

2020
№ 1 (51)

**Вооружение
и экономика**

<p>46 Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации</p> <p>Российская академия ракетных и артиллерийских наук</p> <p>Академия проблем военной экономики и финансов</p>	<p>Вооружение и экономика № 1 (51) / 2020 Электронный научный журнал</p> <p>http://www.viek.ru</p>														
<p>Издается с 2008 года</p> <p>Журнал «Вооружение и экономика» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук</p> <p>Свидетельство о регистрации СМИ от 7 декабря 2012 г. № ФС77-52083</p> <p>ISSN 2071-0151</p> <p>Издатель: Российская академия ракетных и артиллерийских наук: 107564, г. Москва, 1-я Мясниковская ул., дом 3, стр. 3</p> <p>rk@viek.ru</p>	<p style="text-align: center;">Содержание</p> <p style="text-align: center;"><u>Военно-техническая политика</u></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td data-bbox="501 752 1401 936"> <p>Зенченко Т.А., Горшков В.А. Идентификация составляющих крупномасштабного хаоса во временных рядах авиационных событий</p> </td> <td data-bbox="1401 752 1481 936" style="text-align: center; vertical-align: top;">4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="501 936 1401 1120"> <p>Белевцев А.М., Балыбердин В.А., Белевцев А.А., Маркелов Е.Б. Некоторые тенденции развития информационных технологий для систем сетцентрического управления</p> </td> <td data-bbox="1401 936 1481 1120" style="text-align: center; vertical-align: top;">21</td> </tr> <tr> <td data-bbox="501 1120 1401 1303"> <p>Буравлев А.И., Нестеров А.А. Применение радиальных диаграмм для решения многокритериальных задач программно-целевого планирования</p> </td> <td data-bbox="1401 1120 1481 1303" style="text-align: center; vertical-align: top;">27</td> </tr> <tr> <td data-bbox="501 1303 1401 1487"> <p>Хоменок В.Р., Юрченко Н.А., Тюшев В.Н., Садаков М.В., Фомин В.А., Елыгин С.А. Предложения по совершенствованию артиллерийского вооружения крупного калибра</p> </td> <td data-bbox="1401 1303 1481 1487" style="text-align: center; vertical-align: top;">38</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="501 1487 1481 1599" style="text-align: center;"><u>Военная экономика</u></td> </tr> <tr> <td data-bbox="501 1599 1401 1823"> <p>Топоров А.В., Бабенков В.И., Борщевская И.Ю. Обоснование интегрированного подхода к определению морфологии организации в системе материально-технического обеспечения войск</p> </td> <td data-bbox="1401 1599 1481 1823" style="text-align: center; vertical-align: top;">44</td> </tr> <tr> <td data-bbox="501 1823 1401 2056"> <p>Луценко А.Д., Орлов В.А. Формализация проблемы технико-экономического обоснования долгосрочной стратегии развития системы вооружения радиоэлектронной борьбы в виде задачи векторной оптимизации</p> </td> <td data-bbox="1401 1823 1481 2056" style="text-align: center; vertical-align: top;">49</td> </tr> </table>	<p>Зенченко Т.А., Горшков В.А. Идентификация составляющих крупномасштабного хаоса во временных рядах авиационных событий</p>	4	<p>Белевцев А.М., Балыбердин В.А., Белевцев А.А., Маркелов Е.Б. Некоторые тенденции развития информационных технологий для систем сетцентрического управления</p>	21	<p>Буравлев А.И., Нестеров А.А. Применение радиальных диаграмм для решения многокритериальных задач программно-целевого планирования</p>	27	<p>Хоменок В.Р., Юрченко Н.А., Тюшев В.Н., Садаков М.В., Фомин В.А., Елыгин С.А. Предложения по совершенствованию артиллерийского вооружения крупного калибра</p>	38	<u>Военная экономика</u>		<p>Топоров А.В., Бабенков В.И., Борщевская И.Ю. Обоснование интегрированного подхода к определению морфологии организации в системе материально-технического обеспечения войск</p>	44	<p>Луценко А.Д., Орлов В.А. Формализация проблемы технико-экономического обоснования долгосрочной стратегии развития системы вооружения радиоэлектронной борьбы в виде задачи векторной оптимизации</p>	49
<p>Зенченко Т.А., Горшков В.А. Идентификация составляющих крупномасштабного хаоса во временных рядах авиационных событий</p>	4														
<p>Белевцев А.М., Балыбердин В.А., Белевцев А.А., Маркелов Е.Б. Некоторые тенденции развития информационных технологий для систем сетцентрического управления</p>	21														
<p>Буравлев А.И., Нестеров А.А. Применение радиальных диаграмм для решения многокритериальных задач программно-целевого планирования</p>	27														
<p>Хоменок В.Р., Юрченко Н.А., Тюшев В.Н., Садаков М.В., Фомин В.А., Елыгин С.А. Предложения по совершенствованию артиллерийского вооружения крупного калибра</p>	38														
<u>Военная экономика</u>															
<p>Топоров А.В., Бабенков В.И., Борщевская И.Ю. Обоснование интегрированного подхода к определению морфологии организации в системе материально-технического обеспечения войск</p>	44														
<p>Луценко А.Д., Орлов В.А. Формализация проблемы технико-экономического обоснования долгосрочной стратегии развития системы вооружения радиоэлектронной борьбы в виде задачи векторной оптимизации</p>	49														

<p>Главный редактор В.М. Буренок</p> <p>Редакционная коллегия</p> <p>А.А. Александров О.Б. Ачасов О.И. Бочкарев А.В. Быстров А.А. Венедиктов (зам. гл. ред. – уч. секр.) С.Ф. Викулов (зам. гл. ред.) В.Л. Гладышевский Г.И. Горчица В.А. Горшков В.М. Кашин А.А. Кокошин Г.А. Лавринов (зам. гл. ред.) А.В. Леонов Ю.М. Михайлов А.А. Рахманов Е.Ю. Хрусталеv А.А. Целыковских</p> <p>Оформление, верстка М.М. Венедиктова</p> <p>Редактор Т.М. Молчанова</p> <p>Перевод О.В. Криворучко</p>	<p>Разумов А.В., Онуфрей А.Ю., Орлов А.А. Обеспечение стойкости образцов ВВСТ к воздействию электромагнитных излучений при формировании технико-экономических требований</p>	57
	<p>Аносов Р.С., Божков А.Ю., Бывших Д.М. Методический подход к планированию мероприятий по капитальному ремонту средств радиоэлектронной борьбы</p>	65
	<p>Дьяков А.Н., Кокарев А.С., Поляков С.А., Пачин А.В. Модель ресурсоемкости подвижных систем обеспечения запасными частями мобильных сложных технических комплексов</p>	74
	<u>Подготовка научных кадров</u>	
	<p>Буренок В.М., Дурнев Р.А. Рассуждение о диссертации: введение в полемику</p>	79
	<u>Дискуссия</u>	
	<p>Венедиктов А.А. «Регуляторная гильотина» для современного правотворчества</p>	85
	<p>Сведения об авторах</p>	97
	<p>Аннотации и ключевые слова</p>	104
	<p>Правила представления авторами рукописей</p>	110
	<p>Порядок рецензирования рукописей</p>	112
	<p>Карточка статьи</p>	113
	<p>Карточка автора</p>	113
	<p>Условия подписки на полнотекстовую версию в Интернете</p>	113
<p>Сведения о членах редакционной коллегии</p>	114	

Т.А. Зенченко, доктор биологических наук

В.А. Горшков, доктор технических наук, профессор

Идентификация составляющих крупномасштабного хаоса во временных рядах авиационных событий

На основе разработанного ранее эмпирического метода оценки относительного вклада детерминированной, хаотической и шумовой компонент во временных рядах произведена оценка этих составляющих в динамике уровня аварийности для разных типов воздушных судов в авиации ВС РФ. Понимание соотношения этих трех компонент в исследуемых временных рядах необходимо для обоснования базовых параметров прогноза – уровня аварийности, погрешности оценки этого уровня (ошибки) и величины временного горизонта, допускающего прогнозирование. Применение разработанного метода к анализу временных рядов числа авиационных событий, зарегистрированных на учебно-тренировочных и транспортных самолетах, по причине технических отказов и нарушений производства полетов показало, что метод позволяет эффективно оценить оптимальные для каждого ряда параметры фильтрации шумовой компоненты и отнести отфильтрованные ряды к определенному классу (хаотическому, детерминированному или классу окрашенного шума). Результаты анализа показывают, что уровень шумовой компоненты во временных рядах числа авиационных событий, зарегистрированных на учебно-тренировочных и транспортных самолетах, составляет 65-70%, а отфильтрованные временные ряды могут быть уверенно отнесены к классу динамического хаоса или к классу детерминированных квазигармонических рядов.

Введение

Детальное исследование динамических свойств временных рядов числа авиационных событий (АС), регистрируемых на различных типах воздушных судов авиации Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ), необходимо для научно обоснованного прогноза аварийности, причем такой прогноз должен включать в себя не только предсказанное число АС и авиационных происшествий (АП), но и оценку возможного «горизонта прогноза», то есть временного интервала, для которого такой прогноз математически обоснован.

Ранее в наших исследованиях было показано [1], что временные ряды числа АС, произошедших по причине конструктивно-производственных недостатков (КПН) и нарушений производства полетов (НПП) с военно-транспортными самолетами авиации ВС РФ являются не просто сочетанием периодических колебаний (имеющих недельный и годовой периоды) и случайной компоненты, а обладают признаками хаотического процесса. Однако проведенные исследования показали только факт присутствия хаоса в динамике числа АС, но не позволили оценить относительный вклад детерминированной, хаотической и шумовой компонент, присутствующих во временных рядах авиационных событий, регистрируемых в авиации ВС РФ.

В то же время понимание соотношения этих трех компонент в исследуемых временных рядах необходимо для обоснования базовых параметров прогноза – уровня аварийности, погрешности оценки этого уровня (ошибки) и величины временного горизонта, допускающего прогнозирование. Для решения данной задачи ранее нами был разработан эмпирический метод, осно-

ванный на поведении зависимости старшего показателя Ляпунова от параметра числа ближайших соседей, используемого в алгоритме его оценки [2].

Цель данной работы заключается в применении разработанного метода оценки относительного вклада детерминированной, хаотической и шумовой компонент к временным рядам числа АС.

Теоретические аспекты и алгоритмы вычисления характеристических показателей Ляпунова

В настоящее время существует большое количество алгоритмов расчета старшего показателя Ляпунова, но для оценки показателя Ляпунова по временному ряду в основном используют методы, связанные с непосредственным измерением скорости расходимости близких траекторий. Фигурируют две реализации данного метода.

Первая была предложена в 1985 году Вольфом и др. [3]. Алгоритм схож с алгоритмом Бенеттина [4], за исключением того, что сначала производится реконструкция фазового пространства методом задержки координат. Цель операции реконструкции фазового пространства заключается в построении по временному ряду экспериментальных наблюдений (размерности ν) фазовой траектории в m -мерном фазовом пространстве. Из исходного временного ряда $u(1), u(2), \dots$ в R^ν конструируется временная последовательность $x(1), x(2), \dots$ по следующему принципу $x(i) = [u(i), \dots, u(i+m-1)]$ в $R^{m\nu}$.

Нами была использована реализация метода, предложенная в 1993-1994 гг. независимо Розенштейном [5] и Кантцем [6]. Предложенные ими алгоритмы схожи между собой и различаются только в определении близких соседей.

В работе Экманна и Руэлла [7] понятие ближайших соседей вводится следующим образом. Для оценки степени расхождения траекторий в фазовом пространстве на первом шаге реализации алгоритма необходимо выбрать точку $x(i)$ и m -мерный шар заранее заданного радиуса r ($r \leq 0,1d$), где d – размер аттрактора) с центром в точке $x(i)$. Точки $x(j)$, удовлетворяющие условию $|x(i) - x(j)| < r$, получают название ближайших соседей точки $x(i)$.

Для величины λ_1 в разных алгоритмах могут быть использованы либо одна ближайшая к $x(i)$ точка $x(j)$, либо все, удовлетворяющие условию $|x(i) - x(j)| < r$, либо определенное число таких соседей, задаваемое в качестве параметра $n(j)$. Устанавливая определенную величину r , мы предполагаем, что длина исходного временного ряда N достаточна для того, чтобы найти в окрестности радиуса r каждой точки $x(i)$ необходимое число ближайших соседей. Далее с шагом $\tau = k \Delta t$, где Δt – интервал временной дискретизации ряда, алгоритм оценивает изменение расстояния между точками $x(i)$ и $x(j)$ до тех пор, пока выполняется условие: для любых $x(i)$ и $x(j)$, таких что $|x(i) - x(j)| < r$, верно $|x(i+k) - x(j+k)| < r$.

Оба алгоритма, Розенштейна и Кантца, являются обобщением алгоритма Сато [8], согласно которому старший показатель Ляпунова оценивается по выражению:

$$\lambda_1(i, k) = \frac{1}{k \Delta t (M - k)} \sum_{j=1}^{M-k} \ln \frac{d_j(i+k)}{d_j(i)}, \quad (1)$$

где Δt – пробный или выборочный период временного ряда;

$d_j(i)$ – расстояние между j -й парой ближайших соседей после i -го дискретно-временного шага.

С целью увеличения сходимости (относительно l), а также с целью увеличения достоверности результирующей оценки λ_1 выражение (1) в алгоритмах Розейнштейна и Кантца модифицируется в альтернативную, усредненную по всем значениям j форму:

$$\lambda_1(i, k) = \frac{1}{k \Delta t} \langle \ln \frac{d_j(i+k)}{d_j(i)} \rangle = \frac{1}{k \Delta t} [\langle \ln d_j(i+k) - \ln d_j(i) \rangle] \approx \frac{1}{k} [y(i+k) - y(i)]. \quad (2)$$

Таким образом, для оценки λ_1 нам необходимо выбрать величины m, τ, r (радиус соседства) и $n(j)$ – число ближайших соседей, для которых производится усреднение значения $\lambda_1(i)$.

Нами было обнаружено, что при фиксированных значениях m, τ, r зависимость λ_1 от $n(j)$ в определенном диапазоне значений $n(j)$ очень чувствительна к проценту шума, содержащегося в ряду данных (рисунок 1). Так, для модельных чисто хаотических (аттракторы Лоренца [9], Макки-Гласса [10]), Хенона [11] и Икеды [12]), а также детерминированных гармонических рядов получаемая оценочная величина λ_1 не зависит от параметра числа используемых соседей $n(j)$, то для рядов, содержащих определенную долю шума, величина $\lambda_1(n(j))$ имеет вид убывающей экспоненты или прямой.

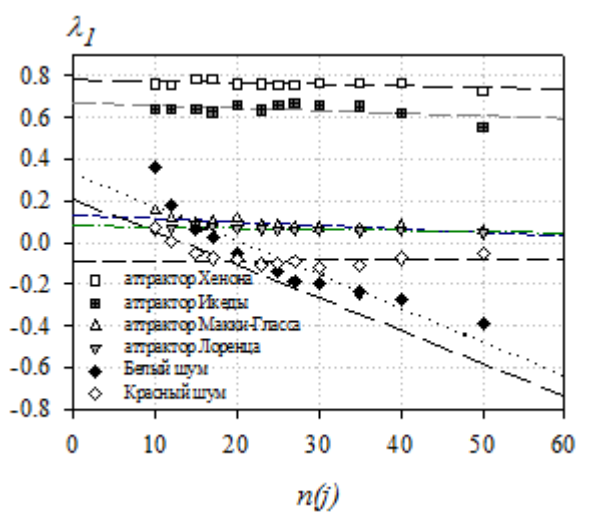


Рисунок 1 – Зависимость величины старшего показателя Ляпунова λ_1 от числа используемых соседей $n(j)$ для модельных хаотических и шумовых рядов

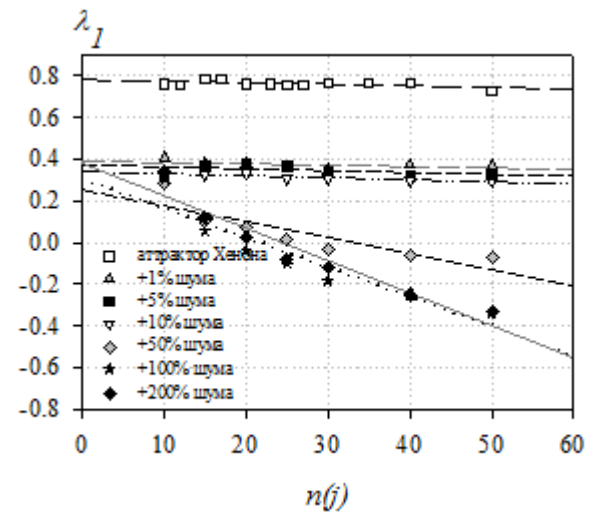


Рисунок 2 – Изменение зависимости λ_1 от числа используемых соседей $n(j)$ ряда Хенона при добавлении различной доли равномерного шума ($\alpha = 1–100\%$)

Именно на основании этого свойства нами был разработан метод оценки соотношения детерминизма, хаотичности и шума в реальных временных рядах числа авиационных событий.

