

А.Д.Луценко доктор технических наук,
профессор
А.Ю.Божков

Применение стратегий выхода изделий техники РЭБ в капитальный ремонт по «техническому состоянию» и «нормам расхода ресурса» при обосновании предложений в государственный оборонный заказ в части капитального ремонта техники РЭБ

Рассматривается порядок формирования предложений в государственный оборонный заказ по капитальному ремонту техники радиоэлектронной борьбы на примере подразделений радиоэлектронной борьбы Сухопутных войск в условиях мирного времени. Данный порядок основывается на том, что в настоящее время капитальный ремонт изделий техники РЭБ планируется по истечении межремонтных сроков эксплуатации – стратегия по «нормам расхода ресурса», а фактический срок выхода определяется по результатам их технического диагностирования – стратегия по «техническому состоянию».

Развитие техники РЭБ в настоящее время осуществляется в соответствии со специально разрабатываемыми документами программно-целевого планирования: общие направления и параметры на 10-летний период находят свое отражение в государственной программе вооружения (ГПВ), а конкретное выражение – в ежегодно формируемом государственном оборонном заказе (ГОЗ) на 3-летний период.

При долгосрочном планировании в ГПВ по объективным причинам не могут быть учтены все условия, оказывающие влияние на ее реализацию. К ним, в частности, относятся случайный характер изменения технического состояния техники в войсках, изменение их потребности в связи с изменением геополитических, экономических условий и других обстоятельств. В процессе реализации заданий ГПВ через ГОЗ, в том числе и в части капитального ремонта (КР) техники РЭБ, возможен срыв запланированных мероприятий по причине сокращения финансирования, неготовности предприятий промышленности выполнить плановые задания в установленные сроки, удорожании продукции и т. д. Все это приводит к необходимости формирования предложений в ГОЗ (корректировки соответствующего годового ГПВ) с учетом текущих

условий его реализации, при условии соблюдения основной траектории развития системы вооружения РЭБ, заложенной в ГПВ.

В настоящее время КР образца вооружения и военной техники (ВВТ) планируется по истечении межремонтных сроков эксплуатации – стратегия по «нормам расхода ресурса», а фактический срок выхода определяется по результатам его технического диагностирования – стратегия по «техническому состоянию». Изменение стратегии вызвано в первую очередь тем, что нормативно-техническая документация, регламентирующая ремонт ВВТ Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ), в том числе и техники РЭБ, в настоящее время сформирована на основе принципа документации планово-предупредительного ремонта, ориентированного на массовое восстановление в мирное и военное время ресурса однотипных серийных образцов, идентичных как по комплектации, так и по срокам эксплуатации¹.

Применительно к образцам техники РЭБ длительность эксплуатации до выхода в КР с использованием стратегии по «нормам рас-

1 Приказ Министерства обороны РФ от 6.04.2010 г. № 320 «О концепции адаптации системы обслуживания и ремонта вооружений и военной техники к новому облику Вооруженных Сил Российской Федерации».

хода ресурса» – регламентированная величина. Однако, проведенный анализ информации о продолжительности эксплуатации изделий различных типов техники РЭБ до выхода их в КР, содержащейся в Табелях срочных донесений в период с 2000 по 2012 год, позволил установить, что фактический момент времени выхода изделий в КР может как совпадать, так и не совпадать с плановым. Следовательно, возникает необходимость использования, при обосновании предложений в документы программно-целевого планирования в части КР, как стратегии по «нормам расхода ресурса», так и по «техническому состоянию».

Обозначим через $\{T\}$ продолжительность эксплуатации изделий техники РЭБ до выхода

их в КР; а ее возможные значения как $\{t\}$; практические значения продолжительности эксплуатации конкретных изделий техники РЭБ – $\{t\}$. Тогда моменты времени выхода изделия техники РЭБ в КР и списания, определяемые стратегией по «нормам расхода ресурса», обозначим, как $\{t_{КР}\}$ и $\{t_{СП}\}$, а соответствующие моменты времени, определяемые стратегией по «техническому состоянию» – $\{t_{КР}^*\}$ и $\{t_{СП}^*\}$.

На рисунке 1 изображено схематическое представление сроков выхода изделий техники РЭБ в КР и списания, определяемые стратегиями по «нормам расхода ресурса» и по «техническому состоянию».

