



В.Ф. ЮХИМЕНКО

ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

ТЕМА 8. НОРМАТИВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ
ЭКСПЛУАТАЦИИ.



8.1 Понятия о нормативах и их значение.

- Любое государственное, муниципальное или частное предприятие может эффективно работать, имея соответствующие планы и программы производства и его развития. Для составления и реализации этих планов и программ предприятие должно располагать обоснованными нормативами.
- Под **нормативом** понимается количественный или качественный показатель, используемый для упорядочения процесса принятия и реализации решений.



По назначению различают нормативы, регламентирующие

- свойства изделий (надежность, безопасность, производительность, грузоподъемность, масса, габаритные размеры и др.);
- состояние изделий (номинальные, допустимые и предельные значения параметров технического состояния) и материалов (плотность, вязкость, содержание компонентов, примесей и т.д.);
- ресурсное обеспечение (капиталовложения, расход материалов, запасных частей, трудовые затраты);
- технологические требования, определяющие содержание и порядок проведения определенных операций и работ ТО, ремонта и др.



-
- **По уровню** нормативы подразделяются на
 - федеральные (законы, стандарты, требования по дорожной, экологической и пожарной безопасности и др.);
 - региональные, межотраслевые (положения о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта, правила технической эксплуатации);
 - отраслевые и групповые (группа предприятий, объединения, холдинг);
 - внутриотраслевые и хозяйственные (применяемые на предприятии или группе предприятий нормативы, стандарты качества и др.).

-
- Нормативы используются при определении уровня работоспособности автомобилей и парка, планировании объемов работ, определении необходимого числа исполнителей, потребности в производственной базе, в технологических расчетах.
 - К важнейшим нормативам технической эксплуатации относятся периодичность ТО, ресурс изделия до ремонта, трудоемкость ТО и ремонта, расход запасных частей и эксплуатационных материалов.
 - Определение нормативов производится на основе теоретических предпосылок, аналитических расчетов и данных о надежности изделий, расходе материалов, продолжительности и стоимости проведения работ ТО и ремонта, составляющих совокупность закономерностей ТЭА шестого вида.

8.2 Определение периодичности ТО.

- **Периодичность ТО ($l_{то}$)** - это нормативная наработка (в километрах пробега или часах работы) между двумя последовательно проводимыми однородными работами или видами ТО.
- Как отмечалось ранее, при техническом обслуживании применяются две тактики доведения изделия до требуемого технического состояния: по наработке (1-1) и по состоянию - (1-2). Поэтому при первой тактике определяется периодичность контроля, которая переходит в исполнительскую часть операции, с коэффициентом повторяемости $K_1 = 1$. При второй тактике определяется периодичность контроля, а исполнительская часть операции выполняется по потребности в зависимости от результатов контроля, т.е. $1 \geq K_2 \geq 0$.

$\geq \geq$



-
- Методы определения периодичности ТО подразделяются на простейшие (метод аналогии по прототипу); аналитические, основанные на результатах наблюдений и основных закономерностях ТЭА; имитационные, основанные на моделировании случайных процессов. Рассмотрим наиболее распространенные методы.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПО ДОПУСТИМОМУ УРОВНЮ БЕЗОТКАЗНОСТИ

- Этот метод основан на выборе такой рациональной периодичности, при которой вероятность отказа F элемента не превышает заранее заданной величины (рис. 5.1), называемой риском.
- Вероятность безотказной работы

$$P_d \{x_i \geq l_0\} \geq R_d = \gamma, \quad \text{т.е.} \quad l_0 = x_\gamma,$$

- где x_i - наработка на отказ; R_d - допустимая вероятность безотказной работы; $\gamma = 1 - F$; l_0 - периодичность ТО; x_γ - гамма-процентный ресурс.
- Для агрегатов и механизмов, обеспечивающих безопасность движения, $R_d = 0,9 \div 0,98$; для прочих узлов и агрегатов $R_d = 0,85 \div 0,90$.