Изменение параметров линейной аппроксимации показателя Ляпунова модельных рядов при добавлении шума

Среди модельных хаотических рядов целесообразно рассмотреть поведение двух типов хаотических движений – «быстрых» и «медленных». В первом случае в спектре ряда преобладают высокие частоты (например, генератор Хенона и Икеды), во втором – низкие (генератор Лоренца и Макки-Гласса). Хаотические ряды второго («медленного») типа в большинстве случаев ближе по своим характеристикам к реальным рядам АС.

На рисунке 1 показано поведение показателя Ляпунова λ_1 в зависимости от $n(j)$ для смоделированных хаотических рядов, а также, для сравнения, рядов белого и красного шума. Длина сгенерированных модельных рядов составляла 520 точек, как и в случае реальных рядов числа АС. Из рисунка 1 видно, что зависимости $\lambda_1(n(j))$ для близких по типу хаотических рядов (Хенона и Икеды, Лоренца и Макки-Гласса) ведут себя очень близким образом, в случае рядов «медленного» хаоса эти зависимости практически совпадают. Для всех четырех хаотических рядов наклон прямой аппроксимации близок к нулевому. Однако зависимости $\lambda_1(n(j))$ для рядов Хенона и

Икеды располагаются на плоскости значительно выше аналогичных графиков для рядов Лоренца и Макки-Гласса. Для сравнения тут же приведены зависимости для двух видов шума – «белого» (или «Гауссова» шума, характеризующегося равномерной спектральной плотностью во всех частотных диапазонах), и «красного» (или «коричневого» шума, спектр которого пропорционален f^{-2}). Видно, что поведение этих рядов значительно отличается от хаотических. Для «красного» шума зависимость $\lambda_1(n(j))$ имеет излом: в интервале значений $n(j)=20..50$ ее наклон близок к нулю, а при небольших значениях $n(j)=10..20$ приближается к наклону прямой аппроксимации белого шума. Зависимость для белого шума характеризуется значительным по величине отрицательным угловым коэффициентом, отличающим ее от всех остальных.

На рисунке 2 показана эволюция зависимости $\lambda_1(n(j))$ хаотического ряда Хенона при добавлении к этому ряду различного процента равномерного шума (показан процент по амплитуде). Видно, что при добавлении даже 1% шума кривая резко меняет свое расположение на плоскости, но не меняет углового коэффициента. Затем ее расположение и наклон сохраняются вплоть до 10% добавленного шума. Далее при добавлении 50% и 100% шума возрастает по модулю угловой коэффициент. Зависимости для 100% и 200% располагаются уже примерно одинаково и напоминают положение кривой «белого» шума с рисунка 1.

Таким образом, из рисунков 1 и 2 видно, что по мере добавления к хаотическим рядам определенного процента шума зависимость $\lambda_1(n(j))$ изменяет свое расположение на плоскости, которое может быть описано параметрами b и Y_0 линейной аппроксимации $y=Y_0+bx$.

На рисунке 3 представлены результаты анализа эволюции зависимости $\lambda_1(n(j))$ при добавлении к ним различного процента равномерного шума $\alpha=1..200\%$ для стохастических (шумовых), детерминированных (гармонических) и хаотических рядов. Анализ графиков рисунка 3 показывает, что:

а) при добавлении шума от 1 до 10% к исследованным стохастическим рядам «красного» и «розового» шума значения параметров линейной аппроксимации кривых b и Y_0 не изменяются, а затем начинают приближаться к значениям данных показателей для «белого» шума и достигают их при $\alpha=200\%$. В диапазоне $\alpha=10..200\%$ кривые, соответствующие «розовому» и «красному» шуму, уже не различаются. Для «белого» шума параметры остаются постоянными вплоть до $\alpha=200\%$. Сравнение значений параметров линейной аппроксимации показывает, что диапазоны значений b и Y_0 для каждого типа шума практически не пересекаются (таблица 1, рисунок 3а – абсцисса 0).

Таблица 1 – Диапазоны значений линейной аппроксимации для трех типов шума

Тип шума	b минимальное	b максимальное	b_0 минимальное	b_0 максимальное
Белый	-0,017	-0,014	0,3147	0,3752
Розовый	-0,009	-0,005	0,091	0,1755
Красный	-0,0046	-0,0022	-0,0087	0,0951

б) для двух гармонических (то есть полностью детерминированных) рядов кривые изменения параметров b и Y_0 практически совпадают: в нулевой точке их значения значимо отличны от нуля, однако при добавлении даже 1% шума (и вплоть до $\alpha=10\%$) оба параметра линейной аппроксимации становятся практически равными нулю. При дальнейшем увеличении уровня шума ($\alpha=50\%$ и $\alpha=100\%$) поведение графиков b и Y_0 для гармонических рядов стремится к значениям, характерным для «белого» шума, как это наблюдалось ранее для рядов «розового» и «красного» шума;

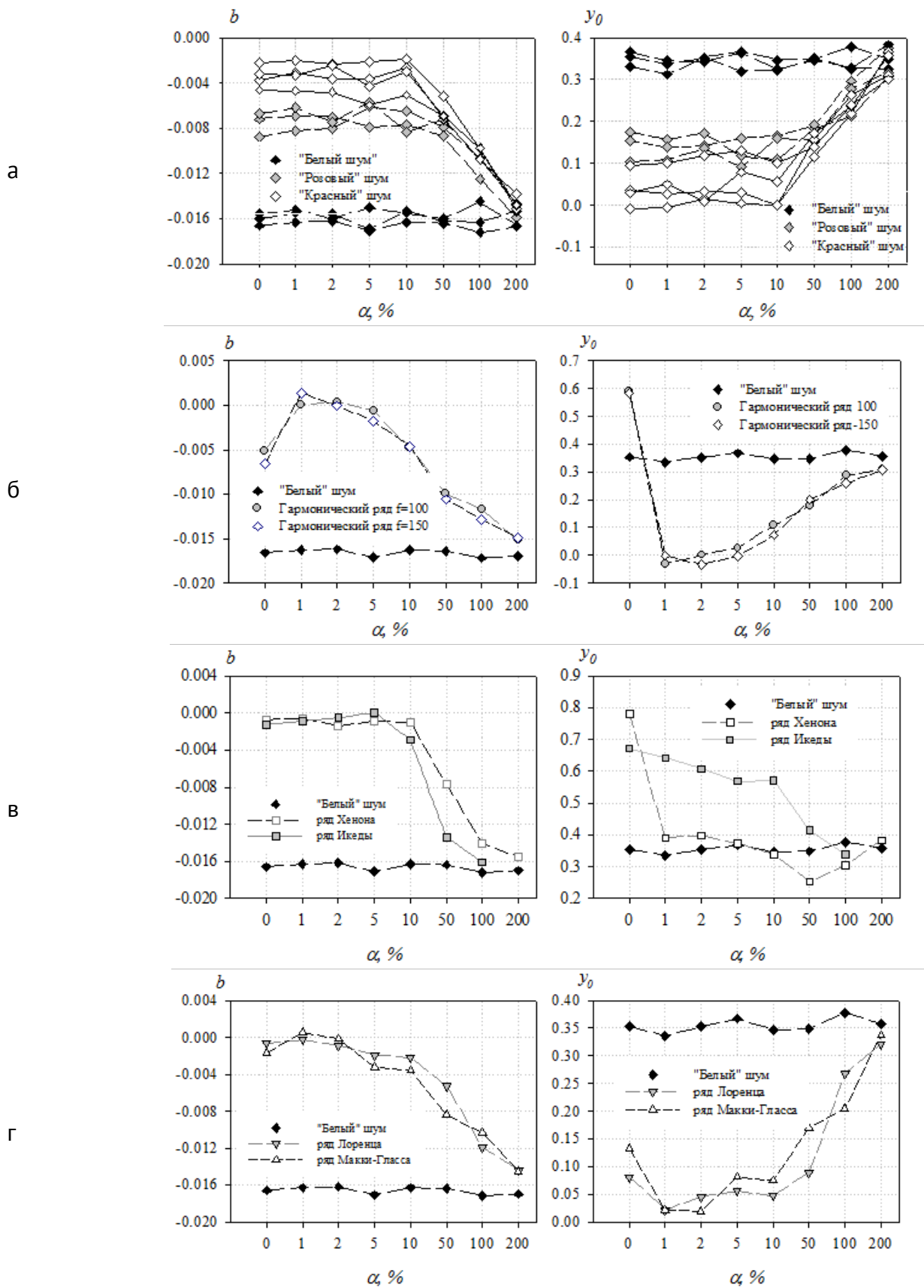


Рисунок 3 – Зависимость углового коэффициента b (слева) и свободного члена Y_0 (справа) линейной аппроксимации λ_1 рядов «белого», «розового» и «красного» шума (а), гармонических рядов с частотами $f=100$ и $f=150$ (б), модельных рядов Хенона и Икеды (в), Лоренца и Макки-Гласса (г) от степени добавленного шума α

в) для хаотических рядов Хенона и Икеды поведение параметра b повторяет поведение для рядов окрашенного шума, однако имеет начальное значение, очень близкое к нулю.

Таким образом, значения b для рядов Хенона и Икеды на горизонтальном участке ($b > -0,002$) лежат выше полученных рядов «красного» шума ($b < -0,002$). В то же время ход кривых Y_0 кардинально отличается от исследованных ранее аналогичных кривых окрашенного шума. Кривая Y_0 для ряда Хенона отличается от линии, полученной для «белого» шума, только первым значением, самым высоким из найденных при анализе, $Y_0 = 0,78$ (для исходного ряда, добавленный шум $\alpha = 0\%$). При добавлении от 1% шума и выше ход кривой совпадает с кривой для «белого» шума. Для кривой Y_0 ряда Икеды, напротив, от высокого значения для исходного ряда ($Y_0 = 0,67$) наблюдается медленное уменьшение значений до 10% шума, и затем резкий обрыв к диапазону, характерному для «белого» шума ($Y_0 = 0,3 \dots 0,4$);

г) для рядов Лоренца и Макки-Гласса поведение показателей Y_0 и b от процента добавленного шума близки между собой. Начальное значение параметра b близко к аналогичным значениям для рядов Хенона и Икеды, понижение начинается уже при $\alpha = 5\%$. Ход кривых Y_0 близок к ходу аналогичных кривых для детерминированных рядов, они отличаются только значениями при 0% шума: для рядов Лоренца и Макки-Гласса эти значения лежат в интервале $Y_0 = 0,07 \dots 0,12$, для гармонических – в диапазоне $Y_0 = 0,57 \dots 0,6$. Аналогичная картина наблюдается и с параметром b : для детерминированного ряда он относительно велик (по модулю) ($b = -0,007 \dots -0,005$), а для рядов Лоренца, Макки-Гласса (также как и для рядов «быстрого» хаоса Хенона и Икеды) величина b по модулю не превосходит 0,002.

Таким образом, при анализе поведения стохастических, детерминированных и хаотических модельных рядов было показано, что:

а) существует уровень значений параметров $b = -0,017 \dots -0,015$ и $Y_0 = 0,31 \dots 0,38$, характерный только для рядов «белого» шума. Этот уровень не изменяется при добавлении к ряду «белого» шума дополнительного процента шума (вплоть до $\alpha = 200\%$);

б) по мере добавления шума в остальные ряды ($\alpha = 50 \dots 200\%$) их параметры стремятся к значениям, характерным для «белого» шума;

в) для рядов окрашенного шума («красный» и «розовый») и для рядов «быстрого» хаоса добавление небольшой в процентном отношении доли шума ($\alpha = 1 \dots 5\%$) не изменяет значение показателей b и Y_0 (наблюдается плато в поведении кривой);

г) для детерминированных рядов и рядов «медленного» шума виден резкий скачок значений b сразу после добавления 1% шума, далее экстремум и плавное снижение показателей к значениям, характерным для «белого» шума;

д) обнаруженный диапазон добавленного шума $\alpha = 0 \dots 10\%$, в которых зависимости Y_0 и b проходят горизонтально в неперекрывающихся диапазонах, может быть рассмотрен как чувствительный для диагностики содержания шума в реальных временных рядах числа АС.

Таким образом, «портреты» кривых b и Y_0 для различных типов рядов уникальны по комплексу характеристик, таких как диапазон значений в исходной точке и при добавлении низкого процента шума, наличие плато или экстремума при добавлении низкого процента шума. Эта специфичность позволяет идентифицировать неизвестный ряд по особенностям поведения параметров b и Y_0 . Предложенный метод анализа параметров линейной аппроксимации b и Y_0 зависимостей λ_1 от числа используемых соседей позволил сконструировать пространство «реперных» кривых для анализа процентного содержания шума в реальных рядах АС.

Применение результатов тестирования модельных рядов к анализу реальных временных рядов авиационных событий

Предложенный нами метод характеристики реальных временных рядов посредством изучения поведения λ_1 от $n(j)$ позволяет решить не только конечную задачу оценки хаотических свойств ряда АС, но и выбрать оптимальные параметры фильтрации для устранения стохастической компоненты.

Одной из важных задач первичного этапа анализа является оценка степени шума, содержащегося во временных рядах АС, которую необходимо исключать на начальном этапе анализа. В задаче фильтрации временных рядов выделяют линейные, нелинейные и смешанные методики. Нелинейные методики требуют использования специальных приемов, т. к. обычные спектральные или другие линейные фильтры могут привести к искажению нелинейной структуры временного ряда.

Нелинейная фильтрация в отличие от линейной не опирается на информацию в частотной области с целью различения или очищения полезной составляющей временного ряда от шума. Вместо этого нелинейные фильтры используют реконструированное фазовое пространство, в котором ищутся детерминированные малоразмерные геометрические образования с последующим очищением их от шумовой компоненты [13-17].

Широко известны два метода нелинейной фильтрации высокочастотной компоненты временного ряда: метод главных компонент (МГК) [18] и локально-проекционный фильтр (ЛПФ) [19, 20]. Суть первого заключается в переходе от стандартного ортонормированного базиса пространства R^m к базису $\{S_k\}$ и в ограничении его только первыми $k+1$ координатами. Данная процедура фильтрации аналогична операции усреднения с некоторыми весами, в результате которой из временного ряда удаляются только высокочастотные флуктуации, что позволяет получить ту же траекторию временного ряда, но более гладкую по времени.

ЛПФ основан на предположении, что временной ряд порожден малоразмерной детерминированной системой с высокоразмерным шумом. Это означает, что в пространстве вложения детерминированная часть данных временного ряда находится в малоразмерном многообразии, в то время как шум рассредоточивает их из этого многообразия. Идея алгоритма заключается в идентификации этого многообразия и проекции данных временного ряда на него.

Свободными параметрами, требующими оптимизации, в этих условиях становятся выбор метода фильтрации, а также степень глубины фильтрации, т. е. размерность пространства вложения – m . Разработанный нами алгоритм дает, в частности, необходимый численный критерий, позволяющий объективно и обоснованно выбрать эти два параметра – метод фильтрации и глубину – для минимизации стохастической компоненты временного ряда.

Был предложен следующий алгоритм анализа реальных временных рядов:

1. Оценка параметров b и y_0 линейной аппроксимации кривых зависимости $\lambda_1(n(j))$ при разных методах и степенях глубины фильтрации. Разработка критериев выбора и выбор оптимальных параметров фильтрации, дающих минимальные величины содержащегося шума.

2. Для отобранных на первом этапе значений параметров фильтрации получение кривых поведения параметров b и y_0 при добавлении к рядам различного процента равномерного шума ($\alpha = 1 \dots 200\%$).