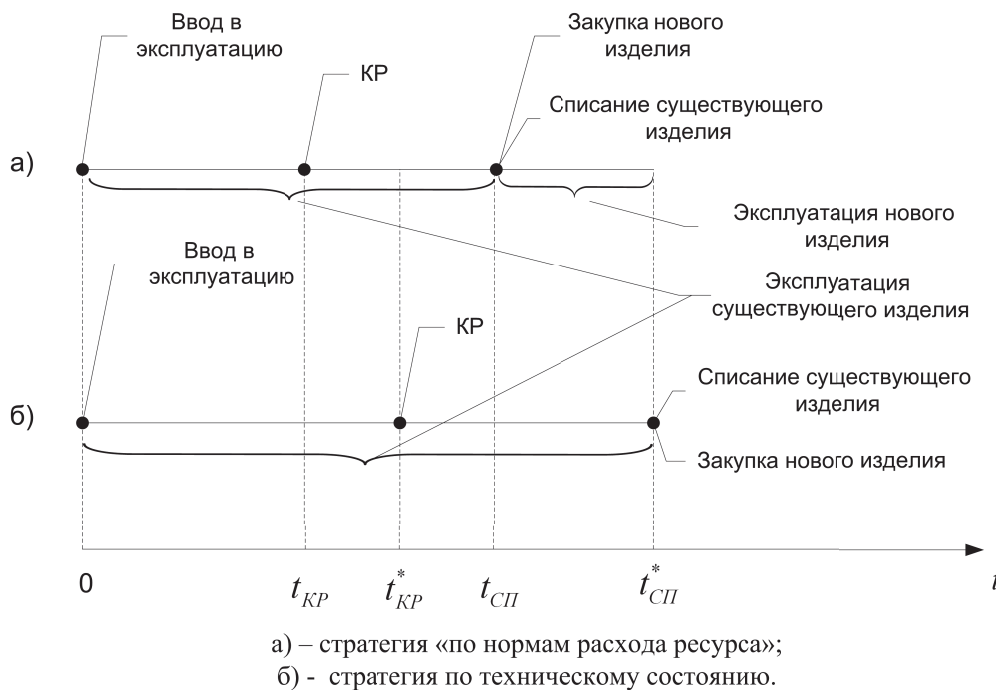


Рисунок 1 – Схематичное представление длительности эксплуатации изделия техники РЭБ до выхода в КР и списания для различных стратегий

Так как практической реализацией указанных стратегий, в части КР, является ГОЗ, необходимо доработать порядок его формирования с учетом следующих факторов.

Во-первых. Переход от одной стратегии к другой, для соответствующих типов техники РЭБ, требует изменения порядка определения продолжительности эксплуатации образцов техники РЭБ до выхода их в КР. Для стратегии по «нормам расхода ресурса» продолжитель-

ность эксплуатации образцов техники РЭБ до выхода их в КР – строго регламентированная величина, определяемая нормативными документами, а для стратегии по «техническому состоянию» – случайная величина, определяемая на основе обработки статистики.

Во-вторых. Определение продолжительности эксплуатации образцов техники РЭБ до выхода их в КР, как случайную величину, предопределяет совместное рассмотрение со-

вокупности однотипных образцов техники РЭБ в составе организационно-штатной структуры.

В-третьих. Случайная «природа» продолжительности эксплуатации образцов техники РЭБ до выхода их в КР требует изменения методического аппарата, лежащего в основе прогнозирования длительности времени эксплуатации и момента выхода в КР образцов техники РЭБ, входящих в состав организационно-штатной структуры.

Порядок формирования предложений в ГОЗ в части КР техники РЭБ в современных условиях включает шесть основных этапов, в которых находят свое отражение перечисленные выше факторы.

На первом этапе осуществляется оценка результатов выполнения ГОЗ за предшествующий период и формулируется целевая установка ГОЗ на предстоящий период.

Выполнение данного этапа начинается сразу после утверждения Правительством РФ оборонного заказа на текущий период. Основная задача данного этапа – определить реально достижимые объемы финансирования ГОЗ предстоящего периода с учетом итогов выполнения ГОЗ предшествующих лет, параметров окончательно утвержденного ГОЗ, а также сформировать в самом общем виде основную целевую установку разработки ГОЗ на предстоящий период.

Оценка результатов выполнения ГОЗ является основой для определения потребностей в объемах финансирования в предстоящем периоде. С целью анализа итогов выполнения ГОЗ и хода реализации ГПВ в части КР техники РЭБ необходимо осуществлять оценку:

- уровня оснащенности ВС РФ техникой РЭБ; доли современных, перспективных и новых (со сроком службы 10 лет и менее) образцов; доли исправных образцов;
- номенклатурно-количественного перечня образцов техники РЭБ, прошедших ремонт, в том числе с модернизацией; уровня финансирования мероприятий по КР.
- Целевая установка ГОЗ на предстоящий период или оперативно-стратегические

условия формирования предложений в проект ГОЗ – важнейший момент в обеспечении качества работ по его формированию. В рамках оперативно-стратегических условий формирования предложений в проект ГОЗ формулируются основные задачи, решаемые системой вооружения, осуществляется оценка существующего и требуемого уровней их решения.

На втором этапе рассматривается организационно-штатная структура, в состав которой входят образцы техники РЭБ.

Рассмотрим порядок формирования предложений в ГОЗ в части КР техники РЭБ на примере подразделений РЭБ Сухопутных войск (СВ). Что вызвано как их многочисленностью, так и следующими обстоятельствами:

- среди основных приоритетов в развитии техники РЭБ находит свое отражение и совершенствование техники, предназначенной для решения задач РЭБ в тактическом звене управления;
- широкой номенклатурой работ, проводимых и планируемых к проведению в программном периоде, по созданию техники РЭБ, предлагаемой для оснащения таких подразделений РЭБ.

