

А.Г. Подольский, доктор экономических наук, профессор

## **Процедурная модель верификации технико-экономических исходных данных, используемых для разработки государственной программы вооружения<sup>1</sup>**

*В статье приведено описание сути и содержания процедурной модели верификации технико-экономических исходных данных, используемых для разработки государственной программы вооружения. Дан состав видов погрешностей, которые могут иметь место при формировании технико-экономических исходных данных, и причины их вызывающие. Изложены методические подходы для выявления в рамках реализации процедурной модели грубых, систематических, субъективных и случайных погрешностей, которые могут иметь место при формировании прогнозных значений стоимостных и временных показателей планируемых мероприятий стадий жизненного цикла перспективных образцов. Изложенная модель представляет практический интерес для всех, кто занимается разработкой плановых документов и верификацией стоимостных и временных показателей планируемых мероприятий.*

Государственная программа вооружения (ГПВ) является одним из важнейших документов, определяющих перспективы развития Вооруженных Сил Российской Федерации. Она представляет собой долгосрочный плановый документ, разрабатываемый на десятилетний период, содержащий взаимоувязанный по целям, ресурсам и срокам осуществления комплекс работ по разработке, производству и поддержанию в боеготовом состоянии вооружение, военную и специальную технику, обеспечивающих решение задач Вооруженными Силами Российской Федерации и других войск Российской Федерации [1, 2]. На реализацию указанного планового документа выделяются значительные бюджетные средства, которые необходимо эффективно расходовать.

Для разработки ГПВ формируется единая система исходных данных, одной из важнейших составных частей которой являются технико-экономические исходные данные (ТЭИД) на 10-летний период. Они определяются организациями оборонно-промышленного комплекса и используются для разработки прогнозных значений стоимостных и временных показателей стадий жизненного цикла перспективных образцов. Таким образом, от достоверности и точности ТЭИД в существенной степени зависит эффективность расходования бюджетных средств и реализуемость программных мероприятий. Это определяет важность верификации прогнозных значений ТЭИД.

Основы верификации были заложены в работе [3], в которой рассмотрены причины возникновения неопределенности, связанной с применением для прогнозирования экономико-математических моделей, приближенно описывающих процесс формирования соответствующих показателей, и приведены способы проведения верификации. Ряд методических подходов к верификации ТЭИД изложен в статье [4]. Настоящая статья является ее логическим продолжением. В ней расширен состав погрешностей, которые могут иметь место при прогнозировании, а также введены дополнительные правила их выявления, объединенные в процедурную модель, определяющую порядок их выявления при проведении верификации ТЭИД.

Прогнозные оценки ТЭИД характеризуются достоверностью и точностью. Наиболее детально вопросы достоверности и точности проработаны применительно к техническим измерениям, объектом которых являются физические величины. В соответствии с терминологией, используемой

<sup>1</sup> Статья подготовлена в рамках проекта РФФИ № 19-010-00027.

при обработке экспериментальных данных, под достоверностью понимается степень доверия к получаемому результату измерений, которая определяется принятой доверительной вероятностью и доверительными границами, в пределах которых ожидается получить результат измерений [5].

В соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002<sup>1</sup> точность представляет собой степень близости результата измерений к принятому опорному значению, под которым понимают значение величины, используемой в качестве основы для сопоставления со значениями величин того же рода. Согласно РМГ 29-2013<sup>2</sup> под погрешностью результата измерения понимают разность между измеренным значением величины и опорным значением. Указанная терминологическая база взята за основу при изложении логики процедурной модели верификации и используемых в ней методических подходов на примере стоимостных показателей.

Так как ТЭИД являются прогнозными оценками, то им присуща погрешность, рассчитываемая по формуле:

$$\Delta C = CP - CF,$$

где  $CP$  – прогнозное значение ТЭИД;

$CF$  – фактическое значение ТЭИД.

При оценке погрешности определения ТЭИД необходимо учитывать следующие аспекты:

1. Применяемое для определения ТЭИД методическое обеспечение, во-первых, учитывает ограниченный состав факторов, во-вторых, использует для построения математических моделей, как правило, небольшое количество статистических данных по стоимостным (временным) показателям уже реализованных мероприятий, в-третьих, базируется на допущениях и предположениях, упрощающих реальный процесс формирования затрат (продолжительности) реализации мероприятий.