3. Соотнесение поведения кривых, полученных для определенного реального ряда числа АС, с поведением кривых, характерных для модельных рядов, и заключение о типе динамики реального временного ряда.

Исследование динамики временного ряда авиационных событий, регистрируемых на учебно-тренировочных самолетах по причине конструктивно-производственных недостатков

Были исследованы четыре временных ряда еженедельных значений числа АС, произошедших по причине КПН и НПП (отдельно) с учебно-тренировочными и военно-транспортными самолетами в авиации ВС РФ. Длина каждого ряда составила 520 точек, аналогично рассмотренным в первой части исследования модельным рядам.

Первый этап анализа был посвящен разработке критериев оценки эффективности фильтрации шумовой компоненты и выбора оптимальных параметров фильтрации исследуемого временного ряда. Необходимо отдельно отметить, что ни для одного из протестированных исходных реальных временных рядов числа АС (без предварительной фильтрации) не удалось оценить величину старшего показателя Ляпунова λ_1 .

Рассмотрим, как изменяется расположение зависимости $\lambda_1(n(j))$ ряда еженедельных значений числа АС, регистрируемых по причине КПН на учебно-тренировочных самолетах, в зависимости от примененных метода и степени фильтрации (рисунки 4а-4д).

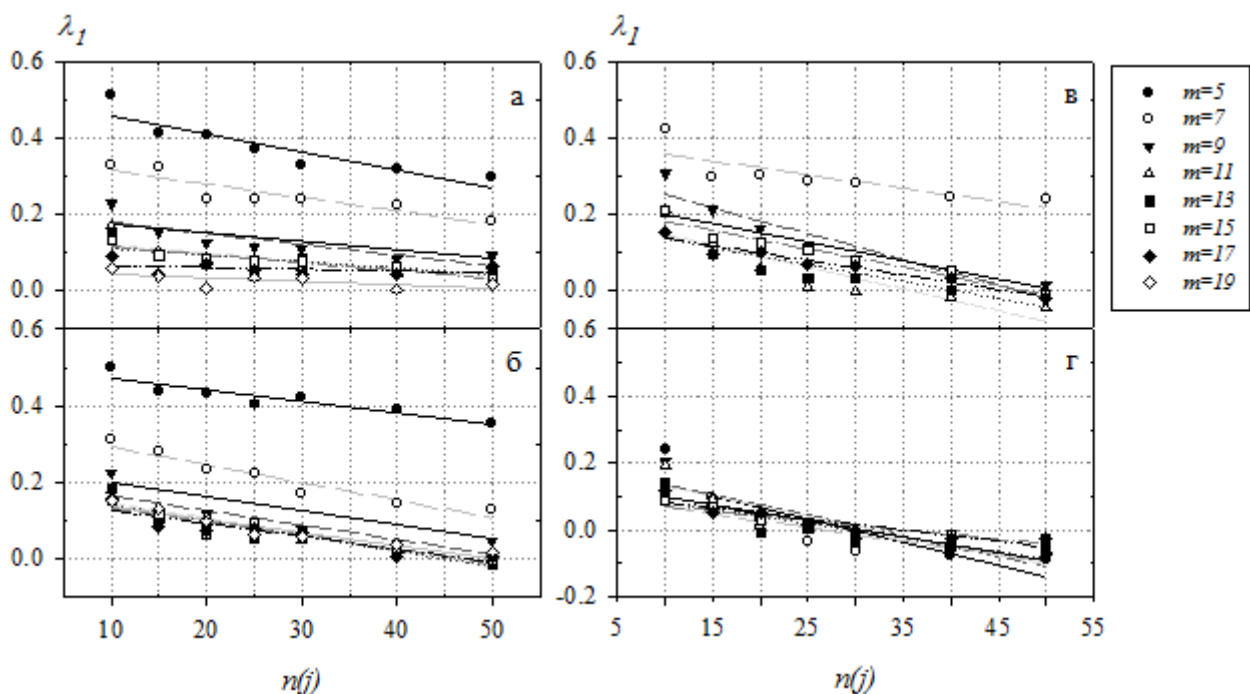


Рисунок 4 – Динамика кривых зависимости λ_1 от количества используемых соседей $n(j)$ для ряда АС, регистрируемых по причине КПН на учебно-тренировочных самолетах, в зависимости от метода и степени глубины фильтрации для разных значений размерности вложения ($m=5..19$): (а) – ЛПФ, $k=2$; (б) – ЛПФ, $k=3$; (с) – ЛПФ, $k=4$; (д) – МГК

Рисунки 4а-4с отражают эволюцию зависимостей $\lambda_1(n(j))$ по мере увеличения глубины фильтрации методом ЛПФ в диапазоне величин размерностей вложения $m=5..19$ для трех значений размерностей многообразия k , содержащего детерминированную или хаотическую компоненту.

Видно, что отдельно от остальных располагаются зависимости с минимальной величиной $m=5$ и $m=7$). Для них характерны высокие (относительно остальных) значения как b , так и Y_0 . По мере увеличения m графики располагаются все ближе к оси абсцисс, причем в случае $k=2$ (рисунок 4а) регрессионные прямые стремятся к горизонтальному положению и достигают его, а

в случае $k=3$ (рисунок 4b) и $k=4$ (рисунок 4c) угловой коэффициент прямых сохраняется примерно постоянным и значимо отличным от нуля. Рисунок 4d показывает эволюцию зависимостей $\lambda_1(n(j))$ при использовании метода МГК. Видно, что по мере увеличения размерности вложения расположение на плоскости регрессионных прямых практически не изменяется.

На рисунке 5 приведены зависимости значений показателей b и Y_0 от размерности пространства вложения m при фильтрации для прямых, представленных на рисунках 4a-4d.

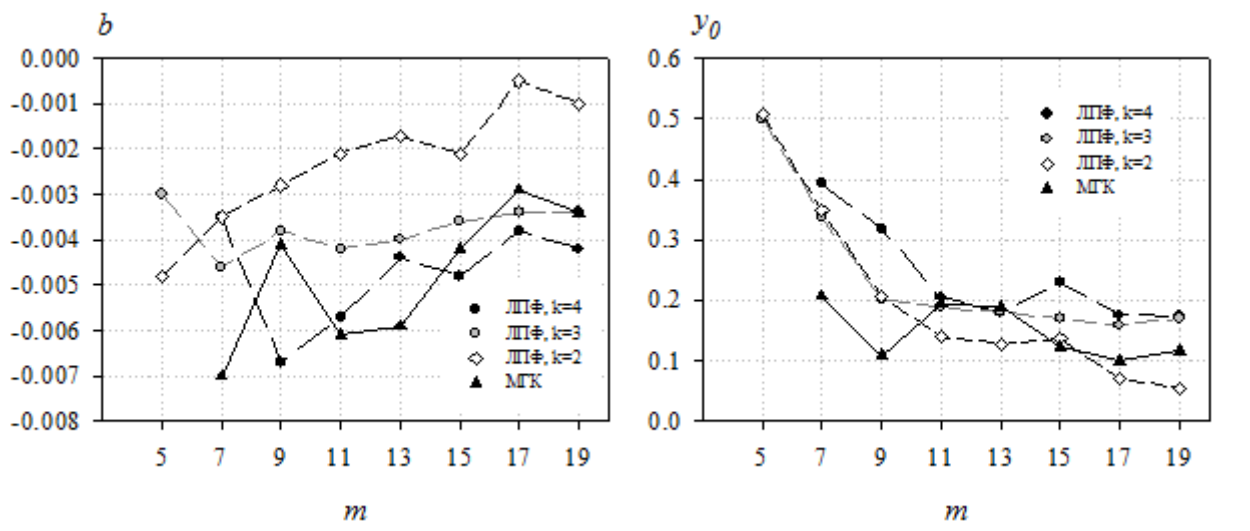


Рисунок 5 – Зависимость углового коэффициента b (слева) и свободного члена Y_0 (справа) линейной аппроксимации λ_1 временных рядов АС, регистрируемых на учебно-тренировочных самолетах по причине КПН, от величины m

Видно, что кривая, отражающая поведение параметра b для метода ЛПФ ($k=2$) располагается выше остальных практически при всех значениях m . Если сопоставить эти графики с поведением кривых для модельных рядов, то в последнем случае наиболее близкие к нулю значения b были характерны для хаотических и детерминированных рядов, а по мере увеличения доли шума («красный», «розовый», «белый») величина b становилась все более отрицательной, стремясь к значению $b=-0,017 \dots -0,016$.

В случае метода ЛПФ ($k=2$) по мере увеличения размерности вложения значения b и Y_0 стремятся к нулю, что соответствует приближению прямых на рисунке 4a к оси абсцисс. Для других видов фильтрации значения b нигде не превышают $-0,003$, а значения Y_0 лежат в диапазоне $0,1 \dots 0,2$, характерном для окрашенного шума. Необходимо также отметить, что фильтрация методом МГК дает значения b , лежащие в диапазоне между «белым» и «розовым» шумом. Таким образом, есть основания утверждать, что фильтрация методом МГК не позволяет исключить в достаточной степени шум из анализируемого ряда авиационных событий.

Чтобы понять, какие именно значения параметров b и Y_0 соответствуют максимальной степени фильтрации шума, были протестированы несколько значений параметров фильтрации, характеризующихся различными значениями пар b и Y_0 :

1. ЛПФ, $k=2$, $m=15$ (значения b и Y_0 соответствуют значениям аттрактора Лоренца);
2. ЛПФ, $k=2$, $m=17, 19$ (максимальное наблюдаемое значение b);
3. ЛПФ, $k=2$, $m=19$ (минимальное наблюдаемое значение Y_0);
4. ЛПФ, $k=3$, $m=15$;
5. МГК, $m=13$.

Поведение кривых b и y_0 для отфильтрованных рядов перечисленных выше комбинаций параметров при добавлении шума приведено на рисунке 6.

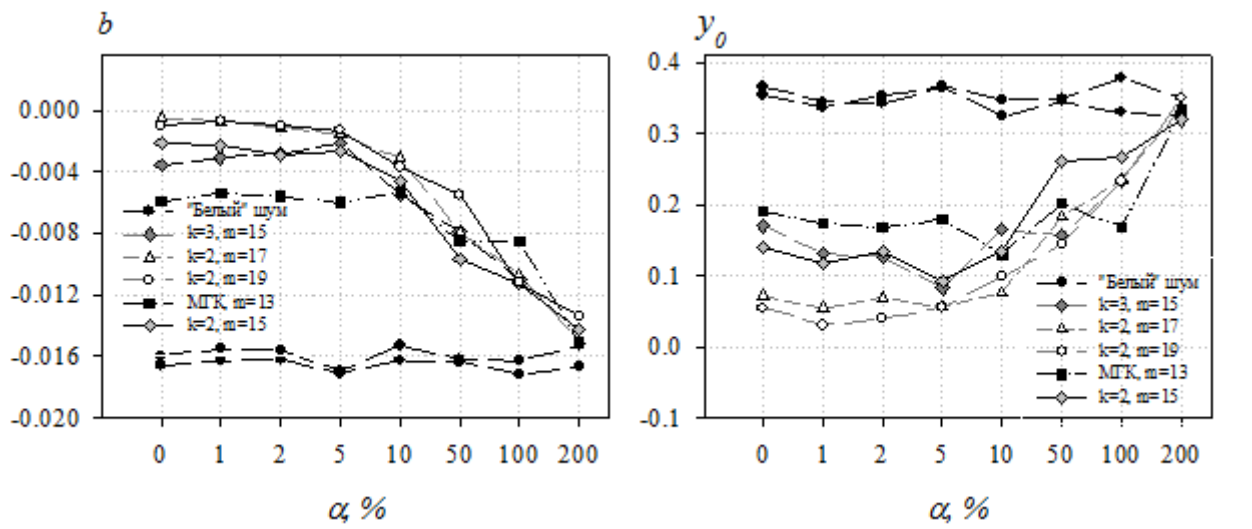


Рисунок 6 – Зависимость параметров линейной аппроксимации λ_1 временных рядов АС, регистрируемых на учебно-тренировочных самолетах по причине КПН, от величины добавленного шума для нескольких значений параметров фильтрации

Видно, что ход кривых единообразен, для всех пяти временных рядов добавление шума вплоть до 5% не изменяет в сколько-нибудь значительной степени значений b , однако при дальнейшем увеличении процента добавленного шума кривые начинают приближаться к уровню «белого» шума. В зависимости от начального значения b (без добавления шума) кривые лежат либо в области окрашенного шума (ЛПФ, $k=3$, $m=15$; ЛПФ, $k=2$, $m=15$; МГК, $m=13$), либо в области значений, характерных для крупномасштабного хаоса (аттракторы Лоренца и Макки-Гласса, $k=2$, $m=17, 19$). При этом соответствующее значение y_0 также попадает в область, характерную для тех же типов модельных рядов (левый график на рисунке 6). Сопоставление динамик кривых для реальных и модельных рядов подтверждает, что при параметрах фильтрации $k=2$, $m=17..19$, отфильтрованные временные ряды числа АС, регистрируемых на учебно-тренировочных самолетах по причине КПН, ведут себя подобно рядам «крупномасштабного» хаоса (рисунок 7).

Выбрав таким образом оптимальные параметры фильтрации по критерию максимальной близости к нулю показателей b и y_0 , мы можем оценить относительный вклад стохастической компоненты в исходном временном ряду числа АС по величине объясненной дисперсии R^2 зависимости между исходным и отфильтрованным рядами. В случае числа АС, регистрируемых на учебно-тренировочных самолетах по причине КПН, для параметров фильтрации ЛПФ $k=2$, $m=17, 19$ величина объясненной дисперсии равна $R^2=0,3$, следовательно, доля стохастической компоненты составляет 70%.

Исследование динамики временного ряда авиационных событий, регистрируемых на учебно-тренировочных самолетах по причине нарушения производства полетов

Полученные в предыдущем разделе результаты были проверены на временном ряду значений АС, зарегистрированных на учебно-тренировочных самолетах по причине НПП. Интересно отметить отличие временного ряда АС, регистрируемых по причине НПП, от предыдущего исследованного ряда. При фильтрации методом МГК оценить величины показателей Ляпунова оказалось невозможно во всем диапазоне исследованных значений пространства вложения ($m=3..19$). Для метода

ЛПФ аналогичные ограничения наблюдались только для диапазона $k=2, m=5, n(j)<22$. Результаты тестирования при фильтрации методом ЛПФ ($k=2 \dots 4$) приведены на рисунке 8.

