

Научная статья
УДК 338.984

Экономико-математическая модель оценки эффективности расходования финансовых ресурсов на накопление и хранение запасов центра

Алексей Вячеславович Михалкин, Александр Геннадьевич Подольский

Аннотация. В статье приведена экономико-математическая модель оценки эффективности расходования финансовых ресурсов на накопление и хранение запасов центра. Показано, что при оценке эффективности расходования финансовых ресурсов необходимо комплексно учитывать затратную и результативную стороны реализации мероприятий, направленных на накопление и хранение запасов центра. Применение разработанной модели на практике позволит повысить эффективность расходования бюджетных средств, направляемых на организацию системы накопления и хранения запасов центра.

Ключевые слова: военно-технический уровень; вооружение и военная техника; запасы центра; накопление; программный период; хранение; эффективность

Для цитирования: Михалкин А.В., Подольский А.Г. Экономико-математическая модель оценки эффективности расходования финансовых ресурсов на накопление и хранение запасов центра // Вооружение и экономика. 2026. №2(76). С. 65-79.

Original article

Economic and Mathematical Assessment Model of the Financial Resources Expenditure Efficiency for Center Stock and Storage Holding

Aleksei V. Mikhalkin, Aleksandr G. Podolskii

Abstract. This article presents an economic and mathematical assessment model of financial resource expenditure efficiency for the center inventory storage. It demonstrates that in the course of assessment of financial resource expenditure efficiency, it is necessary to comprehensively consider the implementation measures costs and benefits aimed at center inventory stock and storage. Practical application of the developed model will improve the efficiency of budgetary funds allocated to organizing the center's inventory stock and storage system.

Keywords: military-technical level; weapons and military equipment; central reserves; accumulation; program period; storage; efficiency

For citation: Mikhalkin A.V., Podolskii A.G. Economic and Mathematical Assessment Model of the Financial Resources Expenditure Efficiency for Center Stock and Storage Holding. Vooruzhenie i ekonomika = Armament and Economics. 2026; 76(2): 65-79. (In Russ.).

Вопросам обеспечения эффективности расходования финансовых ресурсов уделяется значительное внимание в научных публикациях, среди которых необходимо отметить монографию [1], в которой приведены модели и методы регулирования и прогнозирования экономической динамики создания военно-технической продукции в условиях диверсификации предприятий оборонно-промышленного комплекса; монографию [2], посвященную вопросам управления экономикой отраслей и регионов и прогнозированию развития региональных социально-экономических систем; [3], в которой изложены методы оценки эффективности объектов военного назначения, операционные модели вооруженного противоборства, а также приложение методов эффективности вооружения и военной техники к задачам военного планирования [4].

Анализ указанных работ показал, что их целесообразно дополнить результатами работ по разработке экономико-математической модели оценки эффективности расходования финансовых ресурсов на накопление и хранение запасов центра, в том числе с учетом неопределенности.

Необходимость ее разработки обусловлена тем, что на накопление (восполнение) и хранение образцов ВВТ на арсеналах, складах и базах (далее – объектах хранения) затрачиваются значительные финансовые ресурсы, которые необходимо эффективно расходовать. Одним из инструментов, который позволяет этого достичь, является проверка их плановых значений на эффективность использования финансовых ресурсов по критерию «эффект-затраты».

Правило, в соответствии с которым осуществляется указанная проверка, формулируется так: эффективность использования финансовых ресурсов на накопление и хранение образцов ВВТ на объектах хранения на предстоящем программном периоде должна быть не меньше, чем на прошедшем периоде времени, то есть должно выполняться неравенство:

$$\mathcal{E}_{\Pi}(t_p) \geq \mathcal{E}_p(t_p),$$

где: $\mathcal{E}_{\Pi}(t_p)$ – ожидаемый показатель эффективности использования финансовых ресурсов, определяемых в ценах расчетного года t_p , на накопление и хранение запасов центра на предстоящем программном периоде;

$\mathcal{E}_p(t_p)$ – показатель эффективности израсходованных финансовых ресурсов, определенных в ценах расчетного года t_p , на накопление и хранение ранее созданных запасов центра, определяемый на основе ретроспективного анализа.

Значения показателей эффективности $\mathcal{E}_{\Pi}(t_p)$ и $\mathcal{E}_p(t_p)$ определяются с использованием двух частных показателей, первый из которых отражает потребительскую (военно-техническую) сторону хранящихся образцов, а второй показатель – затратную сторону процесса накопления и хранения образцов ВВТ.

Фиксация параметра t_p необходима для обеспечения сопоставимости разновременных затрат на накопление и хранение образцов ВВТ на плановом и прошедшем периодах времени, которые являются аналогами или принадлежат к одной группе образцов в соответствии с Единым кодификатором предметов снабжения¹. Это обеспечивает сходный состав требований к хранению образцов ВВТ, их обслуживанию и ремонту, а также состав работ, выполняемых в процессе хранения, что в свою очередь способствует обеспечению объективности сопоставления эффективности использования финансовых ресурсов на хранение образцов ВВТ на прошедшем и предстоящем периодах времени.

При определении показателя, характеризующего затратную сторону процесса накопления и хранения образцов ВВТ, важным является обеспечение сопоставимости прошлых (фактических) и предстоящих (прогнозных) затрат, которое достигается помимо фиксации параметра t_p учетом продолжительности отрезка времени, на котором формируются указанные затраты.

В качестве такой продолжительности целесообразно выбрать значение, которое отражает длительность программного периода, в течение которого осуществляются мероприятия, связанные с поставками образцов ВВТ на хранение, а также с их капитальным ремонтом (капитальным ремонтом с модернизацией). Кроме того, значительная часть затрат на накопление и хранение образцов ВВТ носит дискретный во времени характер, что обусловлено периодичностью проведения мероприятий по техническому обслуживанию образцов, в том числе ремонтных работ, а также периодичностью поставок с целью накопления (восполнения) запасов центра в течение указанного срока и обеспечения возможности покрытия потребности воинских формирований в образцах ВВТ.

В качестве показателя, отражающего потребительскую (военно-техническую) сторону образцов ВВТ, находящихся на хранении, используется показатель интегрального военно-технического уровня совокупности образцов ВВТ, хранящихся на типовых объектах.

Для определения указанного интегрального показателя оцениваются частные показатели, характеризующие военно-технический уровень каждого типа образца, находящегося на хранении на прошедшем и предстоящем периодах времени.