- Определенная таким образом периодичность значительно меньше средней наработки на отказ (см. рис. 5.1) и связана с ней следующим образом: $I_0 = \frac{1}{\beta_n \bar{x}}$, где \bar{x} - коэффициент рациональной периодичности, учитывающий величину и характер вариации наработки на отказ или ресурса, а также принятую допустимую вероятность безотказной работы (табл. 5.1).
- На рис. 5.2 приведены распределения наработки на отказы двух элементов (1 и 2), имеющих одинаковые средние наработки ($\bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}$), на разные вариации, причем $v_1 = v_2$. При назначении для этих элементов периодичностей ТО, соответствующих равным рискам ($F_1 = F_2$), $I_{o1} > I_{o2}$.
- Таким образом, чем меньше вариация случайной величины, тем большая периодичность ТО при прочих равных условиях может быть назначена.

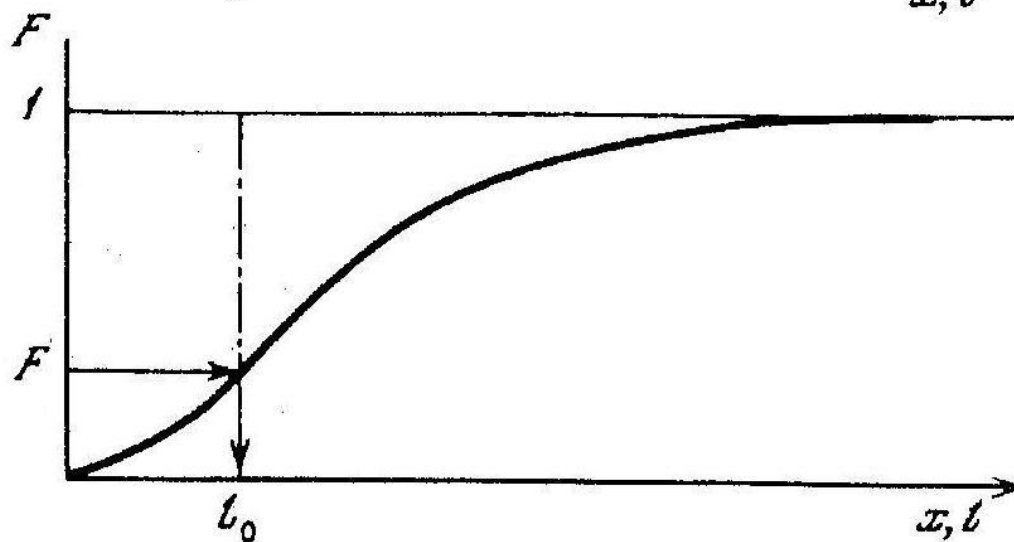
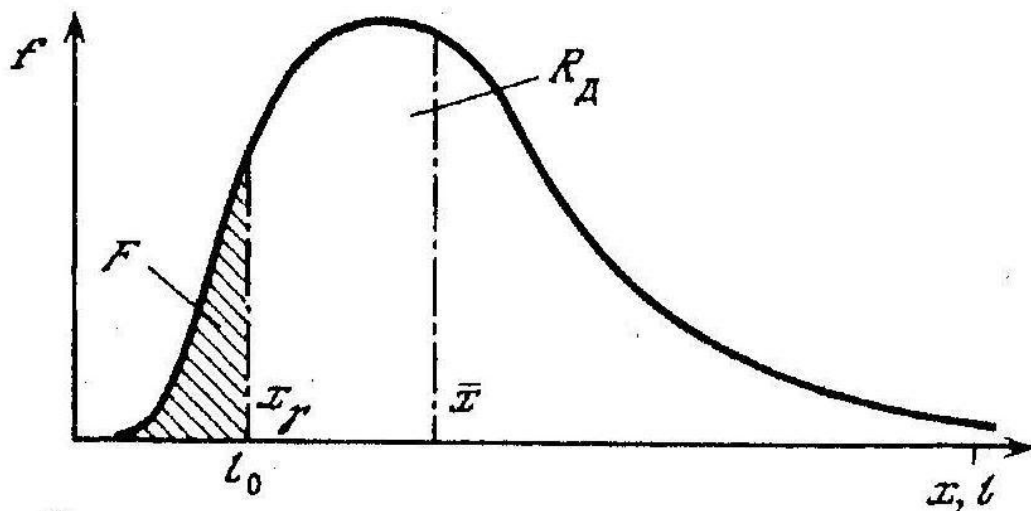
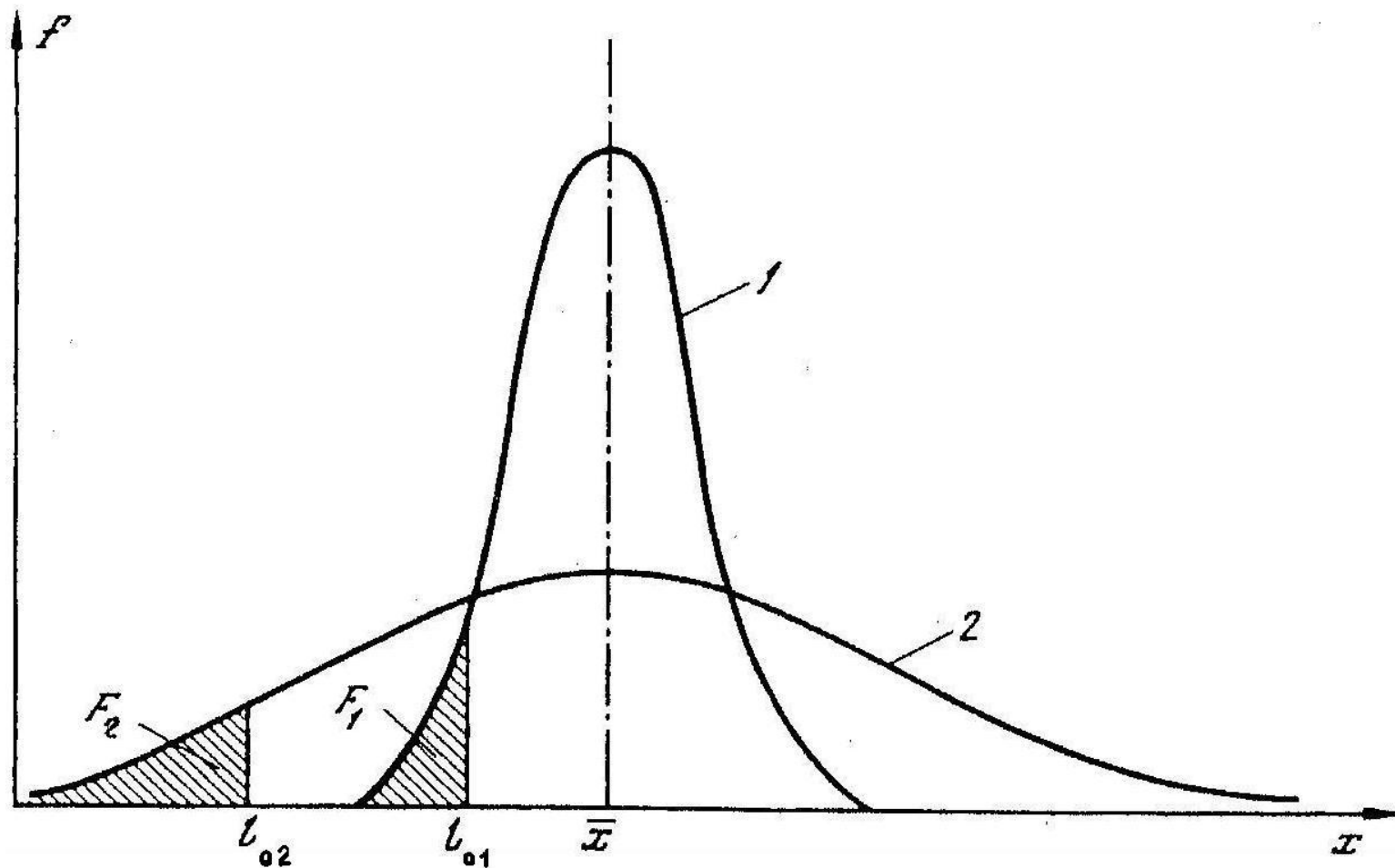