2. При вводе исходных данных в вычислительную машину (подстановки в аналитические зависимости) возможно допущение ошибок, а также сбои в работе вычислительной техники, которые могут привести к существенному возрастанию или уменьшению ТЭИД.

3. Полученные в результате применения методического аппарата прогнозные значения стоимостных и временных показателей могут быть скорректированы лицом, принимающим решения, при окончательном формировании ТЭИД исходя из субъективных соображений, направленных, например, на завышение ТЭИД с целью минимизации финансового риска потенциального исполнителя заказа или на занижение продолжительности выполнения мероприятия для придания ему привлекательности.

Поскольку влияние хотя бы одного из перечисленных факторов при прогнозировании ТЭИД исключить не представляется возможным, то в значении ТЭИД будет присутствовать погрешность. От ее величины и направления зависит содержание и степень негативных последствий, связанных либо со снижением реализуемости ГПВ, если прогнозные оценки ТЭИД занижены, либо с падением эффективности расходования бюджетных средств, проявляющимся в упущенных объемах поставок (ремонта) образцов ВВСТ и номенклатуре нереализованных мероприятий.

В основе процедурной модели верификации лежит сравнение ТЭИД с прогнозными оценками, полученными с применением альтернативных методов. Поскольку верификацию проводит Минобороны России, то принимается, что их значения определяются с применением методического обеспечения, используемого научно-исследовательскими организациями (НИО) Минобо-

1 ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения. – Введ. 2002-01-11 (с изменениями от 16.01.2015). – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. – 23 с.

2 РМГ 29-2013. Рекомендации по межгосударственной стандартизации ГСИ. Метрология. Основные термины и определения. – Введ. 2015-01-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 55 с.

роны России для обоснования основных направлений развития ВВСТ и долгосрочных плановых документов. Такие оценки будем называть технико-экономическими показателями жизненного цикла (ТЭП ЖЦ).

Целью сравнения ТЭИД и соответствующих ТЭП ЖЦ является выявление среди ТЭИД таких значений, которые должны быть подвергнуты дополнительному анализу для недопущения необоснованного завышения или занижения стоимостных (временных) показателей.

В соответствии с классической теорией погрешностей и обработки экспериментальных данных [5, 6, 7], погрешности подразделяются на:

- грубые погрешности (промахи);
- систематические погрешности;
- случайные погрешности;
- субъективные погрешности.

Грубые погрешности (промахи) – это погрешности, не связанные с качеством собственно методического обеспечения и не являющиеся случайными. Они приводят к существенному сдвигу прогнозной оценки относительно истинного значения стоимости (продолжительности) реализации мероприятия. Под истинным значением стоимости (продолжительности) понимается фактическое значение затрат (продолжительности), сформированное при условии отсутствия нецелевого расходования бюджетных средств и нарушений в организации труда и технологических процессов.

Под систематической погрешностью понимается методическая погрешность, являющиеся постоянной по направлению, то есть указанная погрешность приводит к постоянному завышению или занижению прогнозных оценок стоимости (продолжительности) реализации различных мероприятий. При этом величина указанной погрешности может либо быть примерно одинаковой, либо изменяющейся.

Случайная погрешность представляет собой погрешность, значение которой невозможно определить, так как она зависит от факторов, неучтенных в используемом для прогнозирования стоимости (продолжительности) реализации мероприятия методическом обеспечении. Случайная погрешность изменяется случайным образом как по направлению, так и по величине. Она может быть приближенно охарактеризована определенным законом распределения.

Субъективная погрешность представляет собой погрешность, которая возникает, когда лицо, принимающее решение (проводящее расчеты), целенаправленно изменяет расчетное значение стоимости (продолжительности), полученное с применением методического обеспечения, в меньшую или большую сторону, или определяет его без применения методического обеспечения самостоятельно. Субъективная погрешность может относиться к значению ТЭИД одного мероприятия или их совокупности, иметь общее или различное направление с систематической погрешностью (субъективная и систематическая погрешности являются независимыми).

