

откуда:

$$\frac{t_{\text{пр}}}{t_{\text{ср}}} \leq \frac{2(1-P_0)}{\left[ 1 - \frac{m}{n}(1-\gamma_1) \right]} \quad (20)$$

Поскольку  $\left[ 1 - \frac{m}{n}(1-\gamma_1) \right] \leq 1$ , то  $\hat{Q} \leq \tilde{Q}$ ,  $\hat{P} \geq \tilde{P}$ , т.е. средняя вероятность отказа меньше, а средняя вероятность безотказной работы больше, чем в случае, рассмотренном выше (раздел 2.2). Это означает, что время  $t_{\text{пр}}$ , найденное по формуле (20), будет больше, чем то же время, рассчитанное по формуле (13). Так, при  $P_0 = 0,9$ ,  $k = 0,4$ ,  $\gamma_1 = 0,52$ ,  $(m/n) = 0,5$ ,  $t_{\text{пр}} = 2 * 0,1 / (1 - 0,5 * 0,48) = 0,263 t_{\text{ср}}$ , т.е. при прочих равных условиях время  $t_{\text{пр}}$  оказывается на 30% больше, чем рассчитанное по формуле (13).

Далее рассмотрим случай, когда отказ возникает вблизи правой границы интервала  $t_{np}$  (рис. 2-5).

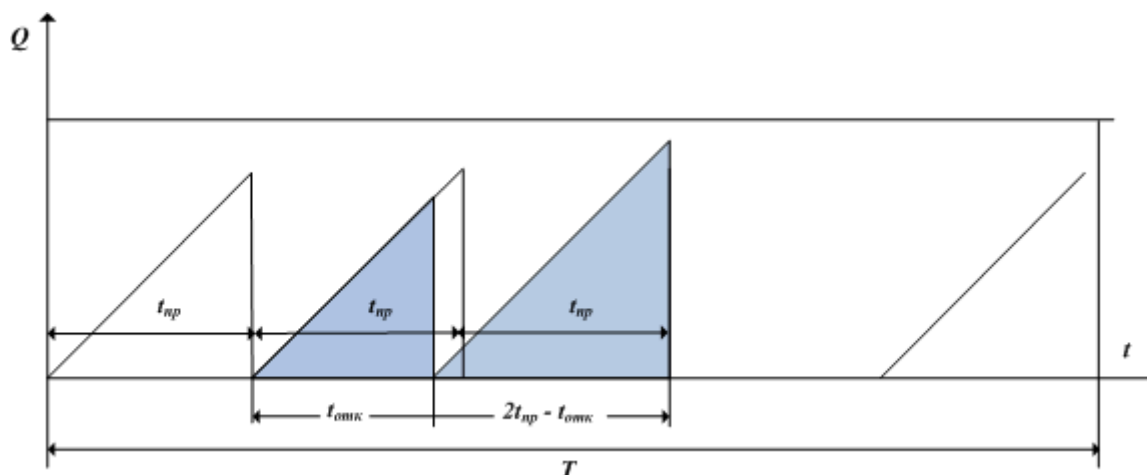


Рис. 2-5. График изменения вероятности отказа при возникновении отказа в период между обслуживаниями вблизи правой границы интервала  $t_{np}$

В этом случае нецелесообразно производить замену (восстановление) элемента в конце текущего интервала и имеет смысл отнести ее на конец следующего интервала  $t_{np}$ . В этом случае средняя вероятность отказа на двух смежных интервалах:

$$\hat{Q}_{2t_{np}} = \frac{t_{np}}{2t_{cp}} \gamma_2, \quad (21)$$

где

$$\gamma_2 = (k - 1)^2 + 1 \geq 1 \quad (22)$$

График функции (22) – кривая 2 на рис. 2-4.