Так как характеристики образца имеют в общем случае различную размерность, то для определения указанного интегрального показателя проводится нормирование характеристик образцов ВВТ. Для этого для каждого типа хранящихся образцов ВВТ определяется базовый образец. Для упрощения расчетов в качестве базового образца ВВТ, который планируется хранить на предстоящем программном периоде, выбирается образец ВВТ, для

¹ Приказ Росстандарта от 22 декабря 2023 г. №1-ек «Об утверждении Единого кодификатора предметов снабжения для федеральных государственных нужд» (ЕК 001-2023).

образца, который находился на хранении на прошедшем периоде и является образцом-аналогом, а при его отсутствии – образцом, принадлежащим к одной группе Единого кодификатора предметов снабжения.

Нормирование характеристик образца i -го типа, который планируется размещать на объектах хранения на предстоящем программном периоде, осуществляется по формулам:

- если при увеличении значения k -й характеристики технический уровень образца возрастает:

$$x_{\text{НПБ } ik} = \frac{x_{\text{П } ik}}{x_{\text{Б } ik}},$$

где: $x_{\text{П } ik}$ – значение k -й характеристики образца ВВТ i -го типа, который планируется разместить на хранение на предстоящем программном периоде;

$x_{\text{Б } ik}$ – k -я характеристика базового образца для образца ВВТ i -го типа;

- если при снижении значения k -й характеристики технический уровень образца возрастает:

$$x_{\text{НПБ } ik} = \frac{x_{\text{Б } ik}}{x_{\text{П } ik}}.$$

Нормирование характеристик образца ВВТ j -го типа, который фактически размещается на объекте хранения на прошедшем периоде времени, осуществляется относительно базового образца для образца ВВТ i -го типа. Для этого применяются формулы:

- если при увеличении значения k -й характеристики технический уровень образца ВВТ возрастает:

$$x_{\text{НФБ } jk} = \frac{x_{\text{Ф } jk}}{x_{\text{Б } jk}},$$

где: $x_{\text{Ф } jk}$ – значение k -й характеристики образца ВВТ j -го типа, который находился на хранении на прошедшем периоде времени;

- если при снижении значения k -й характеристики технический уровень образца ВВТ возрастает:

$$x_{\text{НПБ } jk} = \frac{x_{\text{Б } jk}}{x_{\text{Ф } jk}}.$$

После проведения нормирования характеристик образцов ВВТ определяются:

- военно-технический уровень единичного образца ВВТ i -го типа, который планируется разместить на объекте хранения на предстоящем программном периоде:

$$V_{\text{ПЕ } i}(X_{\text{Б } i}, X_{\text{П } i}) = \sum_{k=1}^{N_X} b_{3X\ ijk} x_{\text{НПБ } ik},$$

где: $X_{\text{П } i}$ – вектор характеристик образца ВВТ i -го типа, который планируется разместить на объекте хранения на предстоящем программном периоде;

$X_{\text{Б } i}$ – вектор характеристик базового образца для образца ВВТ i -го типа;

N_X – количество характеристик образца ВВТ, определяющих его технический уровень;

$b_{3X\ ijk}$ – коэффициент, характеризующий значимость k -й характеристики образцов ВВТ i -го и j -го типов, $0 < b_{3X\ ijk} \leq 1$, $\sum_{k=1}^{N_X} b_{3X\ ijk} = 1$;

- военно-технический уровень образцов ВВТ j -го типа, находившихся на хранении на прошедшем периоде времени:

$$V_{\text{РЕ } j}(X_{\text{Б } i}, X_{\text{Р } j}) = \sum_{k=1}^{N_X} b_{3X\ ijk} x_{\text{НРБ } jk},$$

где: $X_{\text{Р } j}$ – вектор характеристик образца ВВТ j -го типа, который находился на хранении на прошедшем периоде времени.

Для обеспечения сопоставимости показателей эффективности $\mathcal{E}_n(t_p)$ и $\mathcal{E}_p(t_p)$ примем, что на прошедшем и предстоящем периодах времени на объектах условно находится на хранении одинаковое количество идентичных образцов ВВТ или образцов, являющихся друг для друга образцами-аналогами или принадлежащих к одной группе образцов ВВТ в соответствии с Единым кодификатором предметов снабжения.

Каждому типу образцов ВВТ, которые планируется разместить на типовых объектах хранения, можно поставить в соответствие только один тип образца ВВТ, находившегося на хранении в прошедшем периоде, в качестве которого может рассматриваться идентичный образец, образец-аналог, а при его отсутствии – образец ВВТ, принадлежащий к одной с ним группе в соответствии с Единым кодификатором предметов снабжения, и наоборот, каждому типу образца ВВТ, находившемуся на хранении на прошедшем периоде на типовом объекте хранения, можно поставить в соответствие только один тип образца ВВТ, который планируется разместить на типовом объекте хранения на предстоящем периоде, в качестве которого может рассматриваться идентичный образец, образец-аналог, а при его отсутствии – образец ВВТ, принадлежащий к одной с ним группе в соответствии с Единым кодификатором предметов снабжения. То есть имеет место взаимно однозначное соответствие образцов ВВТ, которые планируется разместить на объектах хранения на предстоящем программном периоде, и образцов, которые размещались на объектах хранения на прошедшем периоде времени.

Тогда значение интегрального среднегодового на отрезке времени фиксированной продолжительности показателя военно-технического уровня совокупности образцов ВВТ, размещаемых на всех объектах хранения, определяется по формулам:

- на предстоящем программном периоде $[t_H, t_K]$, где: t_H, t_K – соответственно первый и последний годы предстоящего программного периода, продолжительностью T :

$$\bar{V}_{ГП}(T) = \sum_{i=1}^{N_{ТО}} V_{ПЕ\ i} (X_{Б\ i}, X_{П\ i}) \bar{N}_{Г\ i/j}(T), \quad (1)$$

где: $\bar{N}_{Г\ i/j}(T)$ – среднегодовое (на отрезке времени продолжительностью T) количество образцов ВВТ i -го типа, планируемых к размещению на всех объектах хранения на предстоящем программном периоде, которым соответствуют образцы ВВТ j -го типа (идентичный образец, образец-аналог, а при его отсутствии – образец, входящий в одну группу с образцом ВВТ i -го типа в соответствии с Единым кодификатором предметов снабжения), которые размещались на объектах хранения на прошедшем периоде времени продолжительностью T ;

$N_{ТО}$ – количество типов образцов ВВТ, которые планируется разместить на типовых объектах хранения на предстоящем (прошедшем) периоде времени (в соответствии с введенным допущением о взаимно однозначном соответствии между образцами, размещаемыми на объектах хранения на предстоящем и прошедшем периодах времени (количество типов образцов ВВТ, размещаемых на предстоящем и прошедшем периодах времени принимается одинаковым);

- на прошедшем периоде времени продолжительностью T :

$$\bar{V}_{ГР}(T) = \sum_{j=1}^{N_{ТО}} V_{ПЕ\ j} (X_{Б\ i}, X_{П\ j}) \bar{N}_{Г\ j/i}(T), \quad (2)$$

где: $\bar{N}_{Г\ j/i}(T)$ – количество образцов ВВТ j -го типа, находящихся на объектах хранения на прошедшем периоде времени продолжительностью T , которым соответствуют образцы ВВТ i -го типа, являющиеся для них либо идентичными образцами, либо образцами-аналогами, либо образцами, принадлежащими к одной группе Единого кодификатора предметов снабжения, которые планируется разместить на объектах хранения на предстоящем программном периоде $[t_H, t_K]$ продолжительностью T .