Рис. 5.1. Определение периодичности ТО по допустимому уровню безотказности

Рис. 5.2. Влияние вариации на оптимальную периодичность



Поэтому одной из главных задач технической эксплуатации является принятие технологических и организационных мер по сокращению вариации наработки на отказ профилактируемых элементов:

- повышение качества ТО и ремонта;
- выдерживание назначенных периодичностей, т.е. регулярность ТО;
- группировка автомобилей при конкретном обслуживании по возрасту и условиям эксплуатации, обеспечивающая относительную однородность технического состояния.



Таблица 5.1

Коэффициент рациональной периодичности при различных значениях допустимой вероятности безотказной работы и коэффициента вариации ресурса

R_d	Коэффициент вариации ресурса			
	0,2	0,4	0,6	0,8
0,85	0,80	0,55	0,40	0,25
0,95	0,67	0,37	0,20	0,10

- **Преимущества метода:** простота и учет риска.
- **Недостатки метода:**
 - неполное использование ресурса изделия, так как $l_0 \Leftrightarrow x$, а R_d изделий имеет наработку на отказ $x, > l_0$;
 - отсутствие прямых экономических оценок последствий отказа (косвенный учет — при назначении риска F).

-
- **Сферы применения:**
 - при незначительных экономических и других последствиях отказа;
 - для массовых объектов, когда влияние каждого из них на надежность изделия в целом невелико (несиловые крепежные детали);
 - при практической невозможности или большой стоимости последовательной фиксации изменения параметров технического состояния (электропроводка, транзисторы, гидро- и пневмомагистрали);
 - при необходимости минимизировать риски, затраты на которые перекрываются экономией по другим статьям (доставка опасных и скоропортящихся грузов, доставка точно в срок, специальные операции).



2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПО ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ЕГО ДОПУСТИМОМУ ЗНАЧЕНИЮ

- Как известно, для группы автомобилей (или элементов) изменение параметров технического состояния по наработке является случайным процессом $Y(l, t)$ и графически изображается пучком функций $Y_i = \Psi(l, t)$.
- Проведем анализ этой ситуации и выделим условно из этого пучка три изделия с разной интенсивностью a изменения параметра технического состояния (рис. 5.3): максимальной (1), средней (2) - выделяем или вычисляем, минимальной (3).
- Определим средний ресурс (изделие № 2) x_{p2} при $Y_{п.д.}$
- Построим при фиксированной наработке всех изделий x_{p2} график 5 плотности вероятности распределения параметра технического состояния $f_1(Y)$ для всей совокупности изделий.



- Если периодичность TO / l_{TO} будет равна x_{p2} , то значительная часть изделий (F_1 на рис. 5.3) откажет при наработке $x < l_{TO}$, так как у них $Y_i > Y_{п.д.}$