Если на интервале  $[0, T]$  таких случаев  $m$  и они охватывают  $2m \leq n$  интервалов, то:

$$\hat{Q} = \left[ 1 + \frac{2m}{n} (\gamma_2 - 1) \right] \frac{t_{np}}{2t_{cp}},$$

$$\hat{P} = 1 - \hat{Q} = 1 - \left[ 1 + \frac{2m}{n} (\gamma_2 - 1) \right] \frac{t_{np}}{2t_{cp}} \geq P_0,$$

откуда:

$$\frac{t_{np}}{t_{cp}} \leq \frac{2(1 - P_0)}{\left[ 1 + \frac{2m}{n} (\gamma_2 - 1) \right]} \quad (23)$$

Эту формулу имеет смысл использовать при  $k > 0,5$ . Пусть  $k = 0,7$ ,  $\gamma_2 = 1,09$ ,  $P_0 = 0,9$ ,  $(m/n) = 0,5$ . Тогда  $t_{np} \leq 2 * 0,1 * (1/1,09) = 0,183 t_{cp}$ , т.е. на 8,5% меньше, чем значение, рассчитанное по формуле (12), и находится в интервале, определяемом условиями (13). Учитывая то, что в реальных условиях возможна комбинация всех трех рассмотренных выше случаев

(отсутствие отказов между профилактиками, отказ ближе к началу очередного периода между профилактиками, отказ ближе к концу этого периода), можно без большой погрешности пользоваться формулами (5) и (13) с учетом условия (14).

## 2.4. Определение интервала в случае, когда время восстановления работоспособности отлично от нуля

В заключение рассмотрим случай, когда время  $t_b$  восстановления работоспособности элемента отлично от нуля, т.е.  $t_b > 0$ . Естественно предположить, что во время восстановительных работ вероятность отказа равна нулю. Диаграмма изменения вероятности отказов для этого случая показана на рис. 2-6. Из элементарных геометрических соотношений по этой диаграмме можно сделать вывод, что для этого случая средняя вероятность отказа на интервале  $[0, T]$  будет меньше, вероятность безотказной работы больше, и, следовательно, время  $t_{np}$  больше, чем рассчитанное по формуле (13). Поэтому расчет по формуле (13) даст результат «с запасом», а общая длительность цикла профилактических работ составит:

$$t'_{np} = t_{np} + t_b \quad (24)$$

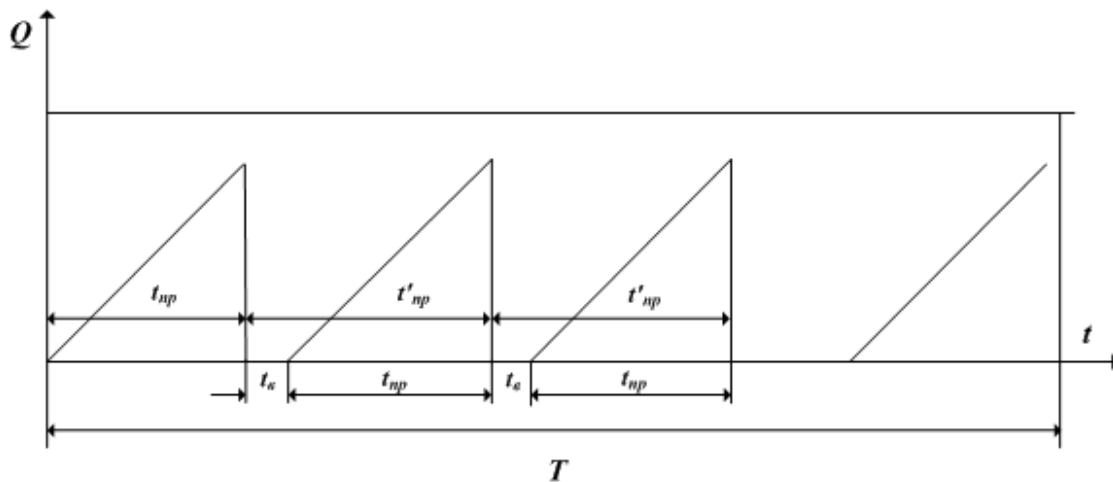


Рис. 2-6. График изменения вероятности отказа при ненулевом времени  $t_b$  восстановления работоспособности элемента

## 2.5. Привязка рассчитанной периодичности к стандартным периодам обслуживания

На практике для любого изделия задаются сроки выполнения планово-профилактических работ. Эти сроки назначаются чаще всего по наработке, либо в календарном времени. Так, например, для самолетов проводить такие работы предписывается через 50, 100, 300, 1500 летных часов и т.д.