Исходя из сути показателей, входящих в формулы (1) и (2), следует, что показатели $\bar{V}_{ГП}(T)$ и $\bar{V}_{ГР}(T)$ можно трактовать как интегральные среднегодовые военно-технические

уровни совокупности образцов, находящихся на базах хранения соответственно на предстоящем и прошедшем периодах времени.

Использование интегрального среднегодового военно-технического уровня совокупности образцов, находящихся на хранении, позволяет адекватно отразить то обстоятельство, что их количество на прошедшем и предстоящем периодах времени является динамичным, то есть меняется из-за реализации процессов накопления и естественной убыли ВВТ из запасов центра.

Исходными данными для определения значений показателей $\bar{N}_{\Gamma i/j}(T)$ и $\bar{N}_{\Gamma j/i}(T)$ являются:

- количество образцов ВВТ i -го типа, которые находятся на объектах хранения на начало программного периода t_H , $N_{0i}(t_H)$;
- количество образцов ВВТ j -го типа, которые находятся на объектах хранения на начало года $t_H - 10$, $N_{0j}(t_H - 10)$;
- динамика поступления образцов ВВТ i -го типа на объекты хранения, начиная с года t_H , $N_{\Pi 0 i}(t)$, $t \geq t_H$;
- динамика поступления образцов ВВТ j -го типа на объекты хранения, начиная с года t_H , $N_{\Pi 0 j}(t)$, $t \geq t_H$;
- динамика выбытия образцов ВВТ i -го типа с объектов хранения, начиная с года t_H , $N_{\text{В}0 i}(t)$, $t \geq t_H$;
- динамика выбытия образцов ВВТ j -го типа с объектов хранения, начиная с года $t_H - 10$, $N_{\text{В}0 j}(t)$, $t \geq t_H - 10$.

Исходя из этого, определяется количество образцов ВВТ i -го типа, находящихся на хранении на конец t -го года по формулам:

- для предстоящего программного периода:

$$N_{0i}(t) = N_{0i}(t_H) + N_{\Pi 0 i}(t) - N_{\text{В}0 i}(t), t \in [t_H, t_K],$$

- для прошедшего периода времени:

$$N_{0j}(t) = N_{0j}(t_H - 10) + N_{\Pi 0 j}(t) - N_{\text{В}0 j}(t), t \in [t_H - 10, t_H - 1].$$

Среднегодовое количество образцов ВВТ i -го типа, находящихся на хранении на предстоящем программном периоде $[t_H, t_K]$, определяются по формуле:

$$\bar{N}_{\Gamma i/j}(T) = \frac{1}{t_K - t_H + 1} \sum_{t=t_H}^{t_K} N_{0i}(t) = \frac{1}{10} \sum_{t=t_H}^{t_K} N_{0i}(t),$$

где t_K – последний год предстоящего программного периода.

Среднегодовое количество образцов ВВТ j -го типа, находившихся на хранении на прошедшем периоде времени, определяются по формуле:

$$\bar{N}_{\Gamma j/i}(T) = \frac{1}{10} \sum_{t=t_H-10}^{t_H-1} N_{0j}(t).$$

Помимо рассмотренной потребительской (военно-технической) стороны процесса формирования запасов центра, важную роль в оценке эффективности расходования финансовых ресурсов на реализацию указанного процесса играет затратная сторона.

Поскольку в работе проводится оценка эффективности использования финансовых ресурсов на накопление и хранение запасов центра в интересах формирования государственной программы вооружения, то при рассмотрении затратной стороны реализации указанного процесса учитываются затраты на поставки образцов ВВТ, их капитальный ремонт (капитальный ремонт с модернизацией) и сервисное обслуживание.

Аналитическое выражение для определения суммарных затрат (в ценах расчетного года t_p) на поставки образцов ВВТ i -го типа на объекты хранения, а также на капитальный ремонт (капитальный ремонт с модернизацией) и сервисное обслуживание образцов ВВТ, находящихся на хранении в t -м году программного периода, имеет следующий вид:

$$C_i(t_p, t) = C_{\Pi i}(t_p, t, N_{\Pi o i}(t)) + C_{KP i}(t_p, t, N_{KP i}(t)) + C_{KPM i}(t_p, t, N_{KPM i}(t)) + C_{CO i}(t_p, t, N_{CO i}(t)), \\ t \in [t_H, t_K],$$

где: $C_{\Pi i}(t_p, t, N_{\Pi o i}(t))$ – ожидаемые суммарные затраты (в ценах расчетного года t_p) на поставки образцов ВВТ i -го типа в t -м году предстоящего программного периода для размещения их на объектах хранения;

$C_{KP i}(t_p, t, N_{KP i}(t))$ – ожидаемые суммарные затраты (в ценах расчетного года t_p) на капитальный ремонт (капитальный ремонт с модернизацией) образцов ВВТ i -го типа в t -м году предстоящего программного периода, размещаемых на объектах хранения;

$N_{KP i}(t)$ – количество капитально отремонтированных (капитально отремонтированных с модернизацией) образцов ВВТ i -го типа, которые планируется разместить на объектах хранения в t -м году предстоящего программного периода;

$C_{KPM i}(t_p, t, N_{KPM i}(t))$ – ожидаемые суммарные затраты (в ценах расчетного года t_p) на капитальный ремонт с модернизацией образцов ВВТ i -го типа в t -м году предстоящего программного периода, размещаемых на объектах хранения;

$N_{KPM i}(t)$ – количество капитально отремонтированных с модернизацией образцов ВВТ i -го типа, которые планируется разместить на объектах хранения в t -м году предстоящего программного периода;

$C_{CO i}(t_p, t, N_{CO i}(t))$ – ожидаемые суммарные затраты (в ценах расчетного года t_p) на сервисное обслуживание образцов ВВТ i -го типа в t -м году предстоящего программного периода, размещаемых на объектах хранения;

$N_{CO i}(t)$ – количество сервисных обслуживаний образцов ВВТ i -го типа, которые планируется выполнить в t -м году предстоящего программного периода на объектах хранения.

