

УДК 535.32

doi: 10.53816/23061456_2025_7–8_118

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ФОРМИРОВАНИЮ РАЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА
КОМПЛЕКТОВ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ В ЗИП-Г
К АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ НАВЕДЕНИЕМ
И ОГНЕМ АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ**

**RECOMMENDATIONS ON THE FORMATION OF A RATIONAL COMPOSITION
OF SPARE PARTS KITS IN ZIP-G FOR AN AUTOMATED GUIDANCE
AND FIRE CONTROL SYSTEM FOR ARTILLERY WEAPONS**

Канд. техн. наук П.И. Тобольченко¹, А.В. Пинчук²

Ph.D. P.I. Tobolchenko, A.V. Pinchuk

¹ 46 ЦНИИ Минобороны России,

² Филиал ВА МТО им. А.В. Хрулева (г. Пенза)

Одним из путей обеспечения прогнозируемой безотказности основных модулей автоматизированной системы управления наведением и огнем (АСУНО) является формирование на стадии проектирования образцов рационального состава комплектов ЗИП-Г, обеспечивающих повышение ее безотказности за счет увеличения их технического ресурса. Исходя из результатов прогнозирования возможности повышения технического ресурса основных модулей предложены рекомендации по расчету и формированию рационального состава запасных частей АСУНО для вычисления двух видов показателей достаточности: среднего времени задержки в удовлетворении заявок на запасные части (ЗЧ) комплектом ЗИП-Г $\Delta t_{\text{zip-g}}$ и коэффициента готовности ЗИП-Г относительно j -го образца из обслуживаемой группы изделий $K_{\text{zip-g } j}$. Анализ полученных результатов показывает, что предлагаемые рациональные составы комплектов ЗИП-Г позволяют увеличить показатель достаточности запасов.

Ключевые слова: автоматизированная система управления наведением и огнем, показатели достаточности, комплект запасных частей, изделие, стратегия, рациональный состав.

One of the ways to ensure the predicted reliability of the main ASUNO modules is to form a rational set of spare parts at the design stage, which will increase its reliability by increasing its technical resource. Based on the results of forecasting the possibility of increasing the technical resource of the main modules, recommendations have been proposed for calculating and forming a rational composition of spare parts for the automated guidance and fire control system (AGFS) in order to calculate two types of sufficiency indicators: the average delay time in meeting requests for spare parts with the ZIP-G kit and the availability coefficient of the ZIP-G kit relative to the j th sample from the serviced group of products. The analysis of the results shows that the proposed rational compositions of the ZIP-G kits allow for an increase in the sufficiency indicator of stocks.

Keywords: automated guidance and fire control system, adequacy indicators, set of spare parts, product, strategy, rational composition.

Вводная часть

Одним из важнейших звеньев системы управления огнем является автоматизированная система управления наведением и огнем (АСУНО) (далее система). Применение АСУНО позволяет решать эти задачи с меньшими затратами времени.

По оценке военных специалистов, оснащение артиллерийских подразделений новыми комплексами средств АСУНО по опыту проведения СВО повышает вероятность поражения целей на 30...40 %. Комплексный показатель боевой эффективности подразделения (с учетом затрат на его оснащение средствами автоматизации) возрастает на 30...50 %.

В свою очередь уровень боеготовности и результат применения образца вооружения зависят и от обеспечения надежности функционирования всех систем, в том числе и АСУНО [1].

Поэтому разработка рекомендаций по формированию рационального состава комплекта запасных частей (ЗЧ) в ЗИП на стадии разработки сложной электротехнической системы является актуальной.

Основная часть

Определение запасов в комплекте ЗИП-Г состоит из определения запасов каждого типа в отдельности и расчета на их основе показателей достаточности (ПД) и суммарных затрат на ЗЧ по комплекту ЗИП-Г в целом.