Номенклатура элементов, подлежащих планово-профилактическому обслуживанию (ППО) в установленные периоды, определяется при помощи условия:

$$T_{j+1} > t_{\text{пр}_m} \geq T_j \quad (j = 1 \dots k) \quad (25)$$

где:

$T_1, T_2, \dots, T_k$  – установленные нормативными документами сроки выполнения планово-профилактических работ в порядке возрастания,

$t_{\text{пр}_i}$  ( $i = 1 \dots L$ ) – полученное в результате расчета значение периодичности профилактических работ для  $i$ -ого элемента.

Согласно (25),  $i$ -ый элемент должен подвергаться обслуживанию по достижении срока  $T_j$ . Рекомендуется назначать  $i$ -ому элементу срок обслуживания  $T_j$  при попадании расчетного значения  $t_{\text{пр}_i}$  в диапазон  $T_j \approx \begin{matrix} +5\% \\ -15\% \end{matrix}$ . В случае попадания  $t_{\text{пр}_i}$  в интервал между  $T_j$  и  $T_{j+1}$ , следует назначать  $i$ -ому элементу меньшее значение срока обслуживания ( $T_j$ ). Для элементов, у которых  $t_{\text{пр}_i} < T_1$ , следует устанавливать особый режим обслуживания, либо должны быть приняты меры к повышению надежности такого элемента. Для элементов, у которых  $t_{\text{пр}_i}$  больше их срока службы, плановые сроки обслуживания не назначаются.



### 3. Перечень терминов

Изделие	Любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии <sup>1</sup> .
Техническая эксплуатация	Часть эксплуатации, включающая транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт изделия.
Срок службы	Календарная продолжительность от начала эксплуатации изделия или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние.
Ресурс	Суммарная наработка изделия от начала его эксплуатации или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние.
Анализ логистической поддержки, АЛП	Формализованная технология всестороннего исследования как самого изделия, так и вариантов СТЭ, включающая согласованный разработчиком изделия и заказчиком набор задач, решаемых, как правило, с помощью компьютерных средств.
Структура изделия	Совокупность составных частей изделия и связей между ними, определяющих входимость составных частей.
Функция [изделия, составной части изделия]	Описание служебного назначения изделия.
Конструкторская структура изделия	Комбинированная структура, содержащая как функциональные, так и конструктивные элементы (сборочные единицы, детали) и связи, отображающие отношения входимости («состоит из...», «входит в...»).
Конструктивный элемент	Составная часть изделия, выполняющая в нем одну или несколько функций (или участвующая в выполнении одной или нескольких функций). Конструктивный элемент может существовать как самостоятельное изделие (изделие собственного изготовления или покупное изделие) или входить в состав конструктивного элемента более высокого уровня иерархии.
Логистическая структура	Разновидность электронной структуры изделия,

<sup>1</sup> В контексте данного учебного курса изделие может представлять собой достаточно сложную совокупность взаимодействующих между собой предметов, материалов и программных средств, являющуюся результатом деятельности предприятия.