Ожидаемые суммарные затраты (в ценах расчетного года t_p) на поставки образцов ВВТ i -го типа в t -м году предстоящего программного периода для размещения их на объектах хранения определяются по формуле:

$$C_{\Pi i}(t_p, t, N_{\Pi o i}(t)) = C_{\Pi e i}(t_p, t) N_{\Pi o i}(t),$$

где: $C_{\Pi e i}(t_p, t, X_{\Pi i})$ – стоимость (в ценах расчетного года t_p) поставки единичного образца ВВТ i -го типа в t -м году предстоящего программного периода для размещения на объекте хранения.

Ожидаемые суммарные затраты (в ценах расчетного года t_p) на капитальный ремонт образцов ВВТ i -го типа в t -м году предстоящего программного периода, размещенных на объектах хранения, определяются по формуле:

$$C_{KP i}(t_p, t, N_{KP i}(t)) = C_{KPE i}(t_p, t) N_{KP i}(t),$$

где: $C_{KPE i}(t_p, t)$ – стоимость (в ценах расчетного года t_p) капитального ремонта единичного образца ВВТ i -го типа в t -м году предстоящего программного периода, размещаемого на объекте хранения.

Ожидаемые суммарные затраты (в ценах расчетного года t_p) на капитальный ремонт с модернизацией образцов ВВТ i -го типа в t -м году предстоящего программного периода, размещенных на объектах хранения, определяются по формуле:

$$C_{KPM i}(t_p, t, N_{KPM i}(t)) = C_{KPM e i}(t_p, t) N_{KPM i}(t),$$

где: $C_{KPM e i}(t_p, t)$ – стоимость (в ценах расчетного года t_p) капитального ремонта с модернизацией единичного образца ВВТ i -го типа в t -м году предстоящего программного периода, размещаемого на объекте хранения.

Ожидаемые суммарные затраты (в ценах расчетного года t_p) на сервисное обслуживание образцов ВВТ i -го типа t -м году предстоящего программного периода, размещенных на объектах хранения, определяются по формуле:

$$C_{CO\ i}(t_p, t, N_{CO\ i}(t)) = C_{COE\ i}(t_p, t) N_{CO\ i}(t),$$

где: $C_{COE\ i}(t_p, t)$ – стоимость (в ценах расчетного года t_p) сервисного обслуживания единичного образца ВВТ i -го типа в t -м году предстоящего программного периода, размещаемого на объекте хранения.

В качестве оценок стоимости капитального ремонта и сервисного обслуживания единичного образца ВВТ i -го типа в t -м году программного периода используются значения, содержащиеся в Единой системе исходных данных.

Если указанные значения еще не сформированы, то используются приближенные зависимости, построенные на основании статистических данных по уже завершенным на прошедшем периоде времени мероприятиям, связанным с капитальным ремонтом (капитальным ремонтом с модернизацией) и сервисным обслуживанием идентичных образцов ВВТ, образцов-аналогов, а при их отсутствии – образцов ВВТ, принадлежащих к одной группе Единого кодификатора предметов снабжения с образцом ВВТ, который планируется капитально отремонтировать (выполнить сервисное обслуживание) на плановом периоде.

Проведенный анализ показал, что для приближенной оценки стоимости капитального ремонта (капитального ремонта с модернизацией) и сервисного обслуживания единичного образца ВВТ i -го типа в t -м году программного периода могут быть использованы линейные модели, позволяющие получить адекватные прогнозные оценки указанных видов стоимостных показателей.

Была выявлена тесная связь между статистическими данными, характеризующими стоимость производства образца ВВТ, и стоимостными показателями капитального ремонта (капитального ремонта с модернизацией) и сервисного обслуживания образца: коэффициенты корреляции варьируются в диапазоне 0,8 – 0,9.

Аналитические зависимости для оценки стоимости капитального ремонта (капитального ремонта с модернизацией) и сервисного обслуживания единичного образца ВВТ i -го типа записываются в следующем общем виде:

- для оценки стоимости (в ценах расчетного года t_p) капитального ремонта без модернизации единичного образца ВВТ i -го типа в t -м году предстоящего программного периода, размещаемого на объекте хранения:

$$C_{КРЕ\ i}(t_p, t) = a_{КРЕ\ i} C_{ПЕ\ i}(t_p, t),$$

где: $a_{КРЕ\ i}$ – коэффициент, характеризующий соотношение затрат между стоимостью производства образца ВВТ i -го типа и его капитальным ремонтом без модернизации;

- для оценки стоимости (в ценах расчетного года t_p) капитального ремонта с модернизацией единичного образца ВВТ i -го типа в t -м году предстоящего программного периода, размещаемого на объекте хранения:

$$C_{КРМЕ\ i}(t_p, t) = a_{КРМЕ\ i} C_{ПЕ\ i}(t_p, t),$$

где: $a_{КРМЕ\ i}$ – коэффициент, характеризующий соотношение затрат между стоимостью производства образца ВВТ i -го типа и его капитальным ремонтом с модернизацией;

- для оценки стоимости (в ценах расчетного года t_p) сервисного обслуживания единичного образца ВВТ i -го типа в t -м году программного периода, размещаемого на объекте хранения:

$$C_{COE\ i}(t_p, t) = a_{COE\ i} C_{ПЕ\ i}(t_p, t),$$

где: $a_{COE\ i}$ – коэффициент, характеризующий соотношение затрат между стоимостью производства образца ВВТ i -го типа и его сервисным обслуживанием.

Значения коэффициентов $a_{KPE\ i}$ и $a_{KPM\ i}$ для некоторых типовых образцов ВВТ, входящих в формулы (3) и (4), приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения коэффициентов $a_{KPE\ i}$ и $a_{KPM\ i}$ и $a_{COE\ i}$

Тип образца ВВТ	Значения коэффициента $a_{KPE\ i}$	Значения коэффициента $a_{KPM\ i}$
Тип 1	0,83	0,9
Тип 2	0,81	0,87
Тип 3	0,8	0,84

Для обеспечения сопоставимости потребительской (военно-технической) стороны процесса формирования запасов центра, которая характеризуется интегральными среднегодовыми показателями военно-технического уровня совокупности образцов ВВТ, размещаемых на всех объектах хранения на предстоящем программном периоде и прошедшем периоде времени, которые определяются по формулам (1) и (2) соответственно, и затратной стороны процесса накопления и хранения запасов центра, необходимо чтобы стоимостные показатели характеризовали среднегодовые затраты на реализацию рассматриваемых мероприятий на идентичных по протяженности отрезках времени.