При разработке процедурной модели использованы следующие допущения.

*Допущение 1. В значениях ТЭП ЖЦ отсутствуют грубые, систематические и субъективные погрешности.*

Для обеспечения выполнения указанного допущения методическое обеспечение прогнозирования ТЭП ЖЦ должно пройти тщательную проверку и апробацию в НИО Минобороны России.

*Допущение 2. Значения ТЭИД и ТЭП ЖЦ представляют собой оценки одного истинного значения стоимостного (временного) показателя.*

*Допущение 3. Отклонение возможных значений ТЭП ЖЦ от его математического ожидания приближенно описывается нормальным законом распределения.*

Указанное допущение, а также оценки математического ожидания и среднего квадратического отклонения позволяют построить доверительные интервалы для ТЭП ЖЦ, которые используются далее при формировании правил выявления возможных грубых погрешностей.

*Допущение 4. Для определения прогнозных оценок ТЭИД и ТЭП ЖЦ использованы единые исходные данные, сформированные заказчиком.*

*Допущение 5. К практически невозможным событиям относятся отклонения от ТЭП ЖЦ, приводящие к попаданию в область, находящуюся левее (область № 1 на рисунке 1) или правее (область № 2) критических значений, соответствующих доверительной вероятности 0,005. Такие отклонения будем относить к грубым погрешностям.*