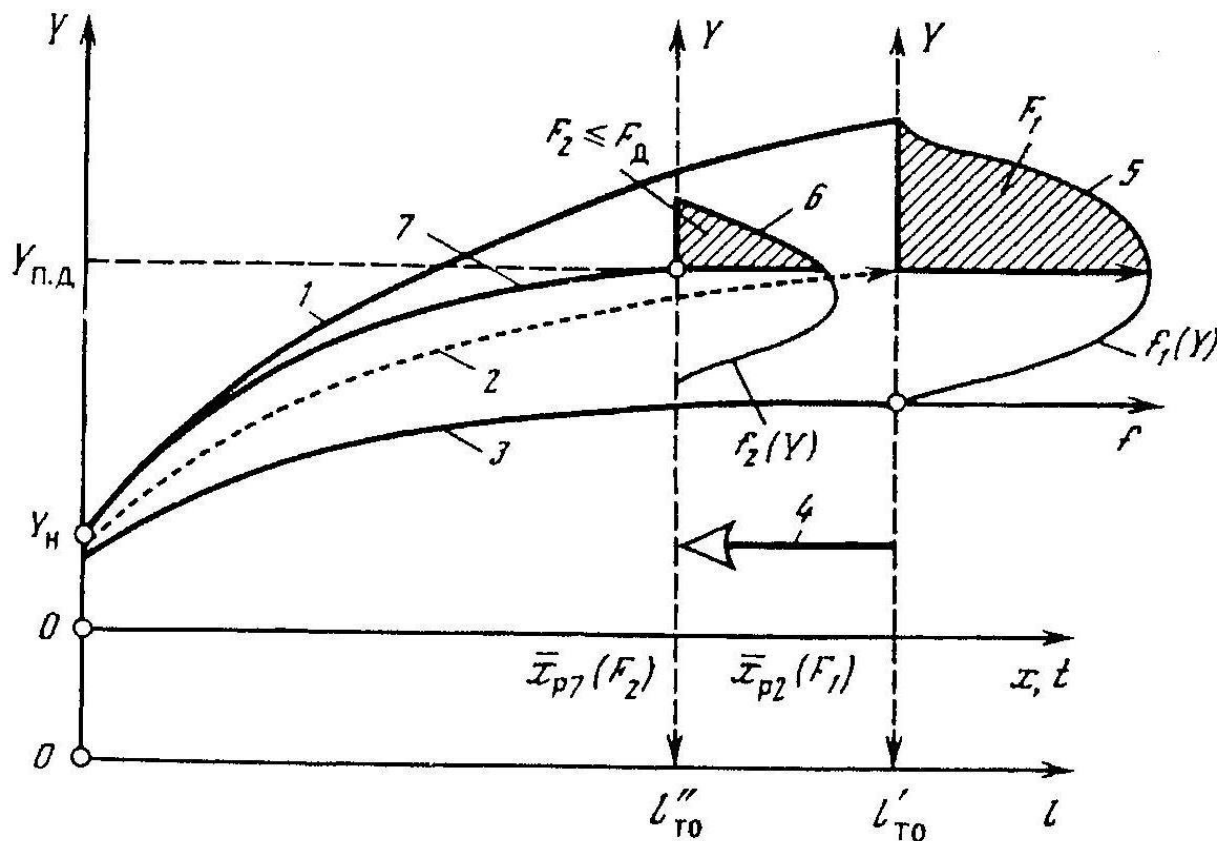


Рис. 5.3. Определение периодичности l по допустимому значению и изменению параметра технического состояния

-
- Назначим допустимое для данного изделия значение риска F_D .
 - Уменьшим периодичность ТО до величины $l''_{\text{ТО}}$ таким образом, чтобы вероятность отказа была равна или меньше допустимой F_D (сдвиг по стрелке 4 на рис. 5.3).
 - Получим новое распределение плотности вероятности отказа, $f_2(Y)$ - 6 на рис. 5.3.
 - При этом варианте рациональная периодичность ТО $l_{\text{ТО}} = \bar{x}_{p7}(F_2)$.

- При этой периодичности обеспечиваются заданные условия, а именно:
- вероятность, что параметр превысит предельно допустимый: $P\{Y_i > Y_{n.d.}\} \leq F_\delta$
- вероятность, что отказ возникнет раньше постановки на ТО: $P\{x_i < l_{ТО}\} \leq F_\delta$
- Определим изделие 7 на рис. 5.3, которое имеет ^μ предельно допустимое значение интенсивности изменения параметра технического состояния $a_{п.д.}$, соответствующее условию нулевого риска при $l_{ТО} = \bar{x}_{p7}(F_2)$
- По кривой 7 рис. 5.3 или аналитически определим

$$l_{ТО} \cong \frac{Y_{п.д.} - Y_n}{a_{п.д.}}; \quad a_{п.д.} = \mu a,$$



-
- где a - средняя интенсивность изменения параметра технического состояния (для изделия 2 на рис. 5.3);
 - μ - коэффициент максимально допустимой интенсивности изменения параметра технического состояния.
 - Его превышение означает, что риск отказа до направления изделия на обслуживание будет больше заданного, т.е. $F_2 > F_{д1}$.
 - Коэффициент μ зависит от вариации наработки до отказа, заданного значения вероятности безотказной работы при межосмотровой наработке (рис. 5.4) и вида закона распределения.
$$\mu = 1 + t_{д1} \nu,$$

-
- где $t_d = (a_{п.д} - a)/\sigma$ - нормированное отклонение, соответствующее доверительному уровню вероятности.
 - Для закона Вейбулла-Гнеденко

$$\mu = 1 + t_d \nu,$$

- Где Γ – гамма-функция; m – параметр распределения.
- Чем больше ν или R_d , тем больше и меньше периодичность ТО.