Пусть спрогнозирована динамика реализации рассматриваемых мероприятий по годам:

- а) предстоящего программного периода
 - количество образцов ВВТ i -го типа, поставляемых на объекты хранения, $N_{Pi}(t)$, $i = \overline{1, N_{TO}}$, $t \geq t_H$;
 - количество капитальных ремонтов образцов ВВТ i -го типа без модернизации, выполняемых на объектах хранения, $N_{KPi}(t)$, $i = \overline{1, N_{TO}}$, $t \geq t_H$;
 - количество капитальных ремонтов образцов ВВТ i -го типа с модернизацией, выполняемых на объектах хранения, $N_{KPM\ i}(t)$, $i = \overline{1, N_{TO}}$, $t \geq t_H$;
 - количество сервисных обслуживаний образцов ВВТ i -го типа, размещаемых на объектах хранения, $N_{CO\ i}(t)$, $i = \overline{1, N_{TO}}$, $t \geq t_H$;
- б) прошедшего периода времени
 - количество образцов ВВТ j -го типа, поставленных на объекты хранения, $N_{Pj}(t)$, $j = \overline{1, N_{TO}}$, $t \geq t_H - 10$;
 - количество капитальных ремонтов образцов ВВТ j -го типа без модернизации, выполненных на объектах хранения, $N_{KPj}(t)$, $j = \overline{1, N_{TO}}$, $t \geq t_H - 10$;
 - количество капитальных ремонтов образцов ВВТ j -го типа с модернизацией, выполненных на объектах хранения, $N_{KPM\ j}(t)$, $j = \overline{1, N_{TO}}$, $t \geq t_H - 10$;
 - количество выполненных сервисных обслуживаний образцов ВВТ j -го типа, размещаемых на объектах хранения, $N_{CO\ j}(t)$, $j = \overline{1, N_{TO}}$, $t \geq t_H - 10$.

Это позволяет спрогнозировать суммарные затраты (в ценах расчетного года t_p) на поставки образцов ВВТ i -го типа на объекты хранения, а также на капитальный ремонт (капитальный ремонт с модернизацией) и сервисное обслуживание:

- образцов ВВТ i -го типа, размещаемых на хранение на предстоящем программном периоде $[t_H, t_K]$ продолжительностью T , по формуле:

$$\begin{aligned}
 C_{Pi}(t_p, T) &= \sum_{t=t_H}^{t_K} (C_{Pi}(t_p, t)N_{Pi}(t) + C_{KPE\ i}(t_p, t)N_{KPi}(t) + \\
 &\quad + C_{KPM\ i}(t_p, t)N_{KPM\ i}(t) + C_{COE\ i}(t_p, t)N_{CO\ i}(t)) = \\
 &= \sum_{t=t_H}^{t_K} [C_{Pi}(t_p, t)(N_{Pi}(t) + a_{KPE\ i}N_{KPi}(t) + a_{KPM\ i}N_{KPM\ i}(t) + a_{COE\ i}N_{CO\ i}(t))];
 \end{aligned}$$

- образцов ВВТ j -го типа, которые были размещены на хранение на прошедшем периоде времени продолжительностью T , по формуле:

$$C_{Pj}(t_p, T) = \sum_{t=t_H-10}^{t_H-1} (C_{ПЕj}(t_p, t)N_{Пj}(t) + C_{КРЕj}(t_p, t)N_{КРj}(t) + C_{КРМЕj}(t_p, t)N_{КРМj}(t) + C_{СОЕj}(t_p, t)N_{СОj}(t)) = \\ = \sum_{t=t_H-10}^{t_H-1} [C_{ПЕj}(t_p, t)(N_{Пj}(t) + a_{КРЕj}N_{КРj}(t) + a_{КРМЕj}N_{КРМj}(t) + a_{СОЕj}N_{СОj}(t))].$$

Суммарные затраты (в ценах расчетного года t_p) на поставки образцов ВВТ различных типов на предстоящем программном периоде $[t_H, t_K]$ продолжительностью T определяются по формуле:

$$C_{\Pi}(t_p, T) = \sum_{i=1}^{N_{T0}} C_{\Pi i}(t_p, T).$$

Суммарные затраты (в ценах расчетного года t_p) на поставки образцов ВВТ различных типов на прошедшем периоде времени $[t_H - 10, t_H - 1]$ продолжительностью T определяются по формуле:

$$C_P(t_p, T) = \sum_{j=1}^{N_{T0}} C_{Pj}(t_p, T).$$

Значения среднегодовых затрат (в ценах расчетного года t_p) на поставки образцов ВВТ i -го типа на объекты хранения на предстоящем программном периоде $[t_H, t_K]$ продолжительностью T , а также на капитальный ремонт (капитальный ремонт с модернизацией) и сервисное обслуживание образцов ВВТ i -го типа, размещаемых на объектах хранения, при заданной динамике реализации во времени на указанном отрезке времени рассматриваемых мероприятий, определяются по формуле:

$$\bar{C}_{\Pi}(t_p, T) = \frac{C_{\Pi}(t_p, T)}{10}. \quad (3)$$

Значения среднегодовых затрат (в ценах расчетного года t_p) на поставки образцов ВВТ j -го типа на объекты хранения на прошедшем периоде времени продолжительностью T , а также на капитальный ремонт (капитальный ремонт с модернизацией) и сервисное обслуживание образцов ВВТ j -го типа, размещаемых на объектах хранения, при заданной динамике реализации во времени на отрезке продолжительностью T указанных мероприятий, определяются по формуле:

$$\bar{C}_{П}(t_p, T) = \frac{C_P(t_p, T)}{10}. \quad (4)$$

Используя показатели, отражающие потребительскую (военно-техническую) сторону создания запасов центра, значения которых определяются по формулам (1) и (2), и затратную сторону создания запасов центра, значения которых определяются по формулам (3) и (4), определяются значения показателей среднегодовой эффективности использования финансовых ресурсов (в ценах расчетного года t_p):

- на предстоящем программном периоде $[t_H, t_K]$ продолжительностью T :

$$\bar{\Xi}_{\Pi}(t_p, T) = \frac{\bar{V}_{\Pi}(t)}{\bar{C}_{\Pi}(t_p, T)};$$

- на прошедшем периоде времени продолжительностью T :

$$\bar{\Xi}_P(t_p, T) = \frac{\bar{V}_P(t)}{\bar{C}_P(t_p, T)}.$$

Для обеспечения эффективного расходования финансовых ресурсов на накопление (восполнение) и хранение запасов центра необходимо, чтобы эффективность использования на предстоящем программном периоде $[t_H, t_K]$ продолжительностью T была не меньше достигнутой эффективности израсходованных финансовых средств на прошедшем периоде времени продолжительностью T , то есть должно выполняться условие:

$$\bar{\mathfrak{E}}_{\Pi}(t_p, T) \geq \bar{\mathfrak{E}}_p(t_p, T). \quad (5)$$

Таким образом, значение показателя эффективности $\bar{\mathfrak{E}}_p(t_p, T)$ выполняет роль порогового значения среднегодовой эффективности на отрезке времени продолжительностью T , которое обозначим $\bar{\mathfrak{E}}^{\circ}(t_p, T)$.