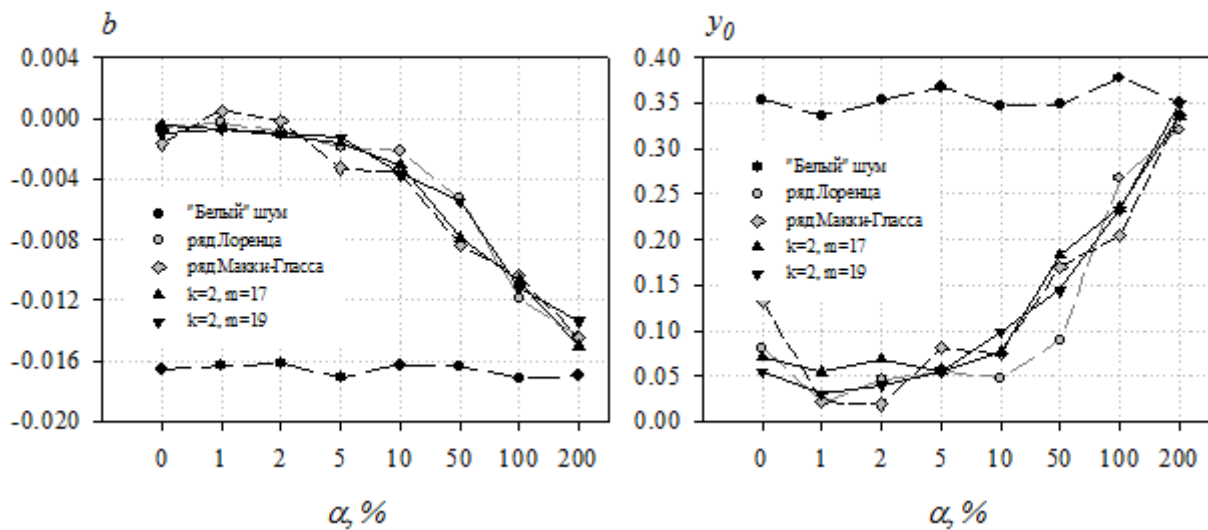


Рисунок 7 – Сопоставление динамики зависимости параметров линейной аппроксимации λ_1 модельных рядов, содержащих аттракторы Лоренца и Макки-Гласса, с динамикой аналогичных показателей для временных рядов АС, регистрируемых на учебно-тренировочных самолетах по причине КПН, и отфильтрованных ЛПФ ($k=2, m=17, 19$) от величины добавленного шума

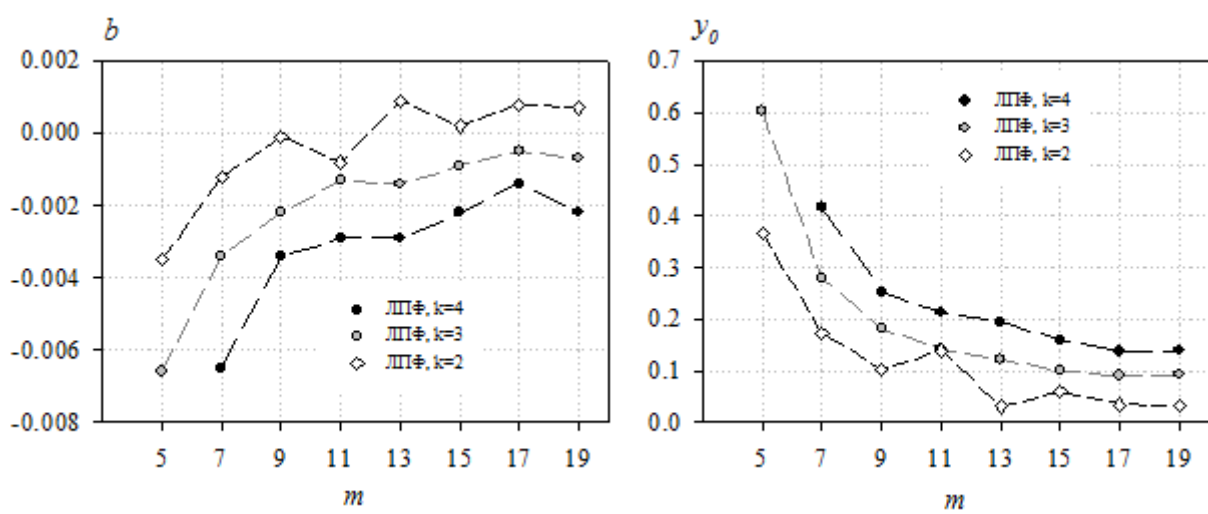


Рисунок 8 – Зависимость параметров линейной аппроксимации λ_1 временных рядов АС, регистрируемых на учебно-тренировочных самолетах по причине НПП, от величины размерности вложения

Для временного ряда АС, регистрируемых на учебно-тренировочных самолетах по причине НПП, значения b становятся положительными для $k=2$ и $m=13..19$. Если выбрать два максимальных значения b , равных 0,0009 и 0,0008, то динамика этих двух кривых оказывается очень близкой (рисунок 9), и практически точно (за исключением нулевой точки) совпадающей с динамикой детерминированных рядов гармонического модельного сигнала.

При этом необходимо отметить, что совпадение с динамикой кривых, полученных для параметров рядов Лоренца и Макки-Гласса, хуже. Резкое уменьшение значений для модельных ря-

дов начинается при 50% добавленного шума, а для реальных рядов – при 10%, что соответствует поведению детерминированного ряда. Различие точек с нулевыми ординатами на графиках гармонических рядов и временных рядов АС объясняется, скорее всего, присутствием в реальных рядах остаточной доли шума.

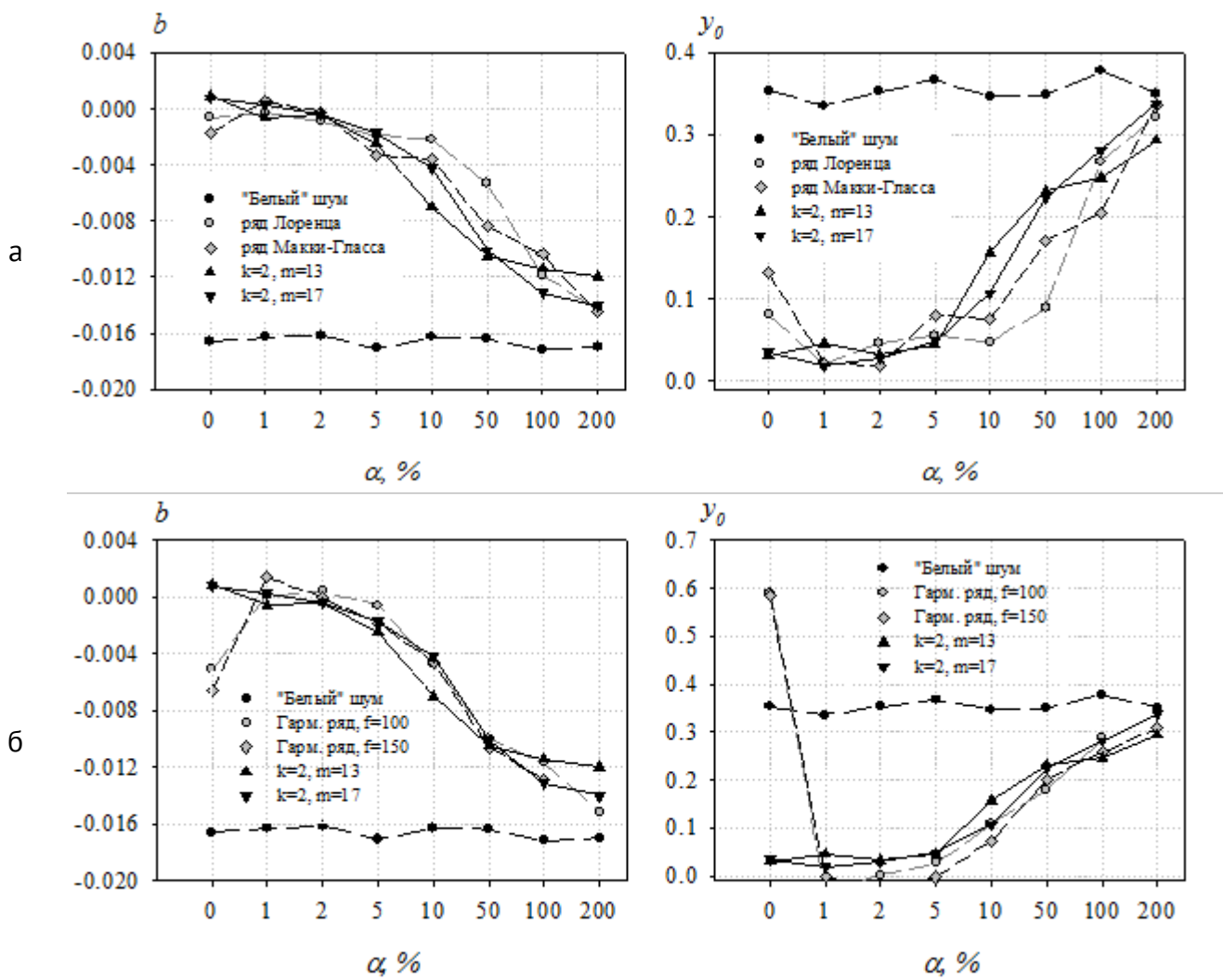


Рисунок 9 – Сравнение зависимости параметров линейной аппроксимации λ_1 модельных рядов, содержащих аттракторы Лоренца и Макки-Гласса (а), и гармонических рядов (б) с динамикой аналогичных показателей для временных рядов АС, регистрируемых на учебно-тренировочных самолетах по причине НПП, отфильтрованных ЛПФ ($k=2$, $m=13, 17$) от величины добавленного шума

Исследование динамики временного ряда авиационных событий, регистрируемых на военнотранспортных самолетах по причине конструктивно-производственных недостатков и нарушения производства полетов

Результаты применения разработанного алгоритма к анализу временных рядов числа авиационных событий, идентифицированных по причине КПН и НПП, которые зарегистрированы на военнотранспортных самолетах авиации ВС РФ, приведены на рисунках 10-13.

Рисунок 10 показывает результаты отбора оптимальных параметров фильтрации для АС, регистрируемых по причине КПН. Видно, что кривая, отражающая поведение параметра b для метода ЛПФ ($k=2$) располагается выше остальных практически при всех значениях m (кроме

$m=17, 19$). На основании результатов рисунка 10 отберем параметры ЛПФ-фильтрации $k=2$, $m=15$ для анализа их поведения по мере добавления шума (рисунок 11). Эти параметры фильтрации дают близкое к нулю ($-0,002 < b = -0,0006 < 0$) значение b (характерное только для хаотических рядов) и минимальное из наблюдаемых значение $y_0 = 0,12$, лежащее в области значений, характерных для окрашенного шума.

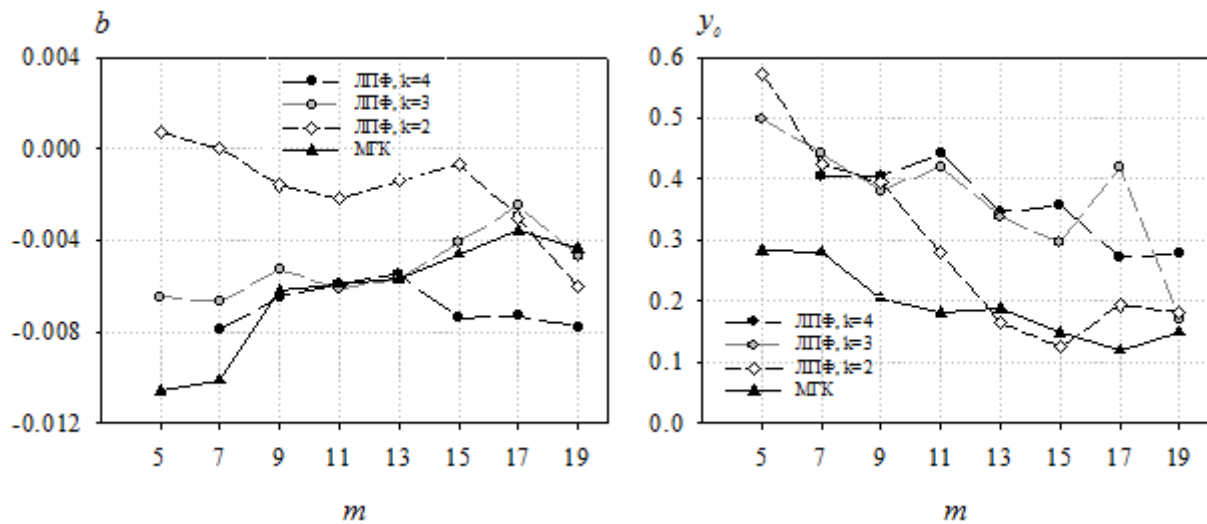


Рисунок 10 – Зависимость параметров линейной аппроксимации λ_1 временных рядов АС, регистрируемых на военно-транспортных самолетах по причине КПН, от величины размерности вложения

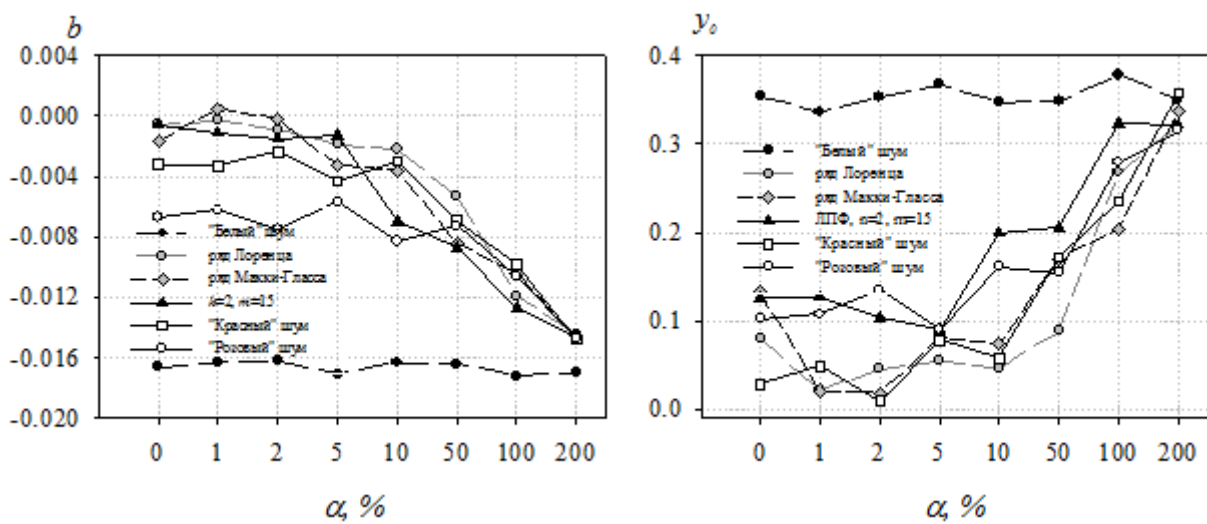


Рисунок 11 – Сравнение зависимостей параметров линейной аппроксимации λ_1 модельных рядов Лоренца и Макки-Гласса, «розового» и «красного» шума и временных рядов АС, регистрируемых на военно-транспортных самолетах по причине КПН, отфильтрованных ЛПФ ($k=2$, $m=15$) от величины добавленного шума

Как следствие таких начальных значений, динамика значений b сходна с динамикой рядов Лоренца и Макки-Гласса, поскольку значения b , хотя и демонстрируют горизонтальный участок при добавлении низких процентов шума (как это происходило с рядами «розового» шума), од-

нако эти значения лежат выше соответствующих значений «розового» шума и относятся к диапазону значений, характерных для хаотических рядов.

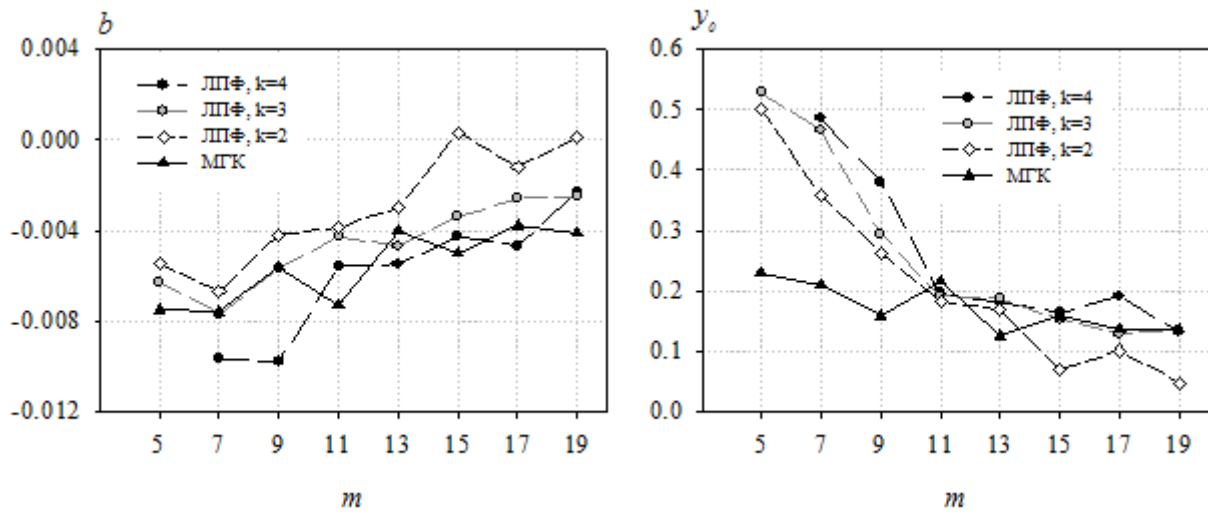


Рисунок 12 – Зависимость параметров линейной аппроксимации λ_1 временных рядов АС, регистрируемых на военно-транспортных самолетах по причине НПП, от величины размерности вложения