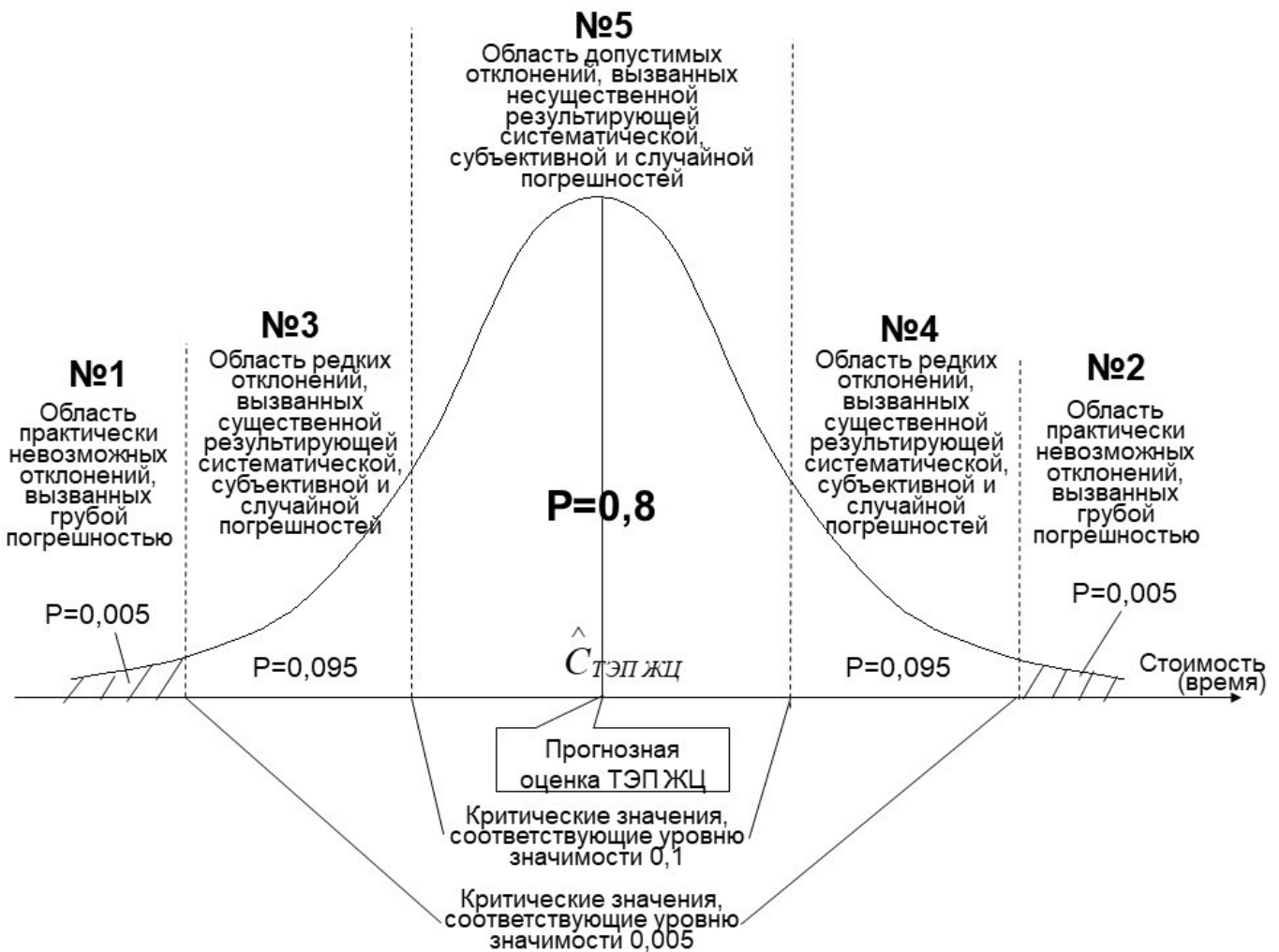


Рисунок 1 – Условное деление возможных значений технико-экономических показателей на области в зависимости от размера погрешности

*Допущение 6. Грубая погрешность значительно превосходит все остальные виды погрешностей, а также их сумму.*

Для определения вида погрешности в значении ТЭИД и ее величины разобьем множество возможных значений стоимостных (временных) показателей на пять областей, каждая из которых характеризуется размером и вероятностью попадания в нее прогнозного значения ТЭИД. При построении указанных областей в качестве опорной точки взято прогнозное значение ТЭП ЖЦ.

Области № 1 и № 2 на рисунке характеризуются тем, что событие, состоящее в попадании прогнозного значения ТЭИД в каждую из них, является практически невозможным. Это событие

имеет место при значительном отклонении ТЭИД от ТЭП ЖЦ. Вероятность его наступления составляет 0,005.

Области № 3 и № 4 на рисунке характеризуются тем, что событие, состоящее в попадании прогнозного значения ТЭИД в каждую из них, является редким. Такое событие имеет место при значительном отклонении ТЭИД от ТЭП ЖЦ, но не приводящем к попаданию ТЭИД в области № 1 или № 2. Вероятность наступления указанного события составляет 0,095.

Область № 5 на рисунке характеризуется тем, что событие, состоящее в попадании прогнозного значения ТЭИД в указанную область, не связана ни с грубой, ни с существенной результирующей систематической, субъективной и случайной погрешностей. Вероятность его наступления составляет 0,8.

Для объективного выявления существенной и несущественной результирующей погрешности осуществляется ее разделение на погрешности 1-го и 2-го рода.

Под результирующей погрешностью 1-го рода понимается погрешность, придающая значению стоимостного (временного) показателя ТЭИД статус редкого события (вероятность наступления принята равной 0,19), связанного с попаданием в области 3 или 4 на рисунке.

Данное определение позволяет выделять среди ТЭИД такие значения, относительно которых из-за существенной величины их отклонения от оценок соответствующих математических ожиданий ТЭП ЖЦ и незначительной вероятности объяснения таких отклонений случайностью (вероятность 0,19) можно предположить, что они связаны с наличием в значениях ТЭИД существенной результирующей систематической, субъективной и случайной погрешностей.

Под результирующей погрешностью 2-го рода понимается погрешность, не связанная ни с грубой, ни с результирующей погрешностью 1-го рода и придающая значению стоимостного (временного) показателя ТЭИД статус допустимого события (вероятность наступления принята равной 0,8), связанного с попаданием в область 5.

Данное определение позволяет выделять среди ТЭИД такие значения, отклонение которых от ТЭП ЖЦ сопоставимо по величине со случайными отклонениями ТЭП ЖЦ, вероятность которых равна 0,8.

Суть методического подхода к выявлению введенных видов погрешностей состоит в использовании в процедурной модели областей, приведенных на рисунке, попадание в которые связывается с определенными видами возможных погрешностей в значениях ТЭИД.