Для определения значений ПД используем математические зависимости, приведенные в ГОСТ РВ 27.3.03–2005 [2]:

$$K_{ГЗИП}^{Тр} = \prod_{i=1}^N K_{ГЗi} \geq 0,9, \tag{1}$$

или

$$\Delta t_{ЗИП}^{Тр} = \sum_{i=1}^N \Lambda_{Зi} \leq 0,1, \tag{2}$$

где $K_{ГЗИП}^{Тр}$ — требуемое значение $K_{ГЗИП}$, заданное в техническом задании (ТЗ) на изделие или на комплект ЗИП-Г;

$K_{ГЗi}$ — коэффициент готовности запаса i -го типа в комплекте ЗИП-Г;

$\Delta t_{ЗИП}^{Тр}$ — требуемое значение $\Delta t_{ЗИП}$, заданное в ТЗ на изделие или на комплект ЗИП-Г;

$\Lambda_{Зi}$ — интенсивность спроса на ЗЧ i -го типа в комплект ЗИП-Г.

Учитывая тот факт, что при разработке АСУНО в ТЗ требуемые значения ПД не заданы, приведенные ограничения будем использовать при оценке результатов расчета по методикам ГОСТ РВ 27.3.03–2005 [2].

Исходные данные для расчета ПД запасов в комплектах штатного ЗИП-Г формируем в объеме, требуемом для вычисления двух видов ПД:

– среднее время задержки в удовлетворении заявок на ЗЧ комплектом ЗИП-Г $\Delta t_{ЗИП-Г}$;

– коэффициент готовности ЗИП-Г относительно j -го образца из обслуживаемой группы изделий $K_{ЗИП-Гj}$, рассчитываемые по формулам:

$$\Delta t_{ЗИП-Г} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{Г}} \Lambda_{iГ} \Delta t_{ЗiГ}}{\sum_{i=1}^{N_{Г}} \Lambda_{iГ}} \tag{3}$$

и

$$K_{ГЗИП-Гj} = \exp \left\{ -\Delta t_{ЗИП-Г} \sum_{i=1}^{N_{Г}} \Lambda_{iГ} \right\}, \tag{4}$$

где $N_{Г}$ — общее количество типов ЗЧ в ЗИП-Г;

$\Lambda_{iГ} (\Lambda_{jГ})$ — интенсивность спроса на ЗЧ i -го типа в комплекте ЗИП-Г от всех изделий группы или только от j -го образца изделия;

$\Delta t_{ЗiГ}$ — среднее время задержки в удовлетворении заявок на ЗЧ запасом i -го типа в комплекте ЗИП-Г.

Каждый комплект ЗИП-Г непосредственно обслуживает группу изделий в указанных выше количествах.

При расчете исходим из того, что ЗИП-Г обеспечивает выбранные ПД при минимальных суммарных затратах на ЗЧ. Ввиду того, что исходные данные для расчета ПД запасов заданы не полностью, выбор их проводим исходя из требований, предъявленных к уровням надежности обслуживаемых изделий и принятой системы технического обслуживания [3].

Показатели надежности (интенсивности замен) блоков $\lambda_{Зi}$ принимаем равными значениям, полученным по результатам расчетов безотказности основных модулей АСУНО, выполненных с использованием данных о надежности комплектующих элементов блоков, приведенных в официальных справочниках [4].

Модели расчета λ_{zi} для каждого из основных модулей АСУНО выбраны исходя из конкретных условий эксплуатации анализируемых изделий и их структур, а также уровней сложности и надежности самих блоков, включенных в ЗИП-Г.

Для изделий без резервирования, эксплуатируемых в циклическом режиме, состоящих из элементов, в основном реализованных на полупроводниковых структурах, не делаем различий между режимами применения основным и ожидания [5, 6]. Отказы основных блоков при хранении их в составе ЗИП-Г не учитываются.

С учетом принятых допущений значения

$$\lambda_{zi} = \lambda_i,$$

где λ_i — интенсивность отказов i -го основного модуля при эксплуатации АСУНО.

При подготовке исходных данных для расчета ПД запасов в комплекте ЗИП-Г проводим перерасчет показателей $m_{ijГ}$ (количество основных модулей i -го типа на j -м образце изделия) и λ_{zi} в обобщенный параметр — интенсивность спроса на ЗЧ i -го типа $\Lambda_{jГ}$, который рассчитывается по формуле

$$\Lambda_{jГ} = S\Lambda_{ijГ} = Sm_{ijГ}\lambda_{ziГ}, \quad (5)$$

где S — количество однотипных изделий в группе обслуживаемых ЗИП-Г АСУНО;

$\Lambda_{jГ}$ — интенсивность спроса на ЗЧ i -го типа в комплекте ЗИП-Г АСУНО от j -го образца изделия.