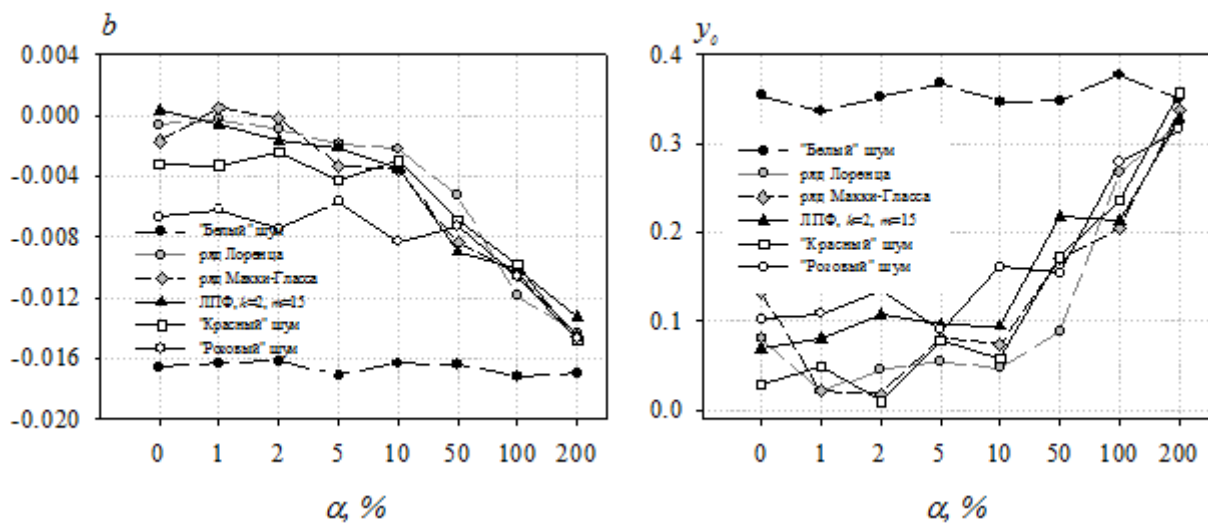


Рисунок 13 – Сравнение зависимости параметров линейной аппроксимации λ_1 модельных рядов окрашенного шума и рядов, содержащих аттракторы Лоренца и Макки-Гласса, с динамикой аналогичных показателей для временных рядов АС, регистрируемых на военно-транспортных самолетах по причине НПП, отфильтрованных ЛПФ ($k=2, m=15$) от величины добавленного шума

В то же время зависимость y_0 от процента шума повторяет ход кривой, характерной для «розового» шума. Таким образом, временной ряд числа АС, регистрируемых на военно-транспортных самолетах по причине КПН, не может быть однозначно отнесен к хаотическим или окрашенным шумовым рядам. Зависимость параметров b и y_0 от метода и степени фильтрации временного ряда АС, регистрируемых по причине НПП, показана на рисунке 12. Максимально

приближенными к нулевым значениям являются показатели для ЛПФ ($k=2$, $m=15$ и $k=2$, $m=19$). Зависимость b и Y_0 для данного уровня фильтрации от процента добавленного шума дает ход кривых, показанный на рисунке 13: поведение показателя b полностью соответствует ходу кривых крупномасштабного хаоса и отлично от поведения кривых окрашенного шума, в то время как кривая зависимости Y_0 располагается на границе между «розовым» шумом и крупномасштабным хаосом.

Обсуждение и выводы

Таким образом, для протестированных реальных временных рядов АС, регистрируемых на учебно-тренировочных и военно-транспортных самолетах по причине КПН и НПП, удалось подобрать параметры фильтрации (по критерию максимального наблюдаемого значения параметра b), оставляющие в отфильтрованном ряду минимально возможный процент шума. Необходимо отметить, что и сами параметры, полученные для модельных рядов, и разработанные на их основе критерии отнесения реальных рядов к определенному типу (детерминизм, хаос, стохастика) являются узко специфическими в смысле заложенных при анализе параметров: длина ряда в 520 точек, диапазон изменения $n(j)=10..50$ точек при оценке $\lambda_1(n(j))$ и т. д. При изменении данных параметров с большой вероятностью изменятся и расположение на плоскости зависимостей для модельных рядов, и границы диапазона численных параметров линейной регрессии, относящихся к разным типам модельных рядов.

Наблюдается также общая закономерность расположения кривых при различных степенях фильтрации: для метода ЛПФ максимальные значения b дает $k=2$, а при $k=3$ или $k=4$ кривые обычно проходят дальше от нуля и достаточно близко друг к другу. Дальше всех от нуля располагаются значения b , полученные для фильтрации методом МГК. Таким образом, можно сделать вывод, что метод МГК в меньшей степени устраняет шум, содержащийся в реальных временных рядах, чем метод ЛПФ.

Для АС, выявляемых на военно-транспортных самолетах по причине КПН и НПП, оптимальные параметры фильтрации оказались равными $k=2$, $m=15$. Процент стохастической компоненты в данных рядах можно оценить по величине объясненной дисперсии R^2 зависимости между исходным и отфильтрованным рядами. Для ряда КПН величина объясненной дисперсии составляет примерно $R^2=0,3$, для НПП $R^2=0,35$.

Для временных рядов АС, регистрируемых на учебно-тренировочных самолетах, оптимальными оказались значения параметров фильтрации методом ЛПФ $k=2$, $m=17$ в случае КПН и $k=2$, $m=13$ в случае НПП. Величина объясненной дисперсии составила соответственно $R^2=0,3$ для КПН, и $R^2=0,33$ для НПП.

Необходимо отдельно отметить близость как величин оптимальных параметров фильтрации, полученных для всех четырех протестированных временных рядов ($k=2$, $m=13..17$), так и величины объясненной дисперсии (0,3-0,35). Таким образом, для всех протестированных временных рядов АС доля стохастической компоненты составляет 65...70%.

Полученные результаты показывают, что в максимальной степени шум из исходных временных рядов числа АС, регистрируемых на учебно-тренировочных и военно-транспортных самолетах, может быть удален методом нелинейной фильтрации ЛПФ, при котором предполагаемая размерность детерминированной системы k равна двум, а размерность пространства, удовлетворительно описывающего высокоразмерный шум, должна быть не меньше 17. При этом увеличение k до 3 или 3 уже приводит к невозможности удовлетворительно исключить шум из исследуемого временного ряда даже при высоких значениях размерности пространства вложения m .

В то же время компонента временных рядов, полученная в результате фильтрации, для разных типов АС может быть отнесена к различным классам: если для АС, регистрируемых на военно-транспортных самолетах по причине КПН, она может быть с некоторыми ограничениями отнесена к классу хаотических кривых (совпадение не полное), то для АС, регистрируемых на военно-транспортных самолетах по причине НПП и на учебно-тренировочных самолетах по причине КПН, кривые относятся к классу динамического хаоса, аналогичного аттрактору Лоренца, а в случае АС, регистрируемых на учебно-тренировочных самолетах по причине НПП, – к классу гармонических детерминированных рядов.

Заключение

Понимание соотношения вклада детерминированной, хаотической и шумовой компонент во временных рядах уровня аварийности для разных типов самолетов в авиации ВС РФ необходимо для обоснования базовых параметров прогноза – уровня аварийности, погрешности оценки этого уровня (ошибки) и величины временного горизонта, допускающего прогнозирование.

Тестирование разработанного нами метода оценки на примере анализа временных рядов числа АС, зарегистрированных на учебно-тренировочных и военно-транспортных самолетах авиации ВС РФ по причине КПН и НПП, показало, что метод позволяет эффективно оценить оптимальные параметры фильтрации шумовой компоненты. Построенные для отобранных значений параметров зависимости действительно позволяют отнести отфильтрованные ряды к определенному классу (хаотическому, детерминированному или стохастическому).

Список использованных источников

1. Горшков В.А., Касаткин С.А. Идентификация временных рядов авиационных событий методами и алгоритмами нелинейной динамики: (Теория и анализ). – М: Бланк Дизайн, 2008. – 212 с.
2. Зенченко Т.А., Горшков В.А., Сиротин Н.Н., Фролков А.И., Плешаков А.И. Метод идентификации свойств временных рядов авиационных событий // Известия вузов. Авиационная техника. – 2019. – № 2. – С. 4-11.
3. Wolf A., Swift J.B., Swinney H.L., Vastano J.A. Determining Lyapunov exponents from a time series // *Physica D*, 16, 285-317 (1985).
4. Benettin G., Galgani L., Strelcyn J.M. Kolmogorov entropy and numerical experiments // *Phys. Rev.* 14, 2338-2345 (1976).
5. Rosenstein M.T., Collins J.J., De Luca C.J. A practical method for calculating largest Lyapunov exponents from small data sets. *Physica D*, 65, 117 (1993).
6. Kantz H. A robust method to estimate the maximal Lyapunov exponent of a time series // *Phys. Lett. A* 185, 77 (1994).
7. Eckmann J-P., Ruelle D. Ergodic theory of chaos and strange attractors // *Rev. Mod. Phys.* 57 (1985), 617.
8. Sato S., Sano M., Sawada Y. Practical methods of measuring the generalized dimension and the largest Lyapunov exponent in high dimensional chaotic systems // *Prog. Theor. Phys.* 77 (1987) 1.
9. Lorenz E.N. Deterministic nonperiodic flow // *Journal of the Atmospheric Sciences* 20, 130-141 (1963).
10. Гласс Л., Мэки М. От часов к хаосу: Ритмы жизни / Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 248 с.
11. Henon M. Two dimensional mapping with a strange attractor // *Comm. Math. Phys.* 50. (1976).
12. Ikeda K., Daido H., Akimoto O. Optical turbulence: chaotic behavior of transmitted light from ring cavity // *Phys. Rev. Lett.*, 45, 709 (1980).
13. Sauer T., Yorke J., Casdagli M. Embedology // *J. Stat. Phys.* 65, 579 (1991).

14. Vautard R., Yiou P., Ghil M. Singular-spectrum analysis: a toolkit for short, noisy chaotic signals // *Physica D*, 58, 95 (1992).
15. Kostelich E.J., Schreiber T. Noise reduction in chaotic time series data: A survey of common methods // *Phys. Rev. E* 48, 1752 (1993).
16. Davies M.E. Noise reduction schemes for chaotic time series // *Physica D*, 79, 174 (1994).
17. Urbanowicz K., Kantz H. Improvement of speech recognition by nonlinear noise reduction // arXiv:physics/0507044 v3, D-01187 Dresden, Germany (2006).
18. Jolliffe I.T. *Principal component analysis*. – New York: Springer (1986).
19. Grassberger P., Hegger R., Kantz H., Schaffrath C., Schreiber T. On noise reduction methods for chaotic data // *CHAOS* 3, 127 (1993).
20. Kantz H., Schreiber T., Hoffmann I., Buzug T., Pfister G., Flepp L.G., Simonet J., Badii R., Brun E. Nonlinear noise reduction: a case study on experimental data // *Phys. Rev. E* 48, 1529 (1993).

А.М. Белевцев, доктор технических наук
В.А. Балыбердин, доктор технических наук, профессор
А.А. Белевцев
Е.Б. Маркелов, кандидат технических наук

Некоторые тенденции развития информационных технологий для систем сетецентрического управления

В статье рассмотрены тенденции развития информационных технологий в свете реализации концепции сетецентрического управления (СЦУ) как логической основы перспективных систем и комплексов автоматизированного управления военного назначения. За основу приняты исследования и разработки, осуществляемые в США как государстве, занимающем ведущие позиции в исследованиях по данной тематике. Рассмотрены работы, осуществляемые федеральными исследовательскими центрами, а также национальными лабораториями и лучшими ИТ(ИТ)-компаниями. Выделены наиболее важные направления исследований, отмечено акцентированное внимание федеральных исследовательских центров на тематику, связанную с формированием «ударной компоненты» информационных технологий, включая вопросы создания кибероружия и программных средств боевого применения с высокими качественными характеристиками.

В последние годы в известной литературе большое внимание уделяется вопросам развития идеологии «сетецентрической войны». Практическая реализация этой идеологии основана на интеграции всех сил и средств в рамках единого информационного пространства, что позволяет многократно увеличить эффективность их боевого применения за счет информационного превосходства над противником¹. Основные пути достижения информационного превосходства изложены в концепции «Ведение боевых действий в едином информационном пространстве» (NCW – Network-Centric Warfare). Эта концепция более известна под наименованием «сетецентрических войн». Применяют также термин «сетецентрическое управление» [1].

Концепция СЦУ определяет архитектуру системы проведения операций в виде взаимоувязанных в единую сеть трех видов сетевых структур: разведки и наблюдения, информационно-управляющей, средств поражения [2-4]. При этом ведущую роль играет информационно-управляющая структура, обеспечивающая взаимосвязанное функционирование элементов всего войскового организма в едином информационном пространстве (ЕИП).

По замыслу зарубежных военных специалистов, объединение средств разведки и поражения посредством ЕИП обеспечит [2-4]:

- значительное сокращение цикла управления «обнаружение – оценка – принятие решения – удар» при одновременном повышении качества принимаемого решения;
- повышение эффективности использования высокоточного оружия;
- интегрированное оперативное управление на ТВД силами и средствами, принадлежащими к разным видам и родам войск.

1 Буренок В.М. Базис сетецентрических войн – опережение, интеллект, инновации // Независимое военное обозрение, 02.04.2010 // http://nvo.ng.ru/concepts/2010-04-02/1_bazis.html

Это позволяет применять развертываемые на ТВД вооруженные формирования в качестве единой пространственно-распределенной разведывательно-ударной системы, использующей тактику ведения боевых действий без образования непрерывной линии боевого соприкосновения.

Работы по созданию единого информационного пространства проводятся достаточно интенсивно в ведущих странах мира, хотя единый системный взгляд на сетецетрическое развитие системы вооружения окончательно не сформирован. Важным шагом в эволюционном развитии концепции СЦУ стала практическая реализация стратегии гибридных войн и использование мягкой силы в обеспечении глобального геополитического превосходства США. Вместе с тем практическая реализация рассматриваемой концепции замыкается на широкое использование перспективных информационных технологий, обеспечивающих функционирование систем СЦУ¹.

На решение главной задачи разработки новых информационных технологий для систем СЦУ – достижение информационного превосходства над противником – направлены усилия федеральных научно-исследовательских центров (DARPA, IARPA, DISA), федеральных венчурных фондов, ведущих университетов и национальных исследовательских лабораторий США, Европы, а также многочисленных IT-компаний по всему миру. Интерес представляет проведение анализа тенденций развития информационных технологий, обеспечивающих различные аспекты практической реализации систем сетецетрического управления. В качестве характерного примера целесообразно рассмотреть ситуацию на примере исследований, осуществляемых в США.

Отметим, что одним из наиболее активных организаторов исследований и разработок в области информационных технологий для СЦУ в США является DARPA – агентство передовых оборонных исследовательских проектов. Анализ имеющихся материалов позволил определить некоторые наиболее важные направления исследований DARPA в плане развития информационных технологий в интересах систем СЦУ². На рисунках 1 и 2 приведены диаграммы, характеризующие соответствующие направления работ DARPA. При этом диаграмма на рисунке 1 характеризует активность исследований по числу реализуемых программ, а на рисунке 2 – по финансовому обеспечению.

Даже беглый взгляд на представленные обобщенные материалы позволяет отметить определенное смещение акцентов на тематику, связанную с решением вопросов «мягкого» воздействия на противника, а также противодействия соответствующим воздействиям со стороны противника.

Анализ количественных аспектов приведенных диаграмм свидетельствует о том большом внимании, которое уделяется в США вопросам развития новых информационных технологий для повышения боевых возможностей вооруженных формирований. Анализируя данные, представленные на рисунках 1 и 2, необходимо учитывать следующие соображения.

В позиции, связанной с работами в области искусственного интеллекта (ИИ), отражены лишь те исследования, которые связаны в основном с методологией и методами реализации систем ИИ. В более широком плане тематика ИИ присутствует и в других позициях, таких как кибероружие и кибербезопасность, анализ больших объемов неструктурированных данных, технологии

1 [1]; [2]; Российская компания победила Google в распознавании лиц // <http://lenta.ru/news/2015/12/07/megaface/>.