Предлагаемое разделение носит условный характер и вызвано, во-первых, необходимостью учета вероятностной природы погрешностей, которые отражаются на прогнозных значениях ТЭИД и ТЭП ЖЦ мероприятий, во-вторых, необходимостью формирования четких правил их распознавания. В соответствии с ним в процедурной модели реализуется следующий порядок верификации ТЭИД.

На первом этапе осуществляется проверка ТЭИД на возможное наличие в них грубых погрешностей.

В основе выявления грубой погрешности лежат, во-первых, учет присущего ей признака значительности, который проявляется на практике в существенном расхождении оценок ТЭИД и ТЭП ЖЦ, во-вторых, использование принципа практически невозможности наступления события, вероятность которого менее 0,01.

Выявление грубой погрешности в значении ТЭИД базируется на двух положениях.

Первое положение состоит в том, что *грубой погрешности присуще такое отклонение от истинного значения стоимостного (временного) показателя, которое превышает результирующие погрешности 1-го и 2-го рода.*



Так как в соответствии с допущением 1 при определении ТЭП ЖЦ грубая, систематическая и субъективная погрешности в его значении отсутствуют (условно приняты равными нулю), то при наличии грубой погрешности в значении ТЭИД расхождение с ТЭП ЖЦ становится значительным.

Второе положение состоит в том, что ТЭИД, имеющая грубую погрешность в значении стоимости (продолжительности) мероприятия, лежит за пределами доверительного интервала, вероятность попадания в который составляет 0,99. Событие, состоящее в попадании за пределы указанного доверительного интервала, рассматривается как практически невозможное (вероятность 0,01).

Вероятность выхода за пределы интервала, ограниченного критическими значениями, соответствующими уровню значимости 0,005 (рисунок 1), в большую сторону (правая заштрихованная область под функцией плотности распределения) составляет малую величину и поэтому такое событие при отсутствии грубой погрешности может считаться практически невозможным. Аналогичное относится к вероятности выхода за пределы указанного интервала в меньшую сторону.

Формулировка правила выявления возможной грубой погрешности зависит от вида экономико-математической модели, используемой для прогнозирования ТЭП ЖЦ.

Пусть прогнозная оценка ТЭП ЖЦ получена с использованием линейной регрессионной зависимости вида:

$$\hat{C}_{\text{ТЭП ЖЦ}} = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_m x_m,$$

где  $x_1, x_2, \dots, x_m$  – факторы, определяющие затраты (продолжительность) реализации мероприятия;

$a_0, a_1, a_2, \dots, a_m$  – параметры уравнения регрессии.

В этом случае среднее квадратическое отклонение ТЭП ЖЦ определяется по формуле [8]:

$$s_{\text{ТЭП ЖЦ}} = \sqrt{\frac{\left(1 + X_0^T (X^T X)^{-1} X_0\right) \sum_{i=1}^{n_c} e_{\text{ТЭП ЖЦ}}^2}{n - m - 1}},$$

где  $X_0 = (x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0m})$  – вектор заданных значений характеристик продукции военного назначения;

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix};$$

$x_{ij}$  – значение  $j$ -й характеристики в  $i$ -м наблюдении;

$e_{\text{ТЭП ЖЦ}i}$  – отклонение расчетного значения стоимости (продолжительности) для  $i$ -го наблюдения от фактического, используемого для построения регрессионного уравнения.

Учитывая вероятностный характер прогнозных оценок ТЭП ЖЦ и принятый уровень доверительной вероятности  $P_{\text{дв}} = 0,99$ , **правило выявления грубой погрешности в значении ТЭИД** формулируется следующим образом: значение ТЭИД должно быть проверено на наличие грубой погрешности, если доверительный интервал, центром которого является прогнозная оценка ТЭП ЖЦ, определенная с использованием регрессионного уравнения, соответствующий доверительной вероятности 0,99, не покрывает значение ТЭИД, то есть:

$$C_{\text{ТЭИД}} \notin (\hat{C}_{\text{ТЭП ЖЦ}} - t_{0,99} s_{\text{ТЭП ЖЦ}}, \hat{C}_{\text{ТЭП ЖЦ}} + t_{0,99} s_{\text{ТЭП ЖЦ}}),$$

где  $\hat{C}_{\text{ТЭП ЖЦ}}$  – прогнозная оценка ТЭП ЖЦ, определенная с применением регрессионного уравнения;

$t_{0,99}$  – статистика Стьюдента, соответствующая доверительной вероятности  $P_{дв}=0,99$  и зависящая от числа степеней свободы  $f = n - m - 1$ ;

$m$  – количество факторов, учитываемых в регрессионном уравнении;

$n$  – количество фактических данных по ТЭП ЖЦ, используемых при построении регрессионного уравнения.