Вычисления параметра $\Lambda_{jГ}$ для основных ЗЧ, входящих в комплекты ЗИП-Г АСУНО, сведены в табл. 1.

Применяем стратегию непрерывного пополнения для запасов восстанавливаемых составных частей, которые восстанавливаются в ремонтном органе и возвращаются в тот же комплект ЗИП-Г, из которого были изъяты. Характерным для данной стратегии является то, что заявка на пополнение формируется по каждой отказавшей составной части отдельно, а время ремонта отсчитывается от момента изъятия из комплекта ЗИП-Г (отказа основного модуля в АСУНО), поэтому оно существенно меньше, чем T_{pi} — период планового пополнения i -го запаса при периодическом пополнении [7, 8].

Выбранная стратегия пополнения характеризуется условным индексом $\alpha_i = 3$ и параметром $T_{it} = T_{pi}$ — временем ремонта ЗЧ i -го типа, параметр β_i при этом не используется.

Для расчета принимаем, что средняя годовая наработка АСУНО составляет 100 часов, а ремонт основных модулей осуществляется в среднем за две недели (4 часа наработки).

Параметры запасов каждого типа в ЗИП-Г АСУНО приводим в виде таблицы (формуляра исходных данных), содержащей последовательно записанные численные значения параметров запаса. Для удобства использования левее записаны обозначения составных частей. Ввиду малого количества типов основных модулей в каждом комплекте ЗИП-Г АСУНО артиллерийского вооружения все они приведены в одной табл. 2.

Таблица 1

Состав комплекта ЗИП-Г АСУНО артиллерийского вооружения

Обозначение основных ЗЧ в комплекте ЗИП-Г АСУНО	Обозначение	S	$m_{ijГ}$	$\lambda_{ziГ} \times 10^{-6},$ 1/ч	$\lambda_{it} \times 10^{-6},$ 1/ч
АСУНО изделия 2Б17М АЮИЖ.461939.094					
1. Блок обработки	АЮИЖ.461313.009	30	1	59	1770
2. Система самоориентирующаяся гироскопическая курсокреноруказания	АЮИЖ.462515.017-01	30	2	64	3840
3. Аппаратура спутниковой навигации 14Ц821С в составе:	ЦДКТ.464316.597 ТУ	30	1	138	4140
– блок электронный ПИ	ЦДКТ.431421.599	30	1	56	1634
– модуль антенный МАЗ	ЦДКТ.468732.014	30	1	2,43	61

Исходные данные для расчета показателей достаточности ЗИП-Г АСУНО артиллерийского вооружения

Обозначение запасных частей в ЗИП-Г	i_{Γ}	$Sm_{j\Gamma}$	$\lambda_{i\Gamma} \times 10^{-6}$, 1/ч	$C_{i\Gamma}$, руб.	$\alpha_{i\Gamma}$	$T_{i\Gamma}$, ч	$\beta_{i\Gamma}$	$n_{i\Gamma}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
АСУНО изделия 2Б17М АЮИЖ.461939.094								
Блок обработки АЮИЖ.461313.009	1	1	1770	248070	3	4	0	1
Система самоориентирующаяся гироскопическая курсокреноуказания АЮИЖ.462515.017-01	2	1	3840	457310	3	4	0	1
Аппаратура спутниковой навигации ЦДКТ.464316.597 ТУ	1	1	4140	253170	3	4	0	1

В каждой строке табл. 2 записаны числовые значения следующих параметров запаса:

i_{Γ} — порядковый номер запаса в ЗИП-Г;

$Sm_{j\Gamma}$ — вместо $Sm_{j\Gamma}$ в графе 3 проставлена 1 (учтено в графе 3);

$\lambda_{i\Gamma}$ — интенсивность спроса на ЗЧ i -го типа $\frac{1}{4}$ (учтено в графе 4);

$C_{i\Gamma}$ — затраты на одну ЗЧ i -го типа в стоимостных единицах (рублях);

$\alpha_{i\Gamma}, T_{i\Gamma}, \beta_{i\Gamma}$ — тип и параметры принятой стратегии пополнения запаса i -го типа в ЗИП-Г;

$n_{i\Gamma}$ — начальный уровень запаса i -го типа в ЗИП-Г.