	<p>создаваемая в процессе АЛП в двух формах:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- логистическая структура функций (ЛСФ), создаваемая в ходе и по результатам функционального анализа изделия на основе функциональной структуры; в состав ЛСФ включаются те функции (функциональные элементы), невыполнение которых может привести к невыполнению функции конечного изделия;</li><li>- логистическая структура изделия (ЛСИ), создаваемая на основе конструкторской документации и с учетом анализа видов, последствий и критичности отказов; в состав ЛСИ включаются те конструктивные элементы, которые требуют технического обслуживания, ремонта или замены в процессе эксплуатации, а также те элементы, отказ которых может привести к отказу конечного изделия.</li></ul>
Логистический контрольный номер, ЛКН	Буквенно-цифровой код, однозначно идентифицирующий элемент логистической структуры функций или изделия в процессе АЛП. ЛКН используют также для идентификации компонентов вспомогательного оборудования, оборудования для обучения и средств монтажа. ЛКН формируют в соответствии с заданной для конкретного проекта структурой этого кода.
Альтернативный логистический контрольный номер, АЛКН	Код, идентифицирующий вариант исполнения или модификацию элемента структуры с конкретным ЛКН. АЛКН присваивается вариантам элемента структуры последовательно.
Элемент логистической структуры (логистический элемент)	Функциональный или конструктивный элемент изделия, выделенный для решения задач АЛП, снабженный ЛКН, а при необходимости – АЛКН.
Критический элемент	Составная часть изделия, отказ или неисправность которой влияет на безопасность изделия, приводит к неготовности изделия или невозможности выполнения им своих задач, или вызывает необходимость дорогостоящего технического обслуживания или ремонта.
Функциональный анализ	Последовательное, симптоматическое описание функций конечного изделия и его функциональных элементов, предназначенное для выявления полноты и непротиворечивости функций и оценки влияния невыполнения отдельных функций на выполнение функции конечного изделия; результатом функционального анализа являются функциональная структура и логистическая структура функций.

Вид отказа элемента	Событие, заключающееся в определенном нарушении работоспособности элемента. Это нарушение характеризуется полной или частичной потерей способности выполнять одну или несколько заданных функций.
Тяжесть последствий отказа	Качественная или количественная оценка вероятного (наблюдаемого) ущерба от отказа элемента и/или системы.
Категория тяжести последствий отказов, КТПО	Классификационная группа, к которой относятся отказы в зависимости от тяжести их последствий.
Категория отказа	Классификационная группа, к которой относятся функциональные отказы в зависимости от их влияния на безопасность, эксплуатацию, экономические показатели, а так же в зависимости от того, является отказ скрытым или явным.
Анализ видов и последствий отказов, АВПО	Формализованная, контролируемая процедура качественного анализа проекта, технологии изготовления, правил эксплуатации и хранения, системы технического обслуживания и ремонта изделия, заключающаяся в выделении на некотором уровне разукрупнения его структуры возможных (наблюдаемых) отказов разного вида, в прослеживании причинно-следственных связей, обуславливающих их возникновение, и возможных (наблюдаемых) последствий этих отказов на данном и вышестоящих уровнях, а также – в качественной оценке и ранжировании отказов по тяжести их последствий <sup>2</sup> .
Критичность вида отказа	Относительное свойство вида отказа, характеризующее категорией тяжести последствий и частотой их возникновения.
Показатель критичности отказа	Количественная характеристика критичности отказа, учитывающая его вероятность за время эксплуатации и тяжесть возможных последствий <sup>3</sup> .
Анализ видов, последствий и критичности отказа, АВПКО	Процедура АВПО, дополненная оценками показателей критичности анализируемых отказов.
Анализ обслуживания, обеспечивающего надежность, АООН	Системный подход к определению перечня задач планово-профилактического обслуживания изделия и/или его систем (подсистем, агрегатов) с определением периодичности выполнения этих задач, обеспечивающей

<sup>2</sup> На практике (в особенности на ранних стадиях жизненного цикла изделия) процедуру АВПО, как правило, ограничивают анализом проекта изделия.

<sup>3</sup> В зарубежных нормативных документах и технической литературе принят термин «число критичности» («criticality number»).

	требуемые показатели надежности.
Хранение	Кратковременное или долговременное содержание изделий во временных и/или постоянных сооружениях.
Транспортирование	Перемещение изделия на значительное расстояние посредством буксировки, самоходом или при помощи транспортных средств по автодороге, железной дороге, воздушными или водными путями.