-
- Таким образом, оценив значение и определяя в процессе эксплуатации интенсивность изменения параметра технического состояния конкретного изделия a_i (конструктивный параметр), можно прогнозировать его безотказность в межосмотровом периоде:

при $a_i > a_{п.д} = \mu a$ изделие откажет до технического обслуживания с вероятностью F_2 :

$$P\{a_i > a_{п.д}\} = F_2 = F_{п.д};$$

при $a_i \leq a_{п.д}$ изделие не откажет до очередного ТО с вероятностью $R = 1 - F_2$:

$$P\{a_i \leq a_{п.д}\} = 1 - F_2 = R_{п.д}.$$

- **Пример.** Определить рациональную периодичность /то контроля и регулирования тормозного механизма грузового автомобиля с пневматическим приводом при работе в городских условиях, обеспечивающую с вероятностью 90% сохранение работоспособности между ТО. **Исходные данные:**

$$R_d = 0,9 \text{ (90\%)}; Y_H = 0,38 \text{ мм}; Y_{п.д} = 1 \text{ мм};$$

$$a = 0,056 \text{ мм/1000 км};$$

$$\nu = 0,3; t_d = 1,28 \text{ при } R = 0,9 \text{ (табл. П5-1 приложения 5)}.$$

$$\text{Решение: } \mu = 1 + \nu t_d = 1 + 0,3 \cdot 1,28 = 1,38$$

$$l_{\text{ТО}} = \frac{Y_{п.д} \pm Y_H}{\mu a} = \frac{1 \pm 0,38}{1,38 \cdot 0,056} \approx 8 \text{ тыс. км.}$$

При коэффициенте вариации $\nu = 0,15$

$$\mu' = 1 + 0,15 \cdot 1,28 = 1,19; l'_{\text{ТО}} = 8,7 \text{ тыс. км.}$$

Средний ресурс (при $R_d = 0,5$ и $t_d = 0$) $\bar{x}_p = 11$ тыс. км.



-
- **Следовательно:**
 - сокращение вариации увеличивает при прочих равных условиях периодичность ТО;
 - ориентация при определении $t_{\text{то}}$ на средние данные (а, кривая 2 на рис. 5.3) не может обеспечить высокую безотказность между ТО ($F_1 \approx 0,5$).
 - ***Преимущества метода:***
 - учет фактического технического состояния изделия (диагностика);
 - возможность гарантировать заданный уровень безотказности F ;
 - учет вариации технического состояния.

Недостатки метода:

- отсутствие прямого учета экономических факторов и последствий;
- необходимость получать (или иметь) информацию о закономерностях изменения параметров технического состояния $Y = \psi(l, x)$.

Сферы применения:

- объекты с явно фиксируемым и монотонным изменением параметра технического состояния (постепенные отказы) - регулируемые механизмы (тормоза, сцепление, установка передних колес, клапанный механизм);
- при реализации стратегии профилактики по состоянию.

Таблица П5-1

Нормированная функция нормального распределения

z	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7	-0,8	-0,9
$\Phi(z)$	0,500	0,460	0,421	0,382	0,345	0,309	0,274	0,242	0,212	0,184
z	-1,0	-1,1	-1,2	-1,3	-1,4	-1,5	-1,6	-1,7	-1,8	-1,9
$\Phi(z)$	0,159	0,136	0,115	0,097	0,081	0,067	0,055	0,045	0,036	0,029
z	-2,0	-2,1	-2,2	-2,3	-2,4	-2,5	-2,6	-2,7	-2,8	-2,9
$\Phi(z)$	0,023	0,018	0,014	0,011	0,008	0,006	0,005	0,004	0,003	0,002
z	-3,0	-3,1	-3,2	-3,3	-3,4	-3,5	-3,6	-3,7	-3,8	-3,9
$\Phi(z)$	0,013	0,0011	0,0007	0,0005	0,0003	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,000
z	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$\Phi(z)$	0,500	0,540	0,579	0,618	0,655	0,691	0,726	0,758	0,788	0,816
z	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
$\Phi(z)$	0,841	0,864	0,885	0,903	0,919	0,933	0,945	0,955	0,964	0,971
z	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
$\Phi(z)$	0,977	0,982	0,986	0,989	0,992	0,994	0,995	0,996	0,997	0,998
z	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
$\Phi(z)$	0,9987	0,9990	0,9993	0,9995	0,9997	0,9998	0,9998	0,9999	0,9999	1,000

Контрольные вопросы

1. Как подразделяются нормативы по назначению и по уровню?
2. Какие нормативы технической эксплуатации являются важнейшими?
3. Что такое периодичность ТО (ИТО)?
4. Как определяется периодичность по допустимому уровню безопасности?
5. Как влияет вариация на оптимальную периодичность?
6. Сферы применения метода определения периодичности по допускаемому уровню безопасности?
7. Как определяется периодичность по закономерности изменения параметров технического состояния?