Значение критерия  $t$ -статистики Стьюдента в случае использования для определения прогнозной оценки ТЭП регрессионной зависимости определяется с учетом степеней свободы  $f = n - m - 1$  по специальной таблице [8, 9].

Для прогнозирования ТЭП ЖЦ могут использоваться методические подходы, отличные от регрессионного анализа, когда для построения уравнений недостаточно исходных данных. В этом случае для оценки значения среднего квадратического отклонения используется правило «трех сигм» [9], в соответствии с которым вероятность того, что отклонение стоимости (продолжительности) реализации мероприятия от его математического ожидания превысит  $3s_{ТЭП ЖЦ}$  составляет весьма незначительную величину, а именно 0,0027, и такое событие рассматривается как невозможное.

Применение в правиле для выявления грубой погрешности уровня значимости 0,01, а не 0,0027, используемого в правиле «трех сигм», объясняется следующим. Во-первых, использование для оценки среднего квадратического отклонения вероятности 0,0027 обусловлено необходимостью недопущения его занижения, что весьма важно для выявления погрешностей. Во-вторых, значительное уменьшение уровня значимости приводит к возрастанию погрешности, состоящей в том, что будет отброшена гипотеза о наличии в значении ТЭИД грубой погрешности, которая на самом деле имеет место. Учитывая незначительные уровни значимости (0,005) для левосторонних и правосторонних критических значений, можно сделать вывод об их приемлемости для выявления грубой погрешности в прогнозном значении ТЭИД.

В соответствии с правилом «трех сигм» для оценки среднего квадратического отклонения стоимости (продолжительности) реализации мероприятия используется максимальное значение относительного отклонения  $\varepsilon'_{ТЭП ЖЦ max}$ , которое подставляется в формулу:

$$3s_{ТЭП ЖЦ} = \varepsilon'_{ТЭП ЖЦ max} \hat{C}_{ТЭП ЖЦ} \quad (1)$$

где  $\hat{C}_{ТЭП ЖЦ}$  – прогнозная оценка ТЭП ЖЦ (стоимость, продолжительность) мероприятия.

Из выражения (1) определяется оценка среднего квадратического отклонения стоимости (продолжительности) реализации мероприятия:

$$s_{ТЭП ЖЦ} = \frac{\varepsilon'_{ТЭП ЖЦ max} \hat{C}_{ТЭП ЖЦ}}{3} \quad (2)$$

Для определения значения  $\varepsilon'_{ТЭП ЖЦ max}$  используется следующий подход. Формируются два множества  $\Omega_{ТЭП ЖЦ Ф}$  и  $\Omega_{ТЭП ЖЦ П}$ , включающие, соответственно, фактические значения стоимости (продолжительности) реализации мероприятия и прогнозные значения ТЭП ЖЦ, приведенные к сопоставимому виду.

Затем формируется множество  $\Omega'_{ТЭП ЖЦ 00}$  относительных по модулю отклонений, соответствующих элементов множеств  $\Omega_{ТЭП ЖЦ Ф}$  и  $\Omega_{ТЭП ЖЦ П}$ , определяемых по формуле:

$$\varepsilon_{ТЭП ЖЦ i} = \left| \frac{C_{ТЭП ЖЦ pi} - C_{ТЭП ЖЦ fi}}{C_{ТЭП ЖЦ pi}} \right|, \quad i = \overline{1, N_{ТЭП ЖЦ}},$$

где  $N_{ТЭП ЖЦ}$  – количество элементов в множествах  $\Omega_{ТЭП ЖЦ Ф}$  и  $\Omega_{ТЭП ЖЦ П}$ ;

$C_{ТЭП ЖЦ pi}$  –  $i$ -е прогнозное значение стоимости (продолжительности) мероприятия, принадлежащее множеству  $\Omega_{ТЭП ЖЦ П}$ ;

$C_{ТЭП ЖЦ \phi i}$  –  $i$ -е фактическое значение стоимости (продолжительности), принадлежащее множеству  $\Omega_{ТЭП ЖЦ \phi}$ .