В соответствии со штатной структурой каждое подразделение РЭБ СВ состоит из совокупности взводов, отличающихся возлагаемыми на них функциями – радиоподавление, управление, техническое обслуживание и ремонт. Взводы отличаются не только функциональной составляющей, но и количеством однотипных изделий, входящих в их состав. В общем случае в состав взвода может входить 1, 2 и 4 однотипных изделия техники ЭБ, для которых предусмотрено проведение КР.

На третьем этапе осуществляется обработка статистической информации о продолжительности эксплуатации изделий техники РЭБ, входящих в рассматриваемую организационно-штатную структуру, до выхода их в КР.

В общем случае технология решения поставленной задачи состоит из следующих шагов.

Шаг 1 – построение эмпирического распределения вероятности продолжительности эксплуатации изделий техники РЭБ до выхода их в КР и оценка значений его основных числовых характеристик.

Рассматривается образец техники РЭБ r -го типа, в отношении которого обработана статистическая информация о продолжительности эксплуатации до выхода в КР $\{M\}$ соответствующих изделий. Анализ статистической информации позволяет установить, что продолжительность эксплуатации рассматриваемого образца принимает Q значений: значение t_1^* появилось m_1 раз, значение t_2^* появилось m_2 раз и т. д.

Используя основные положения теории вероятности [2], определяются:

- эмпирическая функция распределения случайной величины T ;
- основные ее числовые характеристики, математическое ожидание, дисперсия, коэффициенты вариации, асимметрии и эксцесса.

Шаг 2 – определение теоретического закона распределения, определяющего продолжительность эксплуатации изделий техники РЭБ до выхода их в КР, и оценка значений его параметров.

Для устранения случайной составляющей, вызванной, в первую очередь, ограниченным количеством изделий подвергавшихся анализу, заменим найденную эмпирическую функцию распределения теоретической.

Любая теоретическая функция распределения отражает зависимость от параметров, которые принято делить на три основных вида – параметры положения, масштаба и формы [3].

Параметр положения – параметр, характеризующий положение области возможных значений случайной величины на числовой оси.

Параметр масштаба – параметр, определяющий масштаб, в котором измеряется значение случайной величины.

Параметр формы – параметр, определяющий форму кривой распределения.

С целью определения теоретического закона распределения предлагается использовать подход, изложенный в [3], а именно, рассматривать значения величин $b_1 = Sk^2$ и $b_2 = Ex - Sk^2 + 2$, где $Sk(T)$ и $Ex(T)$ – коэффициенты асимметрии и эксцесса соответственно, как координаты точки плоскости Ob_1b_2 . Тогда различным типам распределений вероятностей будут соответствовать определенные линии и точки первого квадранта этой плоскости. При этом распределениям с параметром формы – линии, а распределениям, не имеющим параметра формы – определенные точки. На рисунке 2 представлены графики, содержащие наиболее часто встречающиеся типы распределений.

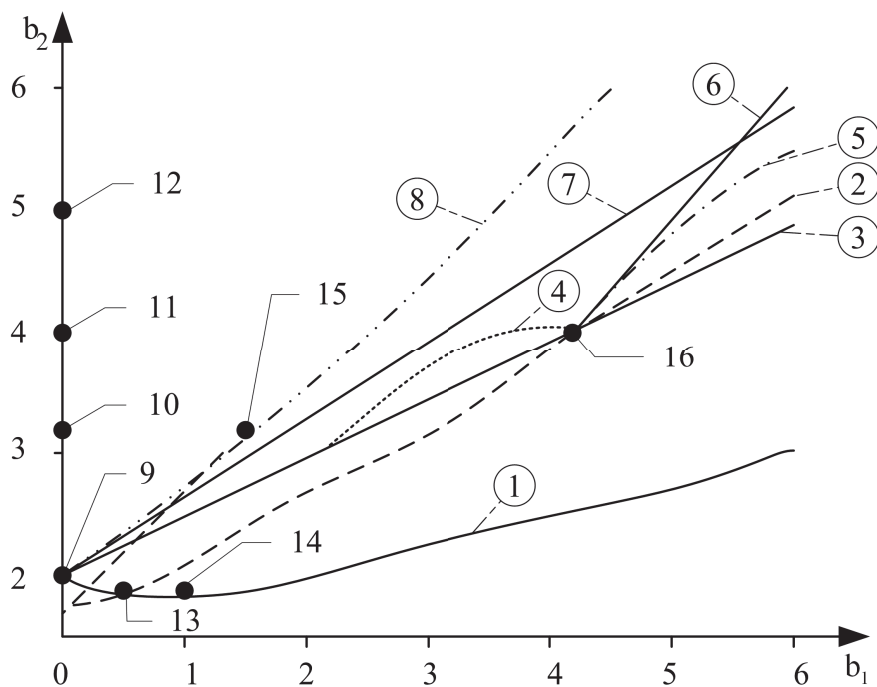
В качестве сглаживающего распределения выбирается то распределение, «характеристическая» линия (или точка) которого находится ближе всего к точке с координатами (b_1, b_2) . Окончательное решение о выборе того или иного распределения принимается после оценки согласованности найденного теоретического распределения с эмпирическим, по критерию Пирсона (критерий χ^2 – хи квадрат) [2].