Тогда неравенство (5) записывается в следующем виде:

$$\frac{\bar{V}_{\Pi}(t)}{\bar{C}_{\Pi}(t_p, T)} = \bar{\mathfrak{E}}^{\circ}(t_p, T).$$

Из приведенного равенства следует, что значения показателя среднегодовых верхних лимитных затрат (в ценах расчетного года t_p) на накопление (восполнение) и хранение запасов центра, которые обозначим $\bar{\mathfrak{E}}^{\text{ВЛЗ}}(t_p, T)$, определяются по формуле:

$$\bar{C}_{\Gamma}^{\text{ВЛЗ}}(t_p, T) = \frac{\bar{V}_{\Pi}(t)}{\bar{\mathfrak{E}}^{\circ}(t_p, T)}. \quad (6)$$

Среднегодовые верхние лимитные затраты на накопление (восполнение) и хранение запасов центра представляют собой значение, при превышении которого среднегодовая эффективность использования финансовых ресурсов на реализацию указанных мероприятий на предстоящем программном периоде становится ниже, чем на прошедшем периоде времени.

Изложенное позволяет сформулировать правило: *среднегодовые затраты (в ценах расчетного года t_p) на накопление (восполнение) и хранение запасов центра на предстоящем программном периоде $[t_H, t_K]$ продолжительностью T для фиксированного интегрального среднегодового военно-технического уровня совокупности образцов ВВТ, размещаемых на всех объектах хранения запасов центра, обеспечивают среднегодовой уровень эффективности использования финансовых ресурсов не ниже достигнутого на прошедшем отрезке времени аналогичной продолжительности T , если выполняется неравенство:*

$$\bar{C}_{\Pi}(t_p, T) \leq \bar{C}_{\Gamma}^{\text{ВЛЗ}}(t_p, T). \quad (7)$$

Правомерность сопоставления среднегодовых на отрезках времени, принадлежащих программному периоду $[t_H, t_K]$, и среднегодовых верхних лимитных затрат на накопление и хранение запасов центра за прошедший период времени $[t_H - 10, t_H - 1]$ обусловлена тем, что, во-первых, исправность образцов ВВТ, находящихся на хранении, а следовательно, и поддержание их военно-технического уровня с использованием материально-технических, человеческих и финансовых ресурсов осуществляется независимо от длительности отрезка времени, принадлежащего программному периоду $[t_H, t_K]$. Во-вторых, так как образцы в общем случае поступают на хранение в различное время, то их сервисное обслуживание и капитальный ремонт также производится в различное время, что способствует сглаживанию удельных (приходящихся на один образец) годовых затрат на реализацию мероприятий, связанных с поставкой и хранением образцов ВВТ, а следовательно, и сглаживанию динамики отношения среднегодового военно-технического уровня образцов ВВТ, находящихся на хранении, и среднегодовых затрат (в ценах расчетного года t_p) на реализацию указанных мероприятий, значения которых пропорциональны количеству образцов, находящихся на хранении.

При определении среднегодовых верхних лимитных затрат на накопление (восполнение) и хранение запасов центра значение показателя $\bar{C}_{\Gamma}^{\text{ВЛЗ}}(t_p, T)$, стоящего в правой части неравенства (7), может рассматриваться как детерминированная величина, так как она рассчитывается на основании фактических статистических данных за прошедший период.

Для получения значения показателя $\bar{C}_{\Pi}(t_p, T)$, стоящего в левой части неравенства (7) используется прогнозное значение стоимостных показателей планируемых к реализации мероприятий. Вследствие этого указанный показатель носит случайный характер, а следовательно, имеет место риск того, что даже, если при планировании мероприятия

неравенство (7) выполняется, при его реализации оно может не выполняться. Для учета стохастического характера значения показателя $\bar{C}_{\Gamma\Pi}(t_p, T)$ вместо неравенства (7) в приведенном выше правиле должно выполняться неравенство:

$$P\left(\bar{C}_{\Gamma\Pi}(t_p, T) > \bar{C}_{\Gamma}^{\text{ВЛЗ}}(t_p, T)\right) \leq P_p^{\circ},$$

где: P_p° – допустимый риск;

$\bar{C}_{\Gamma\Pi}(t_p, T)$ – фактическое значение среднегодовых затрат на накопление (восполнение) и хранение запасов центра на предстоящем программном периоде $[t_H, t_K]$ продолжительностью T .

Предположим, что значение показателя $\bar{C}_{\Gamma\Pi}(t_p, T)$ определяется с применением методического аппарата, который адекватно отражает процесс формирования затрат на накопление (восполнение) и хранение запасов центра, то есть его применение не приводит к грубым и систематическим погрешностям. Тогда расчетное значение показателя $\bar{C}_{\Gamma\Pi}(t_p, T)$ можно рассматривать в качестве оценки математического ожидания затрат на реализацию мероприятия.

Примем, что погрешность определения рассматриваемого стоимостного показателя приближенно характеризуется нормальным законом распределения. Правомерность такого предположения обусловлена следующим:

- возможные фактические значения затрат на накопление (восполнение) и хранение запасов центра могут быть как больше, так и меньше расчетного значения $\bar{C}_{\Gamma\Pi}(t_p, T)$;
- увеличением отклонения возможного значения затрат на накопление (восполнение) и хранение запасов центра вероятность фактического отклонения уменьшается.

Анализ результатов сопоставления прогнозных и фактических значений стоимостных показателей программных мероприятий показал, что расхождение, превышающее относительное отклонение на 50%, можно считать практически невозможным событием.

Тогда на основании правила трех сигм [1] оценка среднего квадратического отклонения (в ценах расчетного года t_p) определяется по формуле:

$$\sigma_{\Gamma\Pi}(t_p, T) = \frac{0,5 \bar{C}_{\Gamma\Pi}(t_p, T)}{3}.$$

Определяется значение правой границы доверительного интервала, вероятность превышения которого составляет P_p° . Указанная граница определяется по формуле:

$$\bar{C}_{\Gamma\Pi}^{\text{ПГДИ}}(t_p, T) = \bar{C}_{\Gamma\Pi}(t_p, T) + \mu_{P_{\text{ДВ}}} \sigma_{\Gamma\Pi}(t_p, T),$$

где: $P_{\text{ДВ}}$ – доверительная вероятность, равная $2P_p^{\circ}$;

$\mu_{P_{\text{ДВ}}}$ – квантиль нормального стандартного распределения, соответствующий доверительной вероятности $P_{\text{ДВ}}$.