Из множества значений относительных отклонений  $\Omega_{ТЭП ЖЦ 00}$  находится максимальное относительное отклонение, характеризующее достигнутую точность прогнозирования ТЭП ЖЦ при отсутствии грубой, систематической и субъективной погрешностей:

$$\varepsilon_{ТЭП ЖЦ max} = \max_{i \in \Omega_{ТЭП ЖЦ 00}} \varepsilon_{ТЭП ЖЦ i} . \quad (3)$$

Значение  $\varepsilon_{ТЭП ЖЦ max}$ , определенное по формуле (3), анализируется экспертами и после этого принимается решение либо о его использовании для оценки среднего квадратического отклонения по формуле (2), либо, при наличии соответствующего обоснования (например, малого объема выборки), о его корректировке в большую сторону.

Если данные для формирования множеств  $\Omega_{ТЭП ЖЦ \phi}$  и  $\Omega_{ТЭП ЖЦ П}$  отсутствуют, то значение  $\varepsilon_{ТЭП ЖЦ max}$  определяется экспертным способом.

В качестве приближенной оценки значения  $\varepsilon_{ТЭП ЖЦ max}$  принимается 0,3.

Исходя из вышеизложенного для случая, когда построить регрессионную зависимость между стоимостными (временными) показателями мероприятий и соответствующими характеристиками не представляется возможным **правило выявления грубой погрешности в значении ТЭИД** формулируется следующим образом: *значение ТЭИД должно быть проверено на наличие грубой погрешности, если доверительный интервал, соответствующий нормальному распределению и доверительной вероятности 0,99, центром которого является прогнозная оценка ТЭП ЖЦ, не покрывает значение ТЭИД, то есть:*

$$C_{ТЭИД} \notin (\hat{C}_{ТЭП ЖЦ} - u_{0,99} s_{ТЭП ЖЦ}, \hat{C}_{ТЭП ЖЦ} + u_{0,99} s_{ТЭП ЖЦ}),$$

где  $u_{0,99} = 2,56$  – квантиль стандартного нормального распределения, соответствующий доверительной вероятности  $P_{дв} = 0,99$ ;

$s_{ТЭП ЖЦ}$  – среднее квадратическое отклонение ТЭП ЖЦ, определяемое по формуле (2).

Нахождение значения ТЭИД в интервале между критическими точками, соответствующими уровню значимости 0,005, может быть обусловлено наличием результирующих погрешностей 1-го или 2-го рода.

Если в значении ТЭИД грубая погрешность не выявлена, то в процедурной модели реализуется второй этап, на котором осуществляется проверка на возможное наличие в значении стоимостного (временного) показателя погрешности 1-го рода.

### Выявление результирующей погрешности 1-го рода в значении ТЭИД

В соответствии со сделанными выше допущениями при определении результирующей погрешностями 1-го рода в значении ТЭИД учитывается:

- результирующая погрешность 1-го рода меньше грубой погрешности;
- результирующая погрешность 1-го рода придает ТЭИД статус редкого события, состоящего в попадании значения ТЭИД в область 3 или 4 на рисунке, вероятность которого составляет 0,19.

При выявлении результирующей погрешности 1-го рода в значении ТЭИД необходимо учитывать вид параметрической модели, которая используется для определения ТЭП ЖЦ.