2 [1]; Отчет DARPA за 2015 год // https://mipt.ru/education/chairs/theor_cybernetics/government/upload/3af/Program_darpa2015_rus.pdf; The US government is not spending enough on cybersecurity // <http://www.businessinsider.com/us-government-cybersecurity-spending-2015-9>; Клабуков И.Д., Алехин М.Д., Мусиенко С.В. Сумма технологий национальной безопасности и развития // https://mipt.ru/education/chairs/theor_cybernetics/government/upload/512/summa_technologies-arphxczeanv.pdf; «Ростех», ФРИИ и «Ай-теко» вложат миллиард в кибербезопасность // <http://www.vedomosti.ru/technology/articles/2015/10/16/613179-ros-teh-frii-ai-teko-vlozhat-kiberbezopasnost>

системного анализа и прогнозирования, технологии РЭБ и др. Значительный интерес в плане рассматриваемой тематики представляют исследования, проводимые Агентством передовых исследований в сфере разведки (Intelligence Advanced Research Projects Activity, IARPA)¹.

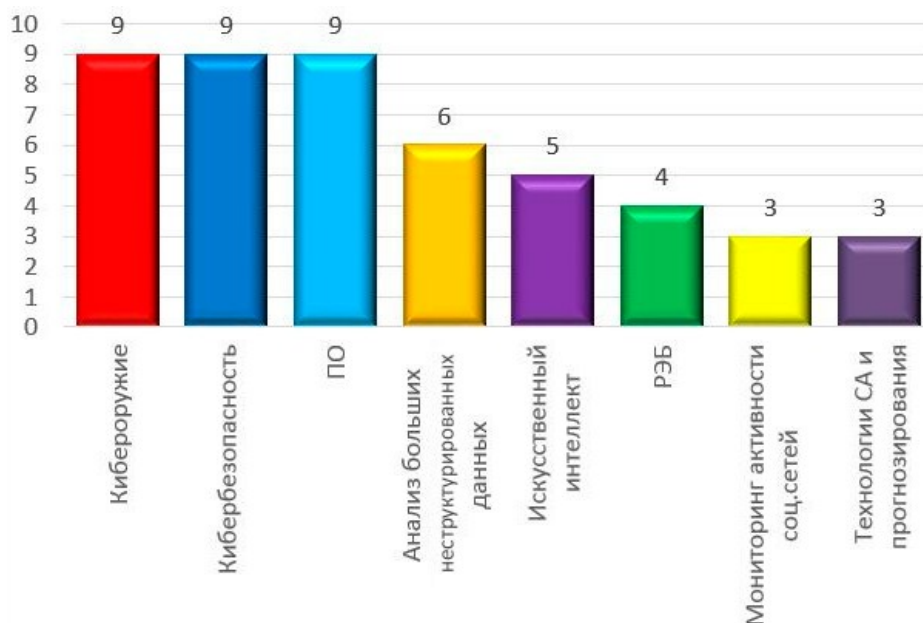


Рисунок 1 – Объединенная диаграмма активности исследований DARPA

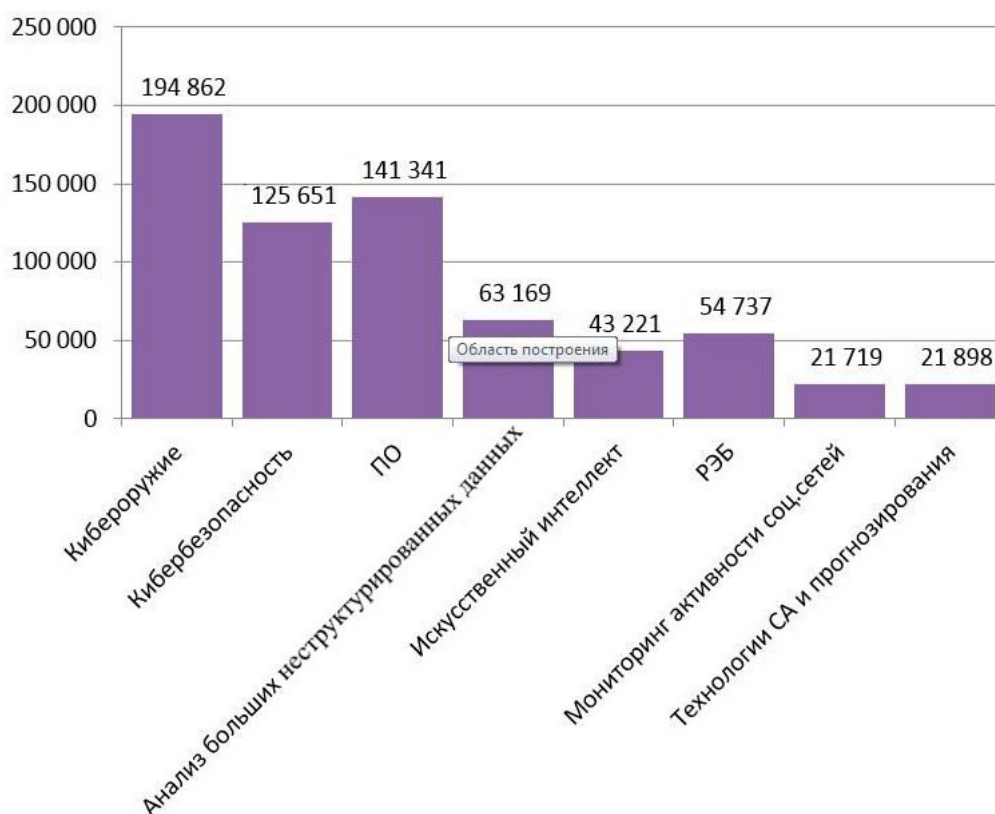


Рисунок 2 – Диаграмма суммарных затрат (у. е.)

1 Клабуков И.Д., Алехин М.Д., Мусиенко С.В. Указ. соч.; Берд К. «Кивино гнездо: Серьезные игры». – М.: «Компьютера», 2015; «Ростех», ФРИИ и «Ай-теко» вложат миллиард в кибербезопасность // <http://www.vedomosti.ru/technology/articles/2015/10/16/613179-rosteh-frii-ai-teko-vlozhat-kiberbezopasnost>

Деятельность IARPA и ее бюджет засекречены, публикуется информация лишь о части проектов. В процессе анализа имеющихся материалов была получена структура научной деятельности агентства, из которой видно, что главное место IARPA отводит исследованиям, посвященным созданию искусственного интеллекта, технологиям стратегического анализа и прогноза, а также технологиям анализа больших неструктурированных данных, – критически важным технологическим направлениям для развития и автоматизации разведывательной деятельности (рисунок 3).

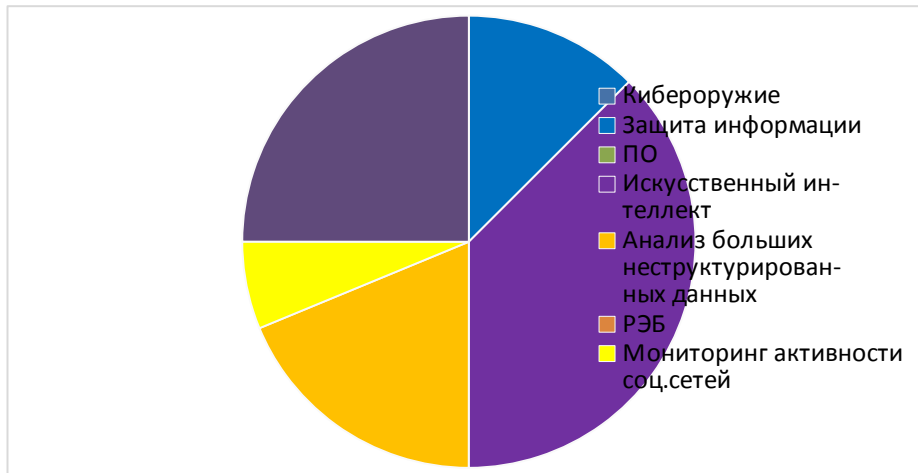


Рисунок 3 – Структура научной деятельности IARPA

Помимо DARPA и IARPA рассматриваемой тематикой исследований и разработок занимаются и другие федеральные исследовательские центры, такие как DISA (Defence Information System Agency) и венчурный фонд In-Q-Tel, созданный в 1999 году, сеть исследовательских лабораторий, созданных при поддержке курирующих министерств, а также целый ряд IT-компаний. Таблицы 1-3 дают общее представление о сфере научных интересов этих организаций.

Таблица 1 – Основные направления исследований федеральных исследовательских агентств США в области информационных технологий систем СЦУ

№ п/п	Направления исследований	DARPA	IARPA	DISA	In-Q-tel
1	Кибероружие	■			
2	Кибербезопасность	■	■	■	■
3	Методы разработки, программирования, тестирования и диагностики ПО	■	■		■
4	Анализ сложных неструктурированных данных	■	■		■
5	Радиоэлектронная борьба	■			
6	Мониторинг активности социальных сетей	■	■		
7	Прогноз и стратегический анализ	■	■		
8	Искусственный интеллект	■	■		■
9	Суперсистемы	■			

На основании проведенного мониторинга результатов исследований федеральных исследовательских центров, национальных лабораторий, крупных промышленных компаний была получена сводная диаграмма, отражающая суммарное количество организаций, занимающихся каждым технологическим направлением (рисунок 4).

Таблица 2 – Направления исследований национальных лабораторий США в области информационных технологий систем СЦУ

Направления исследований	Sandia National Laboratories	Los Alamos National Laboratory	The Ames Laboratory	Fermi National Accelerator Laboratory	Idaho National Laboratory	Pacific Northwest National Laboratory
Защита данных	■				■	
Большие данные		■				
Методы ПО		■		■		
Методы ИИ			■			■
Технологии моделирования			■			

Таблица 3 – Сравнительный анализ направлений деятельности лучших IT-компаний в области кибербезопасности

№ п/п	IT-компания	Технологии сетевой защиты	Технологии защиты конечных устройств	Технологии защиты беспроводных сетей	Анализ и предотвращение угроз	Технологии обучения кибербезопасности	Идентификация	Биометрия
1	FireEye	■						
2	Lancope	■	■			■		
3	AlienVault		■	■	■			
4	Norse				■			
5	Easy Solutions				■		■	
6	IBM Corporation	■	■	■	■	■	■	
7	Veracode		■					
8	Clearwater Compliance			■				
9	Palo Alto Networks	■						
10	SecuEra Technologies		■				■	■
11	Trend Micro		■	■				
12	Nexusguard	■						
13	NuData Security						■	■
14	Code Dx	■						
15	Sera-Brynn				■			
16	DFLabs				■			
17	BT	■						
18	Cavirin			■		■		
19	IT Security, Inc.	■	■					
20	Herjavec Group				■	■		

В целом по результатам проведенного анализа можно сделать следующие основные выводы:

1. Наиболее важными направлениями исследований в плане развития информационных технологий в интересах систем СЦУ являются работы в части создания кибероружия и обеспечения кибербезопасности, разработки высокоэффективных и надежных программных средств, систем и средств искусственного интеллекта, методов и средств анализа больших объемов неструктурированных данных, осуществления стратегического анализа и прогноза развития сложных ситуаций, мониторинга подозрительной активности в соцсетях, создания и совершенствования методов и средств радиоэлектронной борьбы, развития технологии построения суперсистем.

2. В США вопросы развития информационных технологий для обеспечения разработок в области систем сетецентрического управления находятся в центре внимания федеральных иссле-

довательских центров, национальных лабораторий, крупных промышленных компаний и проводятся широким фронтом.

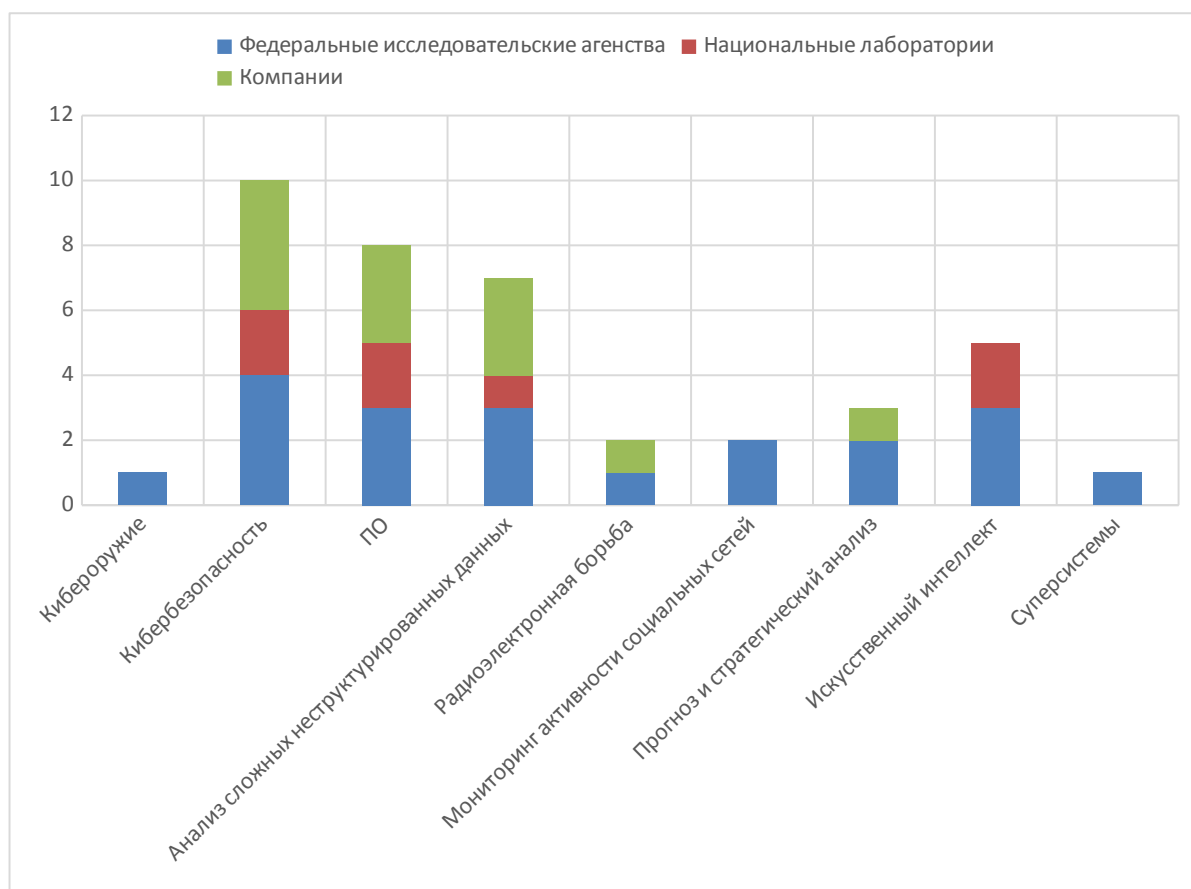


Рисунок 4 – Сводная диаграмма активности исследований федеральных исследовательских центров, национальных лабораторий, крупных промышленных компаний

3. Существует определенное акцентирование внимания федеральных исследовательских центров на тематику, связанную с формированием «ударной компоненты» информационных технологий, включая вопросы создания кибероружия и программных средств боевого применения с высокими качественными характеристиками.

4. Наличие широкого спектра организаций, участвующих в исследованиях и разработках по развитию информационных технологий для систем сетецентрического управления, обеспечивает практические гарантии возможности выбора и прикладного использования в соответствии с назначением наиболее качественных разработок по рассматриваемой тематике.

Список использованных источников

1. Хамзатов М.М. Влияние концепции сетецентрической войны на характер современных операций // Военная мысль. – 2006. – № 7. – С. 13-17.
2. Кондратьев А.Е. Проблемные вопросы исследования новых сетецентрических концепций вооруженных сил ведущих зарубежных стран // Военная мысль. – 2009. – № 11. – С. 61-74.
3. Долгополов А.В., Богданов С.А. Эволюция форм и способов ведения вооруженной борьбы в сетецентрических условиях // Военная мысль. – 2011. – № 2. – С. 49-58.
4. Белевцев А.М., Балыбердин В.А., Бендерский Г.П., Белевцев А.А. Анализ направлений развития нано- и IT-технологий для построения специализированных сетевых коммуникационных систем нового поколения // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2015. – № 3. – С. 35-45.

А.И. Буравлев, доктор технических наук,
 профессор
 А.А. Нестеров

Применение радиальных диаграмм для решения многокритериальных задач программно-целевого планирования

В статье рассматривается способ решения многокритериальных задач программно-целевого планирования, основанный на использовании свертки нескольких целевых показателей качества системы в агрегированный показатель с применением известной процедуры построения лепестковых и радиальных диаграмм.