Применение представленного подхода, с учетом информации содержащейся в Табелях срочных донесений о продолжительности эксплуатации изделий техники РЭБ в КР, позволило установить, что в качестве теоретического распределения целесообразно использовать двухпараметрическое распределение Вейбулла-Гнеденко, функция $F(t)$ и плотность распределения вероятности $f(t)$ которого определяется согласно следующим выражениям [3]:

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^c}, \quad (1)$$

$$f(t) = \frac{c}{a} \left(\frac{t}{a}\right)^{c-1} e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^c}, \quad (2)$$

где a – параметр масштаба;
 c – параметр формы.



- 1 – Накагами;
- 2 – Вейбулла-Гнеденко;
- 3 – гамма-распределение;
- 4 – обобщенное распределение Эрланга 2-го порядка;
- 5 – гиперэкспоненциальное распределение 2-го порядка;
- 6 – Паретто;
- 7 – обратное гауссовское;
- 8 – логарифмически нормальное;

- 9 – нормальное;
- 10 – логистическое;
- 11 – Чампернауна;
- 12 – Лапласа;
- 13 – Релея;
- 14 – отраженно-нормальное распределение с нулевым параметром положения;
- 15 – двойное показательное распределение экстремального значения;
- 16 – показательное.

Рисунок 2 – Графики для выбора сглаживающего распределения

Оценка значений параметров масштаба и формы распределения Вейбулла-Гнеденко осуществляется с использованием метода моментов [3]. Определение значения параметра {c} осуществляется путем решения следующего уравнения:

$$\frac{\Gamma\left(\frac{2}{c}+1\right)}{\Gamma^2\left(\frac{1}{c}+1\right)} - 1 - (v(T))^2 = 0, \quad (3)$$

где $\Gamma(\alpha)$ – гамма-функция (Эйлеров интеграл второго рода);

$v(T)$ – коэффициент вариации.

Согласно [3] гамма-функция определяется как

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} t^{\alpha-1} e^{-t} dt. \quad (4)$$

Оценка параметра масштаба {a} находится как

$$a = \frac{M(T)}{\Gamma\left(\frac{1}{c}+1\right)}, \quad (5)$$

где $M(T)$ – математическое ожидание длительности эксплуатации образца техники РЭБ до выхода его в КР.

Решая совокупность уравнений (3)-(5), для каждого типа техники РЭБ были установлены соответствующие значения параметров масштаба и формы распределения Вейбулла-Гнеденко.

На четвертом этапе рассматривается временной интервал формирования предложений в ГОЗ и обосновывается период сбора статистической информации о моменте времени поступления в эксплуатацию изделий техники РЭБ.

Введем следующие обозначения $\{t_{ГОЗ}^H\}$, $\{t_{ГОЗ}^K\}$ – соответственно начальный и конечный год периода ГОЗ, $\{t_0\}$ – момент времени начала эксплуатации изделия техники РЭБ. Тогда для существующего порядка формирования предложений в ГОЗ в части КР техники РЭБ, применительно к стратегии по «нормам расхода ресурса», содержание данного этапа заключается в следующем. Длительность эксплуатации изделий образца техники РЭБ r -го типа до выхода их в КР $\{t_{норм}^r\}$ – регламентированная величина, следовательно, необходимо рассматривать следующий временной интервал поступления изделий в эксплуатацию:

$$t_{ГОЗ}^H - t_{норм}^r \leq t_0^r \leq t_{ГОЗ}^K - t_{норм}^r. \quad (6)$$

Определим период сбора (уточнения) статистической информации о моменте времени начала эксплуатации изделий техники РЭБ применительно к стратегии по «техническому состоянию». Нахождение данного периода будем осуществлять при условии, что найденный закон распределения и значения его параметров для соответствующих типов техники РЭБ остаются неизменными при переходе от одного периода ГОЗ к другому.

Общий вид распределения Вейбулла-Гнеденко применительно к различным типам техники РЭБ представлен на рисунке 3. На данном рисунке за начало отсчета принят момент времени начала эксплуатации, моменты времени $\{t_{min}\}$ и $\{t_{max}\}$ отображают длительность эксплуатации изделия, при наступлении которых значения вероятности выхода в КР изделия отличны от нуля и единицы соответственно.