Таким образом, при учете стохастического характера формирования стоимостного показателя $\bar{C}_{\Gamma\Pi}(t_p, T)$, стоящего в левой части неравенства (7), приведенное выше правило формулируется в следующем виде: *среднегодовые затраты (в ценах расчетного года t_p) на накопление (восполнение) и хранение запасов центра на предстоящем программном периоде $[t_H, t_K]$ продолжительностью T для фиксированного интегрального среднегодового военно-технического уровня совокупности образцов ВВТ, размещаемых на всех объектах хранения запасов центра, обеспечивают среднегодовой уровень эффективности использования финансовых ресурсов не ниже достигнутого на прошедшем отрезке времени аналогичной продолжительности T , с вероятностью $P = 1 - 2P_p^{\circ}$, если выполняется неравенство:*

$$\bar{C}_{\Gamma\Pi}(t_p, T) + \mu_{1-2P_p^{\circ}} \sigma_{\Gamma\Pi}(t_p, T) \leq \bar{C}_{\Gamma}^{\text{ВЛЗ}}(t_p, T),$$

где: P_p° – допустимый риск наступления события, для которого выполняется неравенство $\bar{C}_{\text{ФГП}}(t_p, T) > \bar{C}_r^{\text{ВЛЗ}}(t_p, T)$;
 $\bar{C}_{\text{ФГП}}(t_p, T)$ – фактическое значение среднегодовых затрат (в ценах расчетного года t_p) на накопление (восполнение) и хранение запасов центра на предстоящем программном периоде $[t_H, t_K]$ продолжительностью T .

Графическая иллюстрация указанного правила представлена на рисунке 1.

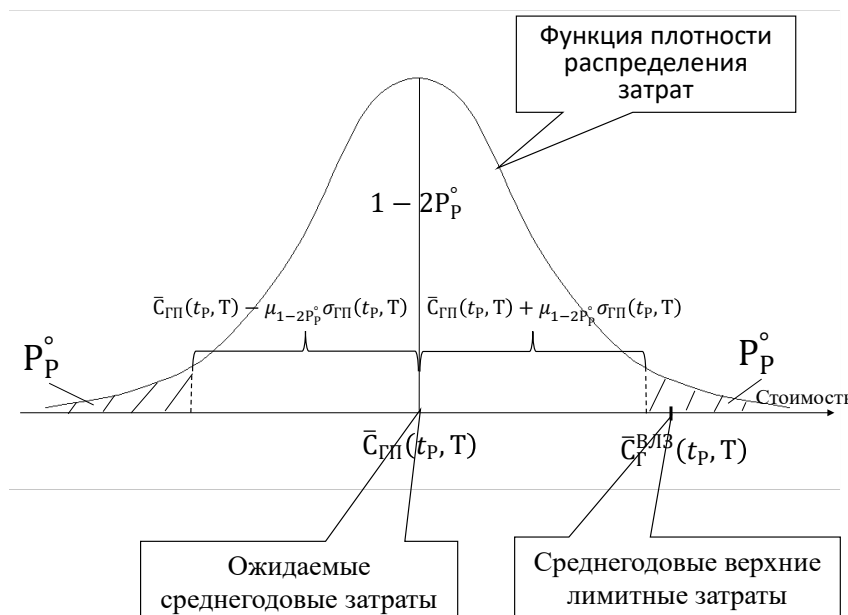


Рисунок 1 – Соотношение возможных значений среднегодовых затрат на накопление (восполнение) и хранение запасов центра и среднегодовых верхних лимитных затрат

Квантили стандартного нормального распределения, соответствующие различным значениям допустимого риска, приведены в таблице 2.

В практике военно-экономических исследований изложенный методический подход может применяться не только для оценки порогового значения среднегодовой эффективности использования финансовых ресурсов на накопление (восполнение) и хранение запасов центра при формировании планового документа и для определения среднегодовых верхних лимитных затрат на накопление (восполнение) и хранение запасов центра, но и для мониторинга фактической среднегодовой эффективности израсходованных финансовых ресурсов в ходе реализации планового документа.

Таблица 2 – Квантили стандартного нормального распределения

Допустимый риск P_p°	Квантиль стандартного нормального распределения $\mu_{1-2P_p^\circ}$
0,05	1,64
0,25	1,96
0,01	2,33
0,005	2,58

Мониторинг среднегодовой эффективности израсходованных финансовых ресурсов на накопление (восполнение) и хранение запасов центра проводится после завершения каждого года программного периода $[t_H, t_K]$ продолжительностью T .

Для этого после завершения T_{Π} -го по порядку года программного периода ($T_{\Pi} \leq T$) осуществляется оценка двух показателей.

Во-первых, определяется интегральный среднегодовой на отрезке времени $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$ показатель военно-технического уровня совокупности образцов ВБТ, размещенных на объектах хранения по формуле:

$$\bar{V}_{\Phi\Pi}(T_{\Pi}) = \sum_{i=1}^{N_{\text{ТО}}} V_{\Pi i}(X_{\text{Б} i}, X_{\Pi i}) \bar{N}_{\Gamma i/j}(T_{\Pi}), \quad (8)$$

где $\bar{N}_{\Gamma i/j}(T_{\Pi})$ – среднегодовое (на отрезке времени продолжительностью T_{Π}) количество образцов ВБТ i -го типа, фактически размещенных на всех объектах хранения на отрезке программного периода $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$, которым соответствуют образцы ВБТ j -го типа (идентичный образец, образец-аналог, а при его отсутствии – образец, входящий в одну группу с образцом ВБТ i -го типа в соответствии с Единым кодификатором предметов снабжения), которые размещались на объектах хранения на прошедшем периоде времени продолжительностью T .