Большинство задач программно-целевого планирования являются многокритериальными, поскольку используют не один, а несколько целевых показателей, которые необходимо либо максимизировать (минимизировать), либо вывести на заданный уровень для достижения желаемого эффекта [1]. Решение многокритериальных задач связано с определенными вычислительными трудностями [2, 3]. При этом результат получается в виде некоторого множества компромиссных (парето-оптимальных) вариантов, из которых исследователю или лицу, принимающему решение, снова приходится выбирать некоторое решение на основе уже другого критерия [4-6]. Поэтому на практике часто прибегают к свертке нескольких целевых показателей в агрегированный показатель [7, 8]. Одним из методов свертки является построение лепестковой или радиальной диаграммы на множестве целевых показателей [8].

Пусть имеется набор целевых показателей $K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$, характеризующий качество некоторой системы или направления ее развития. Каждый целевой показатель k_i нормирован относительно максимально возможного значения и принимает значения $0 < k_i \leq 1$. Далее на плоскости задается полярная система координат в виде n радиусов k_i с угловыми координатами $\alpha_i = \frac{2\pi}{n}$, ($i = \overline{1, n}$). Концы соседних радиусов k_i соединяются между собой прямыми линиями. В результате получаем следующую лепестковую диаграмму (рисунок 1). Построение лепестковых диаграмм предусмотрено в программной среде MS Excel.

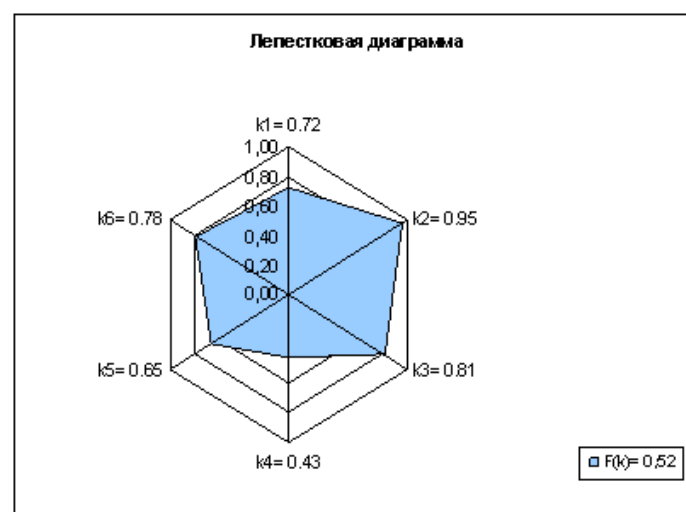


Рисунок 1 – Лепестковая диаграмма целевых показателей системы

Площадь лепестковой диаграммы составляет:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n k_i k_{i+1} \sin \alpha}{2},$$

где $k_{n+1}=k_1$ и представляет собой аддитивно-мультипликативную свертку целевых показателей исследуемой системы. Площадь правильного многоугольника с радиусом $k_i=1$ равна $S_{max} = \frac{n \sin \alpha}{2}$ и характеризует максимальное значение данной свертки. Отношение площадей характеризует степень близости агрегированного показателя к максимально возможному значению:

$$F(K) = \frac{S}{S_{max}} = \frac{\sum_{i=1}^n k_i k_{i+1}}{n}. \tag{1}$$

Более удобной по сравнению с лепестковой является радиальная диаграмма. Она отличается тем, что концы радиусов k_i описывают дугу в пределах секторального угла α , а максимально возможная область представляет собой круг единичного радиуса (рисунок 2).

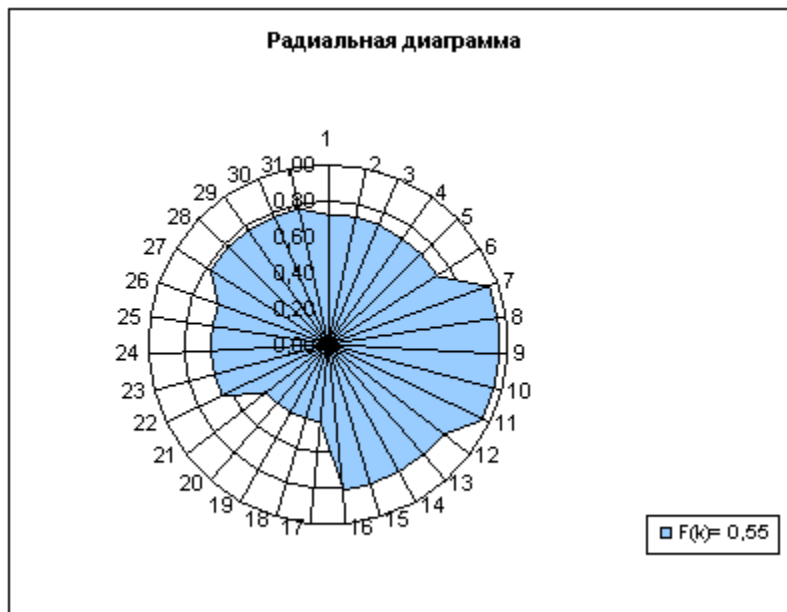


Рисунок 2 –Радальная диаграмма целевых показателей системы

Площадь радиальной диаграммы составляет $S = \frac{\pi \sum_{i=1}^n k_i^2}{n}$ и является аддитивной квадратич-

ной сверткой целевых показателей, а площадь единичного круга равна $S_{max} = \pi$. В результате агрегированный показатель радиальной диаграммы представляет собой среднее квадратичное значение целевых показателей:

$$F(K) = \frac{S}{S_{max}} = \frac{\sum_{i=1}^n k_i^2}{n}. \tag{2}$$

Если целевые показатели имеют различную значимость для исследователя, то ее можно учесть изменением полярного угла α_i , удовлетворяющего условию $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 2\pi$. Чем больше угол α_i , тем больше площадь сектора с радиусом k_i .

В этом случае агрегированный показатель качества системы будет иметь вид:

$$F(K) = \frac{S}{S_{max}} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i k_i^2}{2\pi} \tag{3}$$

Для сравнения двух систем, имеющих одинаковый набор, но различные значения целевых показателей, можно использовать агрегированный показатель $F(K)$.

Если $F(K) > F(K')$, то система с набором целевых показателей K интегрально предпочтительнее системы с целевыми показателями K' ($K > K'$). При равенстве $K = K'$ обе системы считаются равнозначными.

В прикладных задачах целевые показатели $K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$ содержат элемент неопределенности, обусловленный наличием случайных погрешностей в их значениях. В этом случае агрегированные показатели в форме (2), (3), представляющие собой средние значения квадратов целевых показателей, обладают фильтрующим свойством, уменьшающим влияние случайных погрешностей.

Если известны средние значения \bar{k}_i и дисперсии $\sigma_{k_i}^2$ целевых показателей системы, то из формул (2), (3) можно получить средние значения и дисперсии агрегатов $F(K)$:

$$\bar{F} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{k}_i^2}{n}; \quad \sigma_F^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_{k_i}^2}{n} \tag{4}$$

$$\bar{F} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i \bar{k}_i^2}{n}; \quad \sigma_F^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i \sigma_{k_i}^2}{n} \tag{5}$$

Принимая распределение агрегата F приближенно нормальным со средним значением \bar{F} и дисперсией σ_F^2 , можно получить оценку доверительного интервала для F с заданной доверительной вероятностью d :

$$\bar{F} - \varepsilon_d \sigma_F \leq F \leq \bar{F} + \varepsilon_d \sigma_F, \tag{6}$$

где $\varepsilon_d = \Phi^{-1}\left(\frac{1+d}{2}\right)$ – квантиль нормального распределения с уровнем значимости d .

Доверительная интервальная оценка позволяет повысить надежность принимаемых решений при анализе систем.

При сравнении систем с агрегированными показателями качества $F(K)$ и $F(K')$, содержащими случайные погрешности, алгоритм принятия решений о предпочтительности систем имеет следующий вид:

- а) если $\bar{F} - \varepsilon_d \sigma_F \geq \bar{F}' + \varepsilon_d \sigma_{F'}$, то $K > K'$;
- б) если $\bar{F} + \varepsilon_d \sigma_F < \bar{F}' - \varepsilon_d \sigma_{F'}$, то $K < K'$;

где знак \approx означает равнозначность систем.

Повышение качества систем связано с необходимостью дополнительных затрат ресурсов. В этом случае возникает задача оптимального распределения ресурсов по направлениям совершенствования системы и достижения заданного интегрального уровня качества при минимальных затратах ресурсов, либо максимизации интегрального показателя качества при заданных

ресурсах. Обозначим $C_i(k_i)$ затраты, необходимые для достижения уровня показателя качества k_i . Эта зависимость, как правило, нелинейная. Чем выше уровень качества системы, тем большие затраты требуются для его достижения.

В прикладных задачах часто используется логистическая зависимость затрат от уровня качества k_i :

$$C_i(k_i) = \frac{\alpha_i k_i}{(1 + \varepsilon - k_i)^{\beta_i}}, \tag{8}$$

где α_i, β_i – параметры, определяемые по статистическим и экспертным данным.

Параметр $\varepsilon > 0$ ограничивает бесконечно большое значение функции $C_i(k_i)$ при $k_i \rightarrow 1$. График функции затрат $C_i(k_i)$ показан на рисунке 3.

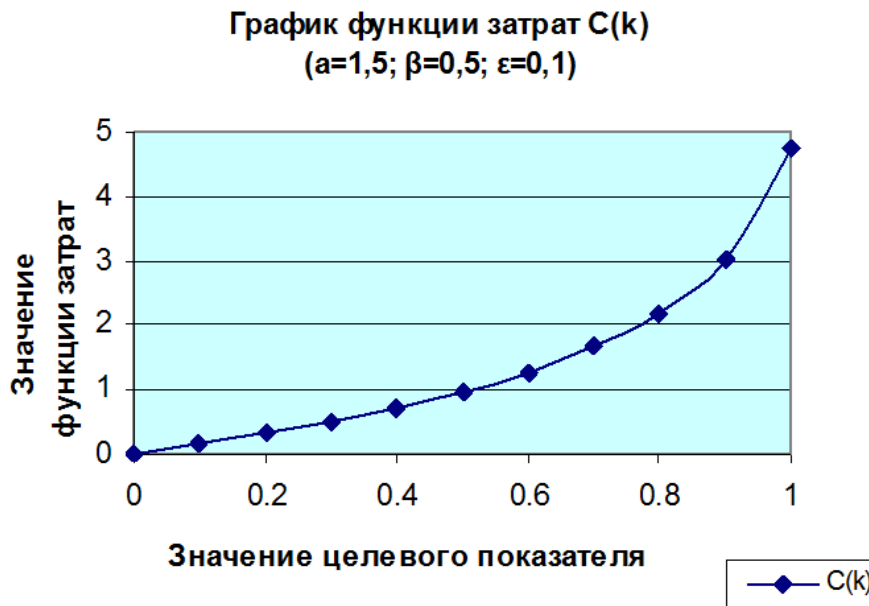


Рисунок 3 – График функции затрат

Общие затраты на реализацию совокупности целевых показателей K в первом приближении можно представить суммой затрат по отдельным составляющим:

$$C(K) = \sum_{i=1}^n C_i(k_i). \tag{9}$$

В результате получаем следующие задачи математического программирования:

а) прямая задача:

$$C(\bar{K}^*) = \min_K C(\bar{K}); F(\bar{K}^*) \geq F_{зад}; \tag{10}$$

б) обратная задача:

$$F(\bar{K}^*) = \max_K F(\bar{K}); C(\bar{K}^*) \leq C_{зад}, \tag{11}$$

где $F_{зад}, C_{зад}$ – заданные значения агрегированного показателя качества и затрат.

Рассмотрим примеры решения этих задач применительно к целевым функциям (2), (8) с использованием численных методов. В целях упрощения записи символ осреднения для целевых показателей системы опускаем.

Для прямой задачи целесообразно использовать градиентный метод поиска условного минимума суммарных затрат. В качестве аналога градиента можно использовать отношение $\Delta F_i(k) / \Delta C_i(k)$, ограничивая прирост целевых показателей переменным шагом:

$$\delta(t) = \lambda [F_{зад} - F(K(t-1))] \tag{12}$$

с коэффициентом $\lambda > 0$, который подбирается в зависимости от скорости сходимости алгоритма. Итерационная схема алгоритма в этом случае имеет следующий вид:

$$C(\bar{K}^*) \leq C_{зад}, \quad (i = \bar{1}, n), \tag{13}$$

где $t = 1, 2, \dots$ – номер итерации;

$$F_i(k_i) = \frac{k_i^2}{n} - i\text{-я составляющая агрегированного показателя качества системы.}$$

Для обратной задачи итерационный алгоритм остается прежним, кроме расчета величины его шага:

$$\delta(t) = \lambda [C_{зад} - C(K(t-1))]. \tag{14}$$

На рисунках 4-7 приведены графики изменения целевых показателей k_1, k_2, k_3, k_4 , агрегированного показателя $F(k_1, k_2, k_3, k_4) = \frac{\sum_{i=1}^4 k_i^2}{4}$, суммарных затрат $C(k_1, k_2, k_3, k_4) = \frac{\sum_{i=1}^4 \alpha_i k_i}{(1 + \varepsilon - k_i)^{\beta_i}}$ с параметрами $\alpha_1 = 1,5; \alpha_2 = 1,0; \alpha_3 = 1,2; \alpha_4 = 1,1; \beta_1 = 0,5; \beta_2 = 0,2; \beta_3 = 0,4; \beta_4 = 0,3; \varepsilon = 0,1$ при минимизации общей стоимости затрат для достижения заданного уровня качества $F_{зад} = 0,7$.

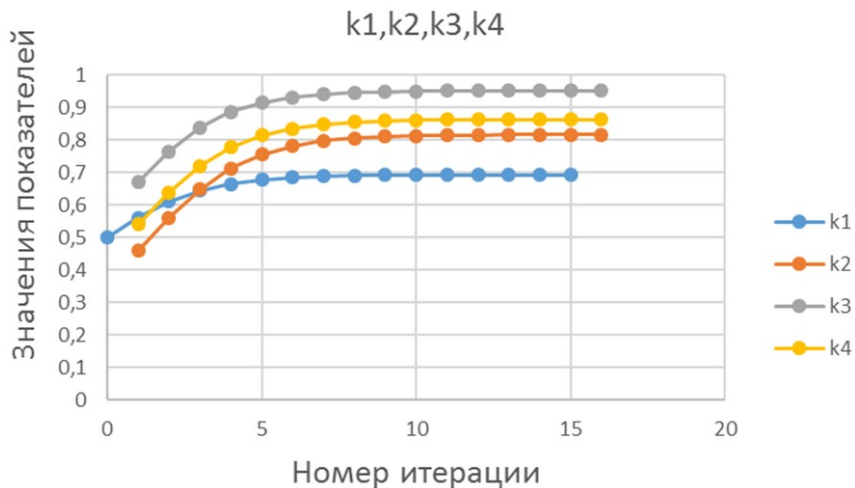


Рисунок 4 – Графики изменения целевых показателей при реализации итерационного алгоритма

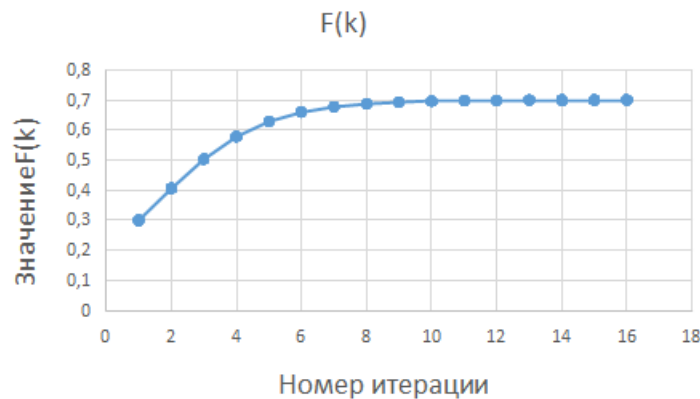


Рисунок 5 – График изменения значения агрегированного показателя $F(k)$ в процессе итерационного поиска

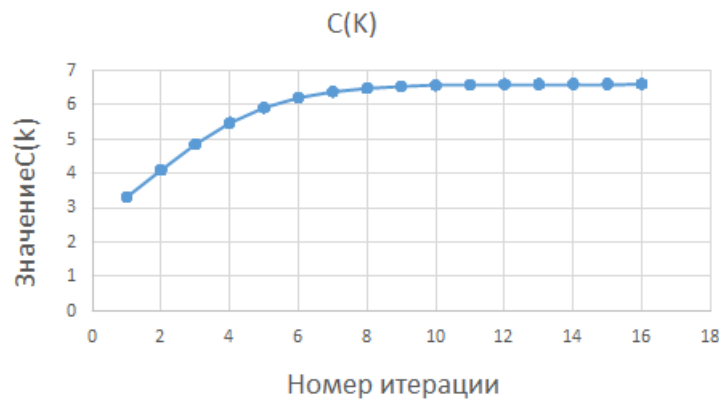


Рисунок 6 – График изменения стоимости затрат C(k) в процессе итерационного поиска

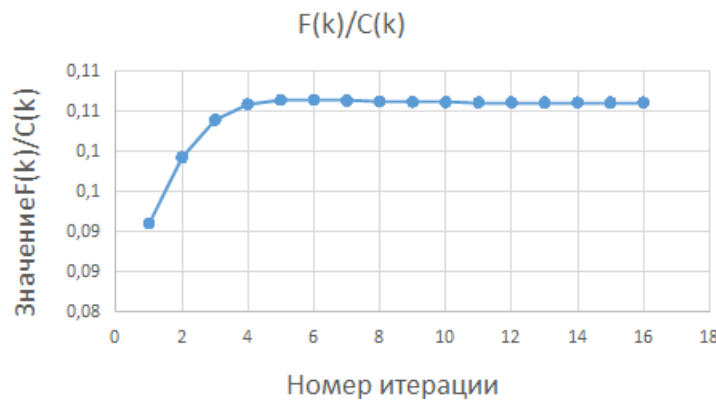


Рисунок 7 – График изменения показателя эффективности системы $F(k)/C(k)$ в процессе итерационного поиска

Из приведенных рисунков видно, что численный алгоритм поиска (13) быстро и достаточно точно выводит решение на стационарный режим. Подбором коэффициента λ регулируется сходимость алгоритма к стационарной точке. Алгоритм обеспечивает оптимизацию целевой функции как для радиальной, так и для лепестковой диаграмм. В качестве примера применения радиальных диаграмм рассмотрим следующие два примера.