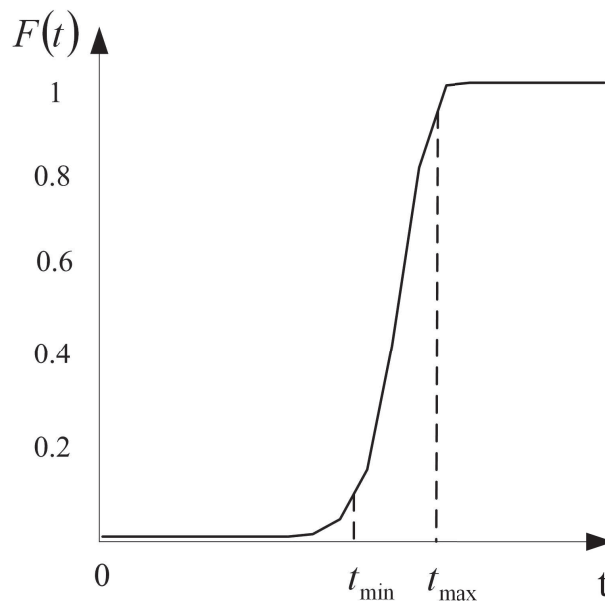


Рисунок 3 – Общий вид функции распределения Вейбулла-Гнеденко применительно к образцам техники РЭБ

Представленный график содержит три ярко выраженных временных интервала $(0, t_{min})$, (t_{min}, t_{max}) , (t_{max}, ∞) . Рассмотрим их с точки зрения определения периода сбора (уточнения) статистической информации о моменте времени начала эксплуатации изде-

лий техники РЭБ. Для чего совместим временную ось эксплуатации изделия до выхода его в КР с временной осью предыдущих программных периодов. При этом, начальный момент времени эксплуатации изделия соответствует моменту времени $\{t_0\}$, момент време-

ни, в котором значения вероятности выхода изделия в КР отличны от нуля и единицы, обозначим соответственно через $\{t_0+t_{min}\}$ и $\{t_0+t_{max}\}$. Тогда рассматриваемые интервалы можно представить в следующем виде: (t_0, t_0+t_{min}) , $(t_0+t_{min}, t_0+t_{max})$, (t_0+t_{max}, ∞) .

С учетом того, что ГОЗ формируется на три года, его период может пересекать один (несколько) определенных временных интервала или полностью принадлежать одному (нескольким) интервалам. Очевидно, что при формировании предложений в ГОЗ в части КР техники РЭБ рассматривать изделия техники РЭБ, для которых значения вероятности выхода в КР близки к нулю или единице, нецелесообразно. Тогда совместное рассмотрение найденных интервалов позволяет определить следующий временной период начала эксплуатации изделий образца техники РЭБ r -го типа, при обосновании предложений в ГОЗ в части КР техники РЭБ:

$$t_{ГОЗ}^H - t_{max}^r \leq t_0^r \leq t_{ГОЗ}^K - t_{min}^r. \quad (7)$$

На пятом этапе осуществляется прогнозирование момента времени выхода в КР изделий техники РЭБ и их количества.

В дальнейших рассуждениях рассматриваются только те изделия техники РЭБ, начальный год эксплуатации которых принадлежит определенному на предыдущем этапе временному интервалу.

Рассмотрим образец техники РЭБ r -го типа. Тогда для стратегии по «нормам расхода ресурса» прогнозный год выхода в КР рассматриваемых изделий техники РЭБ $\{t_{ГОЗ}^r\}$, $\{t_{ГОЗ}^r = t_{ГОЗ}^H, t_{ГОЗ}^{H+1}, t_{ГОЗ}^K\}$ определяется путем суммирования начального года эксплуатации изделия и нормативного количества лет до выхода в КР:

$$t_{ГОЗ}^r = t_0^r + t_{норм}^r. \quad (8)$$

Рассмотрим, применительно к стратегии по «техническому состоянию», прогнозирование момента времени выхода в КР изделий техники РЭБ и их количества.

На втором этапе было установлено, что в каждом подразделении РЭБ СВ присутствуют различные взводы, отличающиеся номенклатурно-количественным перечнем изделий, входящих в их состав. Тогда необходимо рассматривать выполнение задачи взводом как совместную работу изделий, входящих в его состав. При этом продолжительности работы изделий до выхода в КР представляют собой независимые случайные величины.

Анализ рисунка 3 позволяет сделать следующий вывод: знание параметров распределения Вейбулла-Гнеденко применительно к различным типам техники РЭБ не позволяет определить прогнозный год периода ГОЗ, в котором необходимо запланировать КР, т. к. значимым значениям функции вероятности соответствует длительность эксплуатации, принадлежащая интервалу (t_{min}, t_{max}) .

Для определения прогнозного года выхода в КР изделий образца техники РЭБ r -го типа предлагается использовать его наиболее вероятное значение продолжительности эксплуатации до выхода в КР. Порядок определения которого отличается для случая рассмотрения взводов, состоящих из единичных изделий, и взводов, состоящих из совокупного количества однотипных изделий.

Рассмотрим взводы (отделения), состоящие из единичных изделий.

Закон распределения выхода единичных изделий полностью определяется распределением Вейбулла-Гнеденко. Тогда по аналогии с рассуждениями, приведенными в [2], наиболее вероятным значением продолжительности эксплуатации изделий техники РЭБ до выхода их в КР является значение моды. Данное значение определяется как максимум плотности распределения Вейбулла-Гнеденко. Решая соответствующее уравнение, приходим к следующему соотношению для r -го типа техники РЭБ:

$$t_v^r = a^r \left(\frac{c^r - 1}{c^r} \right)^{\frac{1}{c}}, \quad (9)$$

где a^r, c^r – параметры распределения Вейбулла-Гнеденко для r -го образца техники РЭБ.