Определяем значения ПД запасов в комплектах ЗИП-Г АСУНО:

– среднее время задержки в удовлетворении заявок на запасные части комплектом ЗИП-Г $\Delta t_{\text{ЗИП-Г}}$ по зависимости (1);

– коэффициент готовности ЗИП-Г относительно j -го образца из обслуживаемой группы изделия $K_{\text{ЗИП-Г}j}$ по зависимости (2).

При расчетах интенсивность спроса на ЗЧ i -го типа в комплекте ЗИП-Г записываем в виде десятичных дробей (с шестью знаками после запятой).

АСУНО изделия 2Б17М АЮИЖ.461939.094:

$$\Delta t_{\text{ЗИП-Г}} = 4,03 \text{ ч}, K_{\text{ЗИП-Г}j} = 0,967.$$

Примечания к табл. 2:

Исходные данные сформированы на основе исходных данных по ЗИП-Г изделий.

Значения параметров стратегии пополнения запасов в ЗИП-Г $T_{i\Gamma}$ и $\beta_{i\Gamma}$ заданы из условия, что

все они пополняются из НИП (неотказывающий источник пополнения).

Для расчета показателей достаточности запасов в комплекте ЗИП-Г используется обобщенный параметр интенсивность спроса на запасные части i -го типа $\Lambda_{i\Gamma}$, которая записана в графе 4 таблицы, а в графе 3 проставлена единица вместо $Sm_{j\Gamma}$.

Приведем расчет показателей достаточности запасов в рациональном составе комплекта ЗЧ элементов блоков АСУНО изделия 2Б17М АЮИЖ.461939.094 при включении в их номенклатуру основных модулей, имеющих наибольшие значения интенсивностей отказов.

Расчет проведен исходя из условия, что каждый i -й запас на складе ремонтного предприятия центра пополняется до средней нормы его расхода, а складские запасы позволяют обеспечить интенсивность спроса в комплекты ЗЧ ремонтного органа на запасные части i -го типа $\Lambda_{i\Gamma}$, определенную по суммарному потоку отказов элементов этого типа для всех блоков основных модулей, где они применяются, и во всех образцах АСУНО, обслуживаемых данным ремонтным органом.

Соотношения между требованиями к показателям достаточности запасов в комплекте запасных частей и показателем надежности (ремонтопригодности) АСУНО, а также расширенная номенклатура запасных частей в комплекте ЗИП-Г и стратегия пополнения вновь включенных запасов соответствуют имеющейся в войсках системе технического обслуживания и ремонта АСУНО и ее основных модулей [9, 10].

Вычисление параметра Λ_{Γ} для расширенного состава ЗЧ, входящих в комплект ЗИП-Г АСУНО изделия 2Б17М АЮИЖ.461939.094, сведены в табл. 3.

При расчете принимаем, что вновь введенные в состав ЗИП-Г запасы, имеющие примерно одинаковые характеристики (интенсивность замен, стоимость, габариты и т.п.), объединяются в группу с одинаковой стратегией пополнения.

При выборе стратегии пополнения учитываем следующее.

Включенные в ЗИП-Г невосстанавливаемые элементы блоков основных модулей АСУНО с относительно низкой интенсивностью спроса на них и небольшими затратами (стоимостью) следует пополнять путем обмена на складах ремонтного органа более высокого уровня.

По ГОСТ РВ 27.3.03–2005 эта стратегия имеет условный индекс $\alpha_i = 3$, параметр $\beta = 0$ [2].

Исходя из принятой для расчета средней годовой наработки АСУНО 100 ч, а также отсутствие необходимости ремонта (восстановления) включенных в ЗИП-Г основных модулей среднее время осуществления замены может составлять 3 суток (1 час наработки АСУНО).

Номенклатура включенных вновь ЗЧ в состав ЗИП-Г АСУНО содержит 6 наименований ($N_0 = 6$). Формуляр исходных данных для расчета показателей достаточности запаса уточненного состава ЗИП-Г, содержащий последовательно записанные численные значения параметров запаса, приведен в табл. 4.

Обозначения параметров запаса соответствуют параметрам, приведенным в табл. 4.