Фактические суммарные затраты (в ценах расчетного года t_p) на накопление (восполнение) и хранение запасов центра на отрезке времени $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$ определяются по формуле:

$$C_{\Phi}(t_p, T_{\Pi}) = \sum_{i=1}^{N_{\text{ТО}}} \sum_{t=t_H}^{t_H+T_{\Pi}-1} (C_{\Phi\Pi i}(t_p, t) N_{\Phi\Pi i}(t) + C_{\Phi\text{КРЕ} i}(t_p, t) N_{\Phi\text{КР} i}(t) + \\ + C_{\Phi\text{КРМЕ} i}(t_p, t) N_{\Phi\text{КРМ} i}(t) + C_{\Phi\text{СОЕ} i}(t_p, t) N_{\Phi\text{СО} i}(t)),$$

где: $C_{\Phi\Pi i}(t_p, t)$ – фактическая стоимость (в ценах расчетного года t_p) поставки единичного образца ВБТ i -го типа в t -м году отрезка времени $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$ для размещения на объекте хранения;

$C_{\Phi\text{КРЕ} i}(t_p, t)$, $C_{\Phi\text{КРМЕ} i}(t_p, t)$ – фактические значения стоимостных показателей (в ценах расчетного года t_p) соответственно капитального ремонта и капитального ремонта с модернизацией единичных образцов ВБТ i -го типа в t -м году отрезка времени $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$, размещенных на объектах хранения;

$C_{\Phi\text{СОЕ} i}(t_p, t)$ – фактическая стоимость (в ценах расчетного года t_p) сервисного обслуживания единичного образца ВБТ i -го типа в t -м году отрезка времени $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$, размещенного на объекте хранения;

$N_{\Phi\Pi i}(t)$ – фактическое количество образцов ВБТ i -го типа, которые размещены на объектах хранения в t -м году отрезка времени $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$;

$N_{\Phi\text{КР} i}(t)$, $N_{\Phi\text{КРМ} i}(t)$ – фактические количества соответственно капитально отремонтированных и капитально отремонтированных с модернизацией образцов ВБТ i -го типа, которые размещены на объектах хранения в t -м году отрезка времени $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$;

$N_{\Phi\text{СО} i}(t)$ – фактическое количество сервисных обслуживаний единичного образца ВБТ i -го типа, которое планируется выполнить в t -м году отрезка времени $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$ на объекте хранения.

Фактические среднегодовые затраты (в ценах расчетного года t_p) на накопление (восполнение) и хранение запасов центра на отрезке времени $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$ определяются по формуле:

$$\bar{C}_{\Phi\Gamma}(t_p, T_{\Pi}) = \frac{C_{\Phi}(t_p, T_{\Pi})}{T_{\Pi}}. \quad (9)$$

Используя показатели, определяемые по формулам (8) и (9), рассчитывается значение показателя среднегодовой эффективности использования финансовых ресурсов на отрезке времени $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$ продолжительностью T_{Π} по формуле:

$$\bar{\Xi}_{\Phi}(t_p, T_{\Pi}) = \frac{\bar{V}_{\Phi\Pi}(T_{\Pi})}{\bar{C}_{\Phi\Gamma}(t_p, T_{\Pi})}.$$

На основе вышеизложенного формулируется правило: фактическая среднегодовая эффективность израсходованных на отрезке времени $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$ продолжительностью T_{Π} финансовых ресурсов не ниже среднегодовой эффективности израсходованных финансовых средств на прошедшем отрезке времени продолжительностью T , если выполняется неравенство:

$$\bar{\Xi}_{\Phi}(t_p, T_{\Pi}) \geq \bar{\Xi}^{\circ}(t_p, T).$$

На рисунке 2 приведены возможные соотношения между фактически достигнутыми среднегодовыми значениями эффективности расходования финансовых ресурсов на отрезках времени $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$ продолжительностью T_{Π} и на прошедшем периоде времени продолжительностью T .

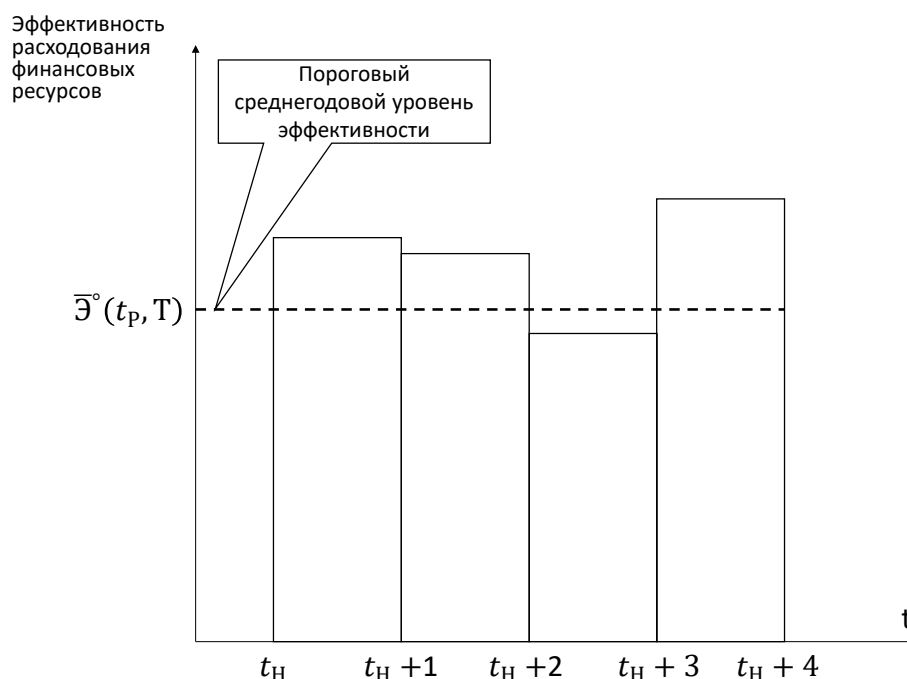


Рисунок 2 – Динамика показателя эффективности израсходованных финансовых ресурсов на накопление (восполнение) и хранение запасов центра

Практическое применение разработанной экономико-математической модели оценки эффективности расходования финансовых ресурсов на накопление (восстановление) и хранение запасов центра будет способствовать повышению эффективности использования финансовых ресурсов при формировании планового документа, а также обеспечит мониторинг эффективности расходования финансовых средств на реализацию запланированных программных мероприятий.

Список источников

1. Леонов А.В., Пронин А.Ю. Проблемы и пути создания высокотехнологичной продукции в условиях диверсификации предприятий оборонно-промышленного комплекса. М.: ИНФРА-М, 2019. 351 с.
2. Голубев С.С., Цивилева А.Е. Управления региональной и отраслевой экономикой в современных условиях: монография. М.: Ваш формат, 2023. 212 с.
3. Методы оценки эффективности вооружения и военной техники: монография / Под ред. В.М. Буренка. 2-е изд., доп. М.: Граница, 2022. 264 с.
4. Довгучиц С.И., Подольский А.Г., Ростовцев С.А. К вопросу об эффективности расходования бюджетных средств, направляемых на создание продукции военного назначения // Научный вестник оборонно-промышленного комплекса России. 2025. №1. С. 5-12.
5. Четыркин Е.М., Калихман И.Л. Вероятность и статистика. М.: Финансы и статистика, 1982. 319 с.

Информация об авторах

А.В. Михалкин – SPIN 8081-3284, ORCID 0009-0008-2754-9788.

А.Г. Подольский – доктор экономических наук, профессор, SPIN 4731-0270.