Рассмотрим взводы подразделений РЭБ СВ, состоящие из однотипных изделий, общее количество которых отлично от единицы.

Значения вероятности выхода изделий техники РЭБ в КР предлагается определять с использованием неоднородной цепи Маркова.

Рассмотрим систему S , представляющую из себя совокупность однотипных изделий техники РЭБ, количество которых в рассматриваемом взводе равно $\{n\}$. При этом состояния системы S_0, S_1, \dots, S_n определяются количеством изделий, требующих проведения КР.

Пусть случайные переходы системы из состояния в состояние могут происходить еже-

годно только в моменты времени проведения технического диагностирования. Эти моменты времени будем называть шагами процесса. Тогда распределение вероятностей на k -м шаге неоднородной цепи Маркова принимает вид [1]:

$$P_j(k) = \sum_{i=0}^n P_i(k-1) p_{ij}(k), \quad (10)$$

где i, j – номера состояний системы;

$p_{ij}(k)$ – переходные вероятности системы на k -м шаге.

$p_{ij}(k)$ – вероятность того, что на k -м шаге система перейдет в состояние S_j , если известно, что на предыдущем $(k-1)$ шаге она была в состоянии S_i . Переходные вероятности $p_{ij}(k)$ можно записать в виде квадратной матрицы размерности $n \times n$:

$$\|p_{i,j}(k)\| = \begin{pmatrix} p_{00}(k) & p_{01}(k) & \dots & p_{0j}(k) & \dots & p_{0n}(k) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{i0}(k) & p_{i1}(k) & \dots & p_{ij}(k) & \dots & p_{in}(k) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{n0}(k) & p_{n1}(k) & \dots & p_{nj}(k) & \dots & p_{nn}(k) \end{pmatrix}. \quad (11)$$

Рассмотрим порядок определения переходной вероятности $p_{01}(k)$ для случая, когда рассматривается система, состоящая из двух однотипных изделий техники РЭБ, начавших одновременно эксплуатироваться в момент времени $\{t_0\}$. Чтобы система перешла из состояния S_0 в состояние S_1 за k -й шаг, нужно, чтобы любое одно из двух изделий вышло в КР. Значения вероятности, согласно биномиального распределения, определяется следующим образом:

$$p_{01}(k) = 2F(k)(1-F(k)), \quad (12)$$

где $F(k)$ – функция распределения Вейбулла-Гнеденко.

Аналогичным образом определяются оставшиеся переходные вероятности, входящие в матрицу (11).

Таким образом, зная начальное распределение вероятностей, т. е. вероятности состояний $P_i(0)$, определяемые из Табеля срочных донесений, соответствующие началу процесса, и значения переходных вероятностей, вхо-

дящие в матрицу (11) для каждого шага, определяем распределение вероятности на k -м шаге неоднородной цепи Маркова по выражению (12).

Для рассматриваемых подразделений РЭБ согласно приказу Минобороны России от 6 апреля 2010 г. № 320 количество однотипных изделий техники РЭБ, требующих проведения КР, не должно превышать одного изделия. Тогда несмотря на то, что неоднородная цепь Маркова позволяет проводить исследования по определению значений вероятности нахождения системы в состояниях S_0, S_1, \dots, S_n , практическую ценность представляет изучение значений вероятности нахождения системы в состоянии S_1 (S_1 – состояние системы, в котором требуется проведение КР любого одного изделия). На рисунке 4 представлен общий вид графика, отображающего зависимость значений вероятности нахождения системы, состоящей из n однотипных изделий в состоянии S_1 .

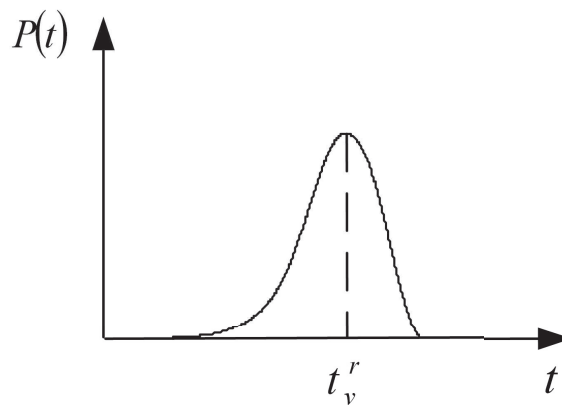


Рисунок 4 – Общий вид графика для определения наиболее вероятного значения выхода изделия техники РЭБ в КР

Как видно из рисунка 4, наиболее вероятное значение продолжительности эксплуатации любого одного изделия до выхода в КР $\{t_v^r\}$ определяется как соответствующее значение максимума графика. Наиболее вероятное значение продолжительности эксплуатации второго изделия до выхода в КР определяется как сумма значений $\{t_v^r\}$ и продолжительности проведения КР изделия техники РЭБ r -го типа $t_{прод}^r$ и т. д.