Таблица 3

Расширенный состав комплекта ЗЧ АСУНО изделия 2Б17М АЮИЖ.461939.094

Обозначение ЗЧ в комплекте ЗИП-Г	S	$m_{\text{зп}}$	$\lambda_{\text{зп}} \times 10^{-6}$, 1/ч	$\lambda_{\text{п}} \times 10^{-6}$, 1/ч
Блок обработки АЮИЖ.461313.009	30	1	138	4140
Система самоориентирующаяся гироскопическая курсокренуказания АЮИЖ.462515.017-01	30	1	109	3270
Аппаратура спутниковой навигации 14Ц821С ЦДКТ.464316.597 ТУ в составе:	30	1	177	5310
– блок электронный ПИ	30	1	55	1650
– модуль антенный МАЗ	30	1	1,91	57,3
Датчик скорости механический АЮИЖ.402221.002	30	1	10	300
Радиостанция Р-168-5УН-2	2	1	12	321
Комплект укладочных средств	7	1	54	426

Таблица 4

Исходные данные для расчета показателей достаточности запаса рационального комплекта ЗИП-Г АЮИЖ.461114.053 ЗИП АСУНО изделия 2Б17М АЮИЖ.461939.094

Обозначение ЗЧ в рациональном составе ЗИП-Г	i_{Γ}	$Sm_{\text{зп}}$	$\lambda_{\text{п}} \times 10^{-6}$, 1/ч	$C_{\text{п}}$, руб.	$\alpha_{\text{п}}$	$T_{\text{п}}$, ч	$\beta_{\text{п}}$	$n_{\text{п}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Блок обработки АЮИЖ.461313.009	1	1	1770	253170	3	4	0	1
Система самоориентирующаяся гироскопическая курсокренуказания АЮИЖ.462515.017-01	2	1	3840	307130	3	4	0	1
Аппаратура спутниковой навигации 14Ц821С ЦДКТ.464316.597 ТУ в составе:	3	1	4140	491230	3	4	0	1
блок электронный ПИ ЦДКТ.431421.599	4	1	1650	296690	3	4	0	1
модуль антенный МАЗ ЦДКТ.468732.014	5	1	57	194540	3	1	0	1
Датчик скорости механический АЮИЖ.402221.002	6	1	300	7543	3	1	0	1
Радиостанция Р-168-5УН-2 ИТНЯ.464511.195	7	1	324	21048	3	1	0	1
Комплект укладочных средств АЮИЖ.461936.091	8	1	426	2054	3	1	0	1

Рациональный состав комплекта ЗЧ ЗИП-Г АЮИЖ.461114.053 ЗИП АСУНО изделия 2Б17М АЮИЖ.461939.094

Обозначение ЗЧ в комплекте ЗИП-Г	S	$m_{jГ}$	$\lambda_{зг} \times 10^{-6}, 1/ч$	$\lambda_{г} \times 10^{-6}, 1/ч$
Блок обработки АЮИЖ.461313.009	30	2	59	1770
Система самоориентирующаяся гироскопическая курсокренуказания АЮИЖ.462515.017-01	30	2	64	3840
Аппаратура спутниковой навигации 14Ц821С ЦДКТ.464316.597 ТУ в составе:	30	1	1,91	114,6
– блок электронный ПИ ЦДКТ.431421.599	30	2	7,1	639
– модуль антенный МАЗ ЦДКТ.468732.014	30	1	5,65	508,5
Датчик скорости механический АЮИЖ.402221.002	30	1	7,5	225
Радиостанция Р-168-5УН-2 ИТНЯ.464511.195	2	1	8,62	258,6

Примечания к табл. 4:

Для расчета показателей достаточности запасов в комплекте ЗИП-Г используется обобщенный параметр: интенсивности спроса на ЗЧ i -го типа $\Lambda_{г}$, которая записана в графе 4 таблицы, а в графе 3 проставлена единица вместо $Sm_{jГ}$.

Определяем значения показателей достаточности запасов для рационального состава комплекта ЗИП-Г АСУНО изделия 2Б17М АЮИЖ.461939.094 $\Delta t'_{зип-г}$ и $K'_{зип-гj}$ по зависимостям (1) и (2):

$$\Delta t'_{зип-г} = 3,04, K'_{зип-гj} = 0,989.$$

Вычисление параметра $\Lambda_{г}$ для состава ЗЧ, входящих в рациональный состав комплекта ЗИП-Г АСУНО изделия 2Б17М АЮИЖ.461939.094, сведены в табл. 5.