Предположим, что значение ТЭП ЖЦ определено с использованием регрессионной зависимости. Тогда **правило выявления результирующей погрешности 1-го рода в значении ТЭИД** формулируется следующим образом: *значение ТЭИД должно быть проверено на наличие результирующей погрешности 1-го рода, если оно принадлежит одному из следующих интервалов:*



$$\left( \hat{C}_{\text{ТЭП ЖЦ}} + t_{0,8} s_{\text{ТЭП ЖЦ}}, \hat{C}_{\text{ТЭП ЖЦ}} + t_{0,99} s_{\text{ТЭП ЖЦ}} \right) \text{ или } \left( \hat{C}_{\text{ТЭП ЖЦ}} - t_{0,99} s_{\text{ТЭП ЖЦ}}, \hat{C}_{\text{ТЭП ЖЦ}} - t_{0,8} s_{\text{ТЭП ЖЦ}} \right),$$

где  $t_{0,8}$ ,  $t_{0,99}$  – статистики Стьюдента, соответствующие доверительным вероятностям  $P_{\text{ДВ}}=0,8$  и  $P_{\text{ДВ}}=0,99$  соответственно, зависящие от числа степеней свободы  $f = n - m - 1$ .

Если в качестве модели для определения ТЭП ЖЦ применяется параметрическая зависимость, не являющаяся регрессионным уравнением, то на основе правила «трех сигм» [5], формул (2), (3) и анализа полученных результатов экспертами, находится оценка среднего квадратического отклонения ТЭП ЖЦ  $s_{\text{ТЭП ЖЦ}}$ .

В этом случае для **выявления результирующей погрешности 1-го рода в значении ТЭИД** применяется правило, которое формулируется в следующем виде: *значение ТЭИД  $C_{\text{ТЭИД}}$  должно быть проверено на наличие результирующей погрешности 1-го рода, если оно принадлежит одному из следующих интервалов (рисунок 1):  $\left( \hat{C}_{\text{ТЭП ЖЦ}} + 1,28 s_{\text{ТЭП ЖЦ}}, \hat{C}_{\text{ТЭП ЖЦ}} + 2,56 s_{\text{ТЭП ЖЦ}} \right)$  или  $\left( \hat{C}_{\text{ТЭП ЖЦ}} - 2,56 s_{\text{ТЭП ЖЦ}}, \hat{C}_{\text{ТЭП ЖЦ}} - 1,28 s_{\text{ТЭП ЖЦ}} \right)$ , являющихся областями № 3 и № 4 соответственно.*

Если в результате выполнения первых двух этапов в значении ТЭИД не выявлены грубая погрешность и результирующая погрешность 1-го рода, то делается вывод о наличии в значении ТЭИД результирующей погрешности 2-го рода, которая позволяет говорить о допустимости расхождения в значениях ТЭИД и ТЭП ЖЦ, а следовательно, о возможности применения ТЭИД для формирования прогнозных значений стоимостных (временных) показателей ГПВ.

Приведенная модель может быть использована для создания информационно-аналитической системы формирования ТЭИД, а также при разработке методических рекомендаций по верификации стоимостных (временных) показателей мероприятий ГПВ, а также при разработке различного рода программ в гражданской области.

#### Список использованных источников

1. Буренок В.М., Косенко А.А., Лавринов Г.А. Техническое оснащение Вооруженных Сил Российской Федерации: организационные, экономические и методологические аспекты. – М.: Граница, 2007. – 728 с.
2. Буренок В.М., Ляпунов В.М., Мудров В.И. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения / Под ред. А.М. Московского. – М.: Граница, 2005. – 520 с.
3. Саркисян С.А., Голованов Л.В. Прогнозирование развития больших систем. – М.: Финансы и статистика, 1975. – 192 с.
4. Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Методические подходы к верификации технико-экономических исходных данных, используемых для формирования плановых документов // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – 2017. – № 3 (98). – С. 134-140.
5. Третьяк Л.Н., Воробьев А.Л. Основы теории и практики обработки экспериментальных данных: Учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры / Под общ. ред. Л.Н. Третьяк. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 217 с.
6. Агемян Т.А. Основы теории ошибок для астрономов и физиков. – М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1972. – 172 с.
7. Свешников А.А. Основы теории ошибок. – Л.: Издательство Ленинградского университета, 1972. – 122 с.
8. Четыркин Е.М., Калихман И.Л. Вероятность и статистика. – М.: Статистика, 1982. – 319 с.
9. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. – 564 с.