Применение представленного методического подхода к определению наиболее вероятных значений эксплуатации изделий техники РЭБ до выхода их в КР позволило установить соответствующие значения $\{t_v^r\}$ для всех типов техники РЭБ, входящих в состав подразделений РЭБ СВ.

В общем случае изделия техники РЭБ могут принадлежать как различным группам техники РЭБ, так и эксплуатироваться в различных условиях. Данное обстоятельство предопределяет необходимость проведения корректировки найденных наиболее вероятных значений длительности эксплуатации образцов r -го типа техники РЭБ до выхода в КР соответствующими коэффициентами. Обозначим через G коэффициент, учитывающий группу техники РЭБ $\{G=G_1, G_2\}$ (G_1 – боевая, G_2 – учебно-боевая). Коэффициент, учитывающий условия эксплуатации, обозначим через E $\{E=E_1, E_2, E_3\}$ (E_1 – полевые, в райо-

нах с умеренным климатом, E_2 – полевые, в районах со сложными климатическими условиями, E_3 – полевые, в районах с высокой агрессивностью окружающей среды). Значения данных коэффициентов регламентированы соответствующими нормативными документами.

Тогда прогнозный год периода ГОЗ, в котором необходимо запланировать проведение КР изделия техники РЭБ r -го типа, определяется следующим образом:

$$t_{ГОЗ}^r = t_0^r + G \cdot E \cdot t_v^r. \quad (13)$$

Образец техники РЭБ в течение эксплуатации может снижать свою эффективность, что связано как с выходом из строя различных его составных частей, так и с физическим и (или) моральным старением. Нивелирование указанных обстоятельств может достигаться, в том числе, и при обосновании предложений в документы программно-целевого планирования в части КР техники РЭБ, за счет учета технического уровня образца техники РЭБ (современный, устаревший) и содержания КР (КР или КР с модернизацией).

Если в прогнозный момент времени выхода изделий техники РЭБ в КР его технический уровень соответствует уровню «устаревший», то планировать проведение КР такого изделия нецелесообразно с военно-экономической точки зрения.

Если в прогнозный момент времени выхода изделий техники РЭБ в КР его технический уровень соответствует уровню «совре-

менный» и разработана ремонтная документация на проведение КР с модернизацией, то в данном году периода ГОЗ необходимо запланировать КР с модернизацией, в противном случае – просто КР.

Обозначим через $L^r(t_{ГОЗ})$ – коэффициент, учитывающий технический уровень образца техники РЭБ в году периода ГОЗ. Тогда, если технический уровень образца соответствует «современному», то $L^r(t_{ГОЗ})=1$, в противном случае – $L^r(t_{ГОЗ})=0$.

С учетом того, что рассматривается W подразделений РЭБ СВ, в состав которых входят разнотипные образцы техники РЭБ, общее количество изделий техники РЭБ различных типов, требующих проведения КР в каждом году периода ГОЗ $V(t_{ГОЗ})$, определяется как:

$$V(t_{ГОЗ}) = \sum_{w=1}^W \sum_{r=1}^R L^r(t_{ГОЗ}) \cdot N_{r,w}(t_{ГОЗ}), \quad (14)$$

где $N_{r,w}(t_{ГОЗ})$ – количество изделий r -го образца, входящих в состав w -го подразделения РЭБ, требующие проведения КР в t -м году периода ГОЗ.

На шестом этапе осуществляется определение необходимых затрат на проведение КР и разработка рационального варианта ГОЗ под прогнозные бюджетные ассигнования (потребный, программный, минимально-допустимый), выделяемые на проведение КР техники РЭБ.

Данные предложения разрабатываются с учетом:

- нормативных документов, регламентирующих количество однотипных образцов, находящихся в ремонте и его ожидающих;
- содержания КР.

Порядок подготовки предложений в раздел ГОЗ в части КР техники РЭБ в виде последовательности шагов представлен на рисунке 5.