Таким образом, определены значения показателей достаточности запасов в штатных комплектах ЗИП-Г, к которым относятся:

– среднее время задержки в удовлетворении заявок на ЗЧ комплектом ЗИП-Г $\Delta t_{зип-г}$;

– коэффициент готовности ЗИП-Г относительно j -го образца из обслуживаемой группы изделия $K_{зип-гj}$.

Для АСУНО изделия 2Б17М — аппаратуры управления АЮИЖ.461214.006 — ПД равны:

$$\Delta t_{зип-г} = 4,14, K_{зип-гj} = 0,964.$$

Определены значения показателей достаточности запасов в рациональных составах комплектах ЗИП-Г: для АСУНО изделия 2Б17М — аппаратуры управления АЮИЖ.461214.006:

$$\Delta t_{зип-г} = 3,04, K_{зип-гj} = 0,989.$$

Выводы

Целью разработки предложений явилось формирование рационального состава запасных частей автоматизированной системы управления наведением и огнем для обеспечения надежности функционирования всех составных частей этой системы.

Список источников

- ГОСТ 27.003–2016. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности. М.: Стандартинформ, 2016. 19 с.
- ГОСТ РВ 27.3.03–2005. Надежность военной техники. Оценка и расчет запасов в комплектах ЗИП. М.: Изд-во стандартов, 2005. 38 с.
- ГОСТ 27.002–89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. Изд-во стандартов, 1990.
- Чухнин В.Н. Надежность технических и технологических систем: монография. Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. акад., 2010. 400 с.
- Гаскаров Д.В., Голинкевич Т.А., Мозгалевский А.В. Прогнозирование технического состояния и надежности радиоэлектронной аппаратуры. М.: Сов. радио, 1974. 223 с.
- ГОСТ Р ИСО 13381-1–2016. Контроль состояния и диагностика машин. Прогнозирование технического состояния. Часть 1. Общее руководство. М.: Стандартинформ, 2016. 20 с.
- Беляев Ю.К., Богатырев В.А., Болотин В.В. и др. Надежность технических систем:

Справочник: под ред. И.А.Ушакова. М.: Радио и связь, 1985.

8. Надежность и эффективность в технике: Справочник. Т. 10. М.: Машиностроение, 1990.

9. ГОСТ РВ 0027-010–2008. Надежность военной техники. Прогнозирование надежности. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2008. 20 с.

10. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.С. Надежность машин. М.: Высшая школа. 1988. 240 с.

References

1. GOST 27.003–2016. Reliability in technology. Composition and general rules for setting reliability requirements. Moscow: Standartinform, 2016, 19 p.

2. GOST RV 27.3.03–2005 Reliability of military equipment. Estimation and calculation of stocks in spare parts kits. Moscow: Publishing House of Standards, 2005. 38 p.

3. GOST 27.002–89. Reliability in technology. Basic concepts. Terms and definitions. Publishing House of Standards, 1990.

4. Chukhnin V.N. Reliability of technical and technological systems: a monograph. Penza: Publishing House of Penza State Technical University. akad., 2010. 400 p.

5. Gaskarov D.V., Golinkevich T.A., Mozgalevsky A.V. Forecasting the technical condition and reliability of radio electronic equipment. M.: Soviet Radio. 1974. 223 p.

6. GOST R ISO 13381-1–2016. Condition monitoring and diagnostics of machines. Forecasting the technical condition. Part 1. General guidance. Moscow: Standartinform, 2016. 20 p.

7. Belyaev Yu.K., Bogatyrev V.A., Bolotin V.V. et al. Reliability of technical systems: Handbook; Edited by I.A. Ushakov. Moscow: Radio and Communications, 1985.

8. Reliability and efficiency in technology: Handbook. Vol. 10. Moscow: Mashinostroenie, 1990.

9. GOST RV 0027-010–2008. Reliability of military equipment. Reliability forecasting. Basic provisions. M.: Standartinform, 2008. 20 p.

10. Reshetov D.N., Ivanov A.S., Fadeev V.S. Reliability of machines. M.: Higher School. 1988. 240 p.