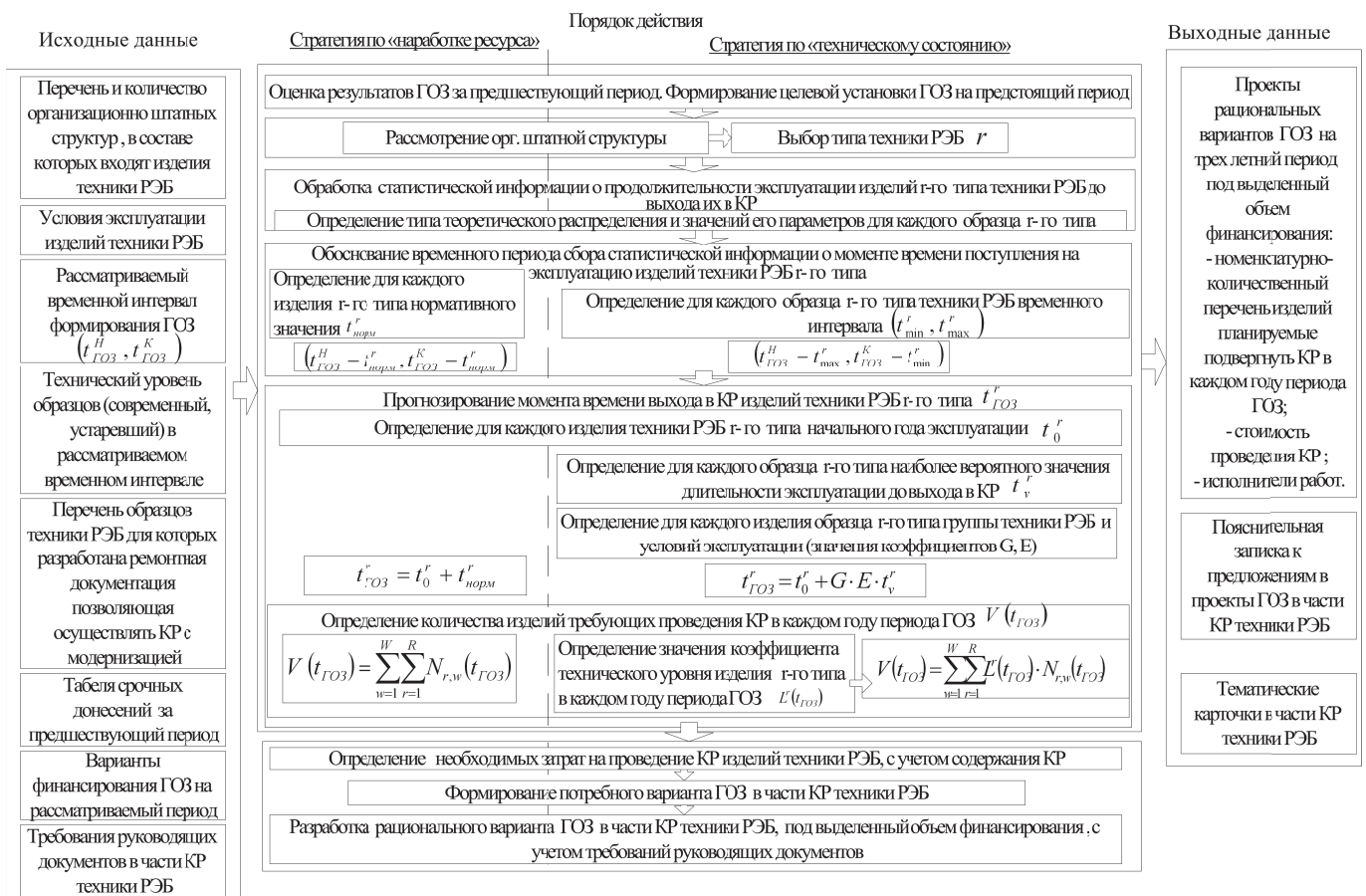


Рисунок 5 – Порядок формирования предложений в ГОЗ в части КР техники РЭБ в современных условиях

Таким образом, формирование предложений в ГОЗ в части КР техники РЭБ предлагается осуществлять в следующем порядке.

1. Проводится статистическая обработка информации о длительности эксплуатации изделий техники РЭБ r -го типа до выхода в КР. Доказано, что длительность эксплуатации изделий техники РЭБ различных типов описывается распределением Вейбулла-Гнеденко.

2. На основе распределения Вейбулла-Гнеденко и неоднородной цепи Маркова для каждого типа техники РЭБ определяется:

- временной интервал поступления изделий техники РЭБ на эксплуатацию;
- наиболее вероятные значения длительности эксплуатации изделий до выхода их в КР;
- прогнозный год проведения КР.

3. Проверяется технический уровень изделия техники РЭБ в прогнозном году проведения КР.

Если в прогнозный момент времени выхода изделий техники РЭБ в КР его технический уровень соответствует уровню «устаревший», то планировать проведение КР такого изделия нецелесообразно. Если в прогнозный момент времени выхода изделий техники РЭБ в КР его технический уровень соответ-

ствует уровню «современный» и разработана ремонтная документация на проведение КР с модернизацией, то в данном году периода ГОЗ необходимо запланировать КР с модернизацией, в противном случае – просто КР.

4. Для каждого образца техники РЭБ r -го типа проводится прогнозирование стоимости проведения КР с учетом его содержания.

5. Разрабатываются проекты ГОЗ в части КР техники РЭБ под возможные уровни финансирования (потребный, программный, минимально-допустимый), включающие:

- номенклатурно-количественный перечень изделий, которые планируется подвергнуть КР в каждом году периода ГОЗ, стоимость проведения КР, исполнители работ;
- пояснительная записка к предложениям в проект ГОЗ в части КР техники РЭБ;
- тематические карточки в части КР техники РЭБ.

Разработанный порядок формирования предложений в ГОЗ в части КР будет способствовать как повышению достоверности прогнозных оценок и реализуемости программных мероприятий, так и эффективности использования финансовых ресурсов в части КР образцов техники РЭБ.

Список использованных источников

1. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. – М.: Наука, 1991. – 384 с.
2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
3. Вадзинский Р.Н. Справочник по вероятностным распределениям. – СПб.: Наука, 2001. – 295 с.