Пример 1. Сравнительная оценка тактических авиационных комплексов.

На базе перечисленных в таблице 1 тактико-технических характеристик современных тактических авиационных комплексов можно сформировать комплекс агрегированных показателей, характеризующих функциональные возможности образца ВВТ. Такими показателями являются [8]:

- грузоподъемность $G_B / G_{макс}$;
- топливоемкость $G_T / G_{макс}$;
- топливная эффективность $2L / G_T$, км/кг;
- удельная мощность СУ $P_{СУ} / G_{макс}$, кВт/кг;
- дальнобойность D_C , км;
- время реакции СУВ $\tau = (D_{обн} - D_C) / V_{ср}$, с;
- летный ресурс $T_{НР}$, час.

Таблица 1 – ТТХ современных тактических авиационных комплексов¹

Тип ЛА	МиГ-29	Рафаль	F-16C	МиГ-35
Год выпуска	1982	1986	1984	2016
Масса пустого ЛА $G_{\text{п}}$, кг	10900	10000	8275	11000
Объем топлива $G_{\text{т}}$, л	4200	5325	3105	5830
Масса боевой нагрузки $G_{\text{б}}$, кг	3000	6000	5445	7000
Масса взлетная максимальная $G_{\text{макс}}$, кг	18980	19500	17010	23500
Тактический радиус L , км	750	1093	660	1200
Максимальная скорость у земли $V_{\text{макс}}$, км/ч	1300	1900	1400	1450
Скороподъемность $V_{\text{ск}}$, м/с	310	305	375	330
Средняя скорость полета $V_{\text{ср}} = \sqrt{V_{\text{макс}}^2 + V_{\text{ск}}^2}$, м/с	476	608	479	520
Перегрузка максимальная $n_{\text{г}}$	9	9	9	10
Тяга двигателей $P_{\text{св}}$, кгс	16500	15000	10780	18000
Дальность обнаружения целей $D_{\text{обн}}$, км	80	100	100	120
Дальность применения УР «В-В» $D_{\text{с}}$, км	60	90	80	110
Летный ресурс ЛА, $T_{\text{нр}}$, час	2500	4000	4000	6000
Площадь зоны рассеивания, $S_{\text{р}}$, м ²	314,16	78,54	78,54	78,54
Срок службы, $t_{\text{с}}$, лет	20	20	20	20

Совокупность перечисленных агрегированных показателей является функционально независимой, и увеличение значения каждого показателя означает повышение военно-технического уровня образца ВВТ. Эти показатели рассчитываются непосредственно по тактико-техническим и эксплуатационным характеристикам комплексов ВВТ и могут сравниваться с аналогичными показателями образцов, принятых за эталон (базовый образец).

В качестве базового образца выбран тактический истребитель F-16C. Значения агрегированных показателей относительно базового образца, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения агрегированных показателей относительно базового образца

Тип ЛА	МиГ-29	Рафаль	F-16C	МиГ-35
Грузоподъемность $G_{\text{б}}/G_{\text{макс}}$	0,49	0,96	1	0,93
Топливоемкость $G_{\text{т}}/G_{\text{макс}}$	1,21	1,5	1	1,36
Топливная эффективность $2L/G_{\text{т}}$, км/кг	0,84	0,97	1	0,97
Удельная мощность СУ $P_{\text{св}}/G_{\text{макс}}$, кВт/кг	1,21	0,97	1	1,16
Дальнобойность $D_{\text{с}}$, км	0,75	1,13	1	1,38
Время реакции СУВ $\tau = (D_{\text{обн}} - D_{\text{с}})/V_{\text{ср}}$, с	0,88	1,6	1	1,93
Летный ресурс $T_{\text{нр}}$, час	0,63	1	1	1,5

Представим полученные относительные агрегированные показатели в виде радиальной диаграммы (рисунок 8).

В соответствии с (2) получим:

$$\text{Для МиГ-29} - F(K) = \frac{\sum_{i=1}^n \text{ton } k_i^2}{n} = \frac{0,49^2 + 1,21^2 + 0,84^2 + 1,21^2 + 0,75^2 + 0,88^2 + 0,63^2}{7} = 0,8;$$

1 Левин М.А., Ильин В.Е. Современные истребители. – М.: Хоббикнига, 1994; Энциклопедия современной военной авиации / Авторы-сост.: Морозов А.П., Обухович В.А., Сидоренко С.И., Широкоград А.Б. – Минск: Харвест, М.: АСТ, 2001. – 720 с.; https://ru.wikipedia.org/wiki/Dassault_Rafale; <https://ru.wikipedia.org/wiki/МиГ-35>.

для Рафаль –
$$F(K) = \frac{\sum_{i=1}^n k_i^2}{n} = \frac{0,96^2 + 1,5^2 + 0,97^2 + 0,97^2 + 1,13^2 + 1,6^2 + 1^2}{7} = 1,41 ;$$

для F-16C –
$$F(K) = \frac{\sum_{i=1}^n k_i^2}{n} = \frac{1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2}{7} = 1 ;$$

для МиГ-35 –
$$F(K) = \frac{\sum_{i=1}^n k_i^2}{n} = \frac{0,93^2 + 1,36^2 + 0,97^2 + 1,16^2 + 1,38^2 + 1,93^2 + 1,5^2}{7} = 1,84 .$$

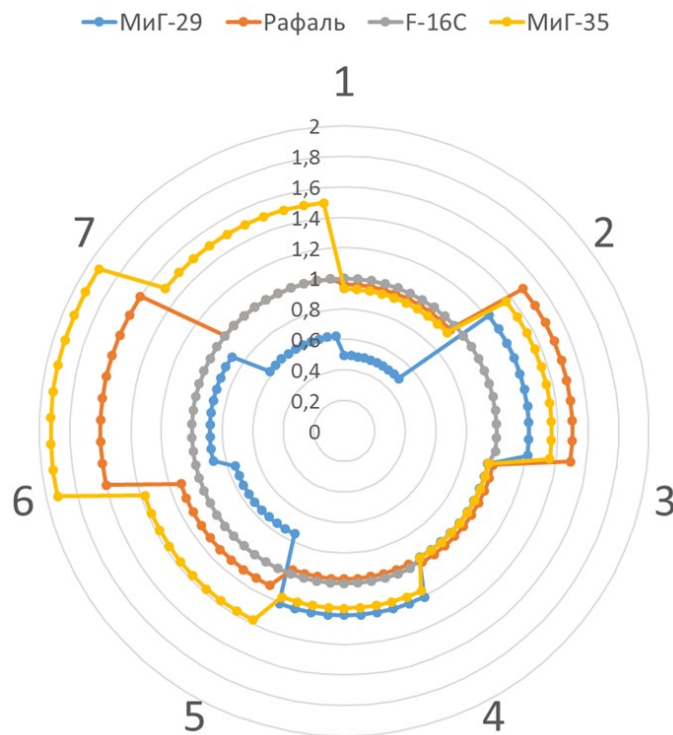


Рисунок 8 – Радиальная диаграмма агрегированных показателей оценки военно-технического уровня образцов

На рисунке 9 показан график результата сравнительной оценки образцов ВВТ с использованием радиальной диаграммы.

Результаты сравнительного анализа также совпадают с оценками, полученными специалистами-экспертами на основе моделирования и анализа результатов практического применения истребителей.

Пример 2. Определение оптимальной стратегии модернизации управляемой ракеты «воздух-поверхность» с лазерно-телевизионной системой.

В качестве основных направлений модернизации управляемой ракеты рассматриваются:

- 1) установка системы спутниковой навигации для повышения точности и надежности наведения ракеты на цель;
- 2) установка двигателя с двумя режимами работы (стартовый и маршевый);
- 3) применение комбинированной боевой части с увеличенным радиусом поражения;
- 4) применение двухканального взрывательного устройства;
- 5) разработка системы газодинамического управления ракетой.

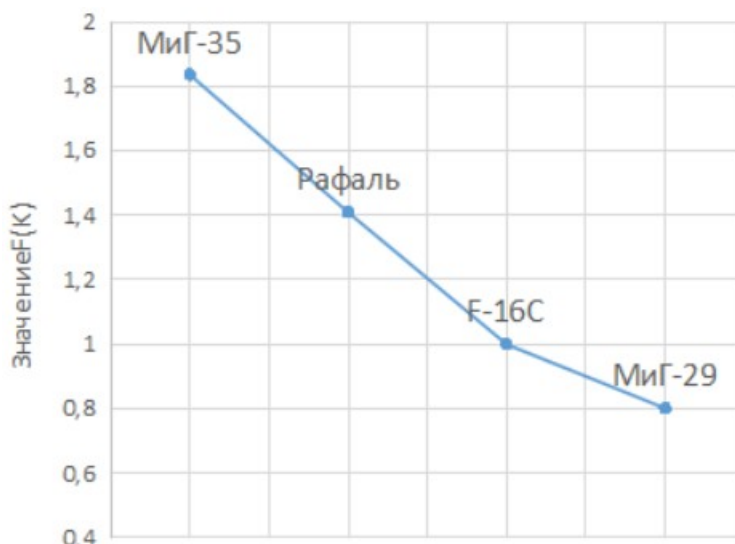


Рисунок 9 – Результаты сравнительной оценки тактических авиационных комплексов

Реализация каждого проектного решения увеличивает эффективность применения ракеты, но и требует увеличения затрат на ее модернизацию. Расчетно-экспертные оценки по реализации указанных проектных решений приведены в таблице 3, где F_0, C_0 – значение показателей эффективности и стоимости исходного образца.

Таблица 3 – Расчетно-экспертные оценки по реализации проектных решений

Варианты проектных решений	1	2	3	4	5
Прирост эффективности применения управляемой ракеты $\Delta F/F_0$	0,15	0,1	0,12	0,07	0,1
Увеличение затрат $\Delta C/C_0$	0,1	0,2	0,15	0,12	0,15
Показатель «эффективность-стоимость» $\frac{\Delta F/F_0}{\Delta C/C_0}$	1,5	0,75	0,80	0,58	0,67

Представим направления модернизации управляемой ракеты и достигаемый эффект по каждому направлению в виде лепестковой диаграммы (рисунок 10).

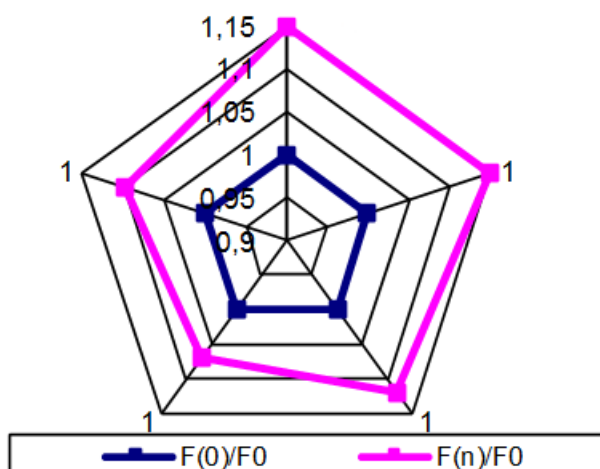


Рисунок 10 – Лепестковая диаграмма направлений модернизации управляемой ракеты

Реализация всех $n=5$ направлений модернизации ракеты обеспечит рост эффективности

ракеты
$$F(n)/F_0 = \frac{\sum_{i=1}^n (1+\Delta F_i/F_0) \cdot (1+\Delta F_{i+1}/F_0)}{n} = 1,25$$
, т. е. на 25% выше, чем у исходного образца.

При этом стоимость модернизированного образца составит $C(n)/C_0 = \sum_{i=1}^n (1+\Delta C_i/C_0) = 1,72$, т. е. увеличится более чем в 1,7 раза по сравнению с исходным образцом.

Построим оптимальную стратегию модернизации, основанную на максимальном росте эффективности образца при заданных затратах ресурсов. Будем выбирать направление модернизации исходя из максимального значения градиента $g_i(l) = \frac{\Delta F_i/F(l)}{\Delta C_i/C(l)}$ на каждом $l=1, 2, \dots, 5$

шаге. Мы здесь используем относительные приращения эффективности и стоимости при модернизации, так как на практике часто абсолютные значения этих показателей неизвестны.

На первом шаге ($l=1$) выбирается первое направление модернизации, имеющее максимальное значение градиента $g_i(l)=1,5$. На втором шаге выбирается третье направление, на третьем шаге – второе, затем пятое и четвертое направление. На рисунке 11 показаны графики зависимости роста эффективности управляемой ракеты и ее стоимости при оптимальной модернизации управляемой ракеты.

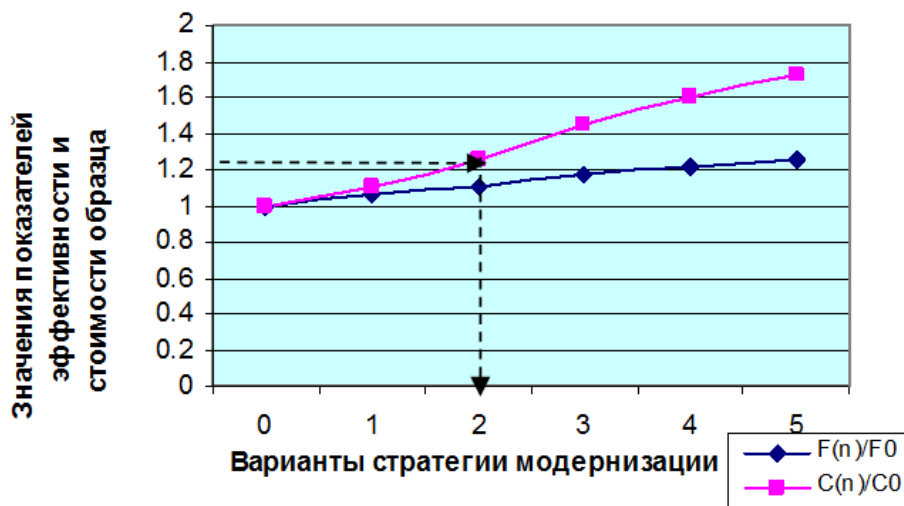


Рисунок 11 – Графики зависимости эффективности и стоимости изделия при оптимальной модернизации управляемой ракеты

Задаваясь значением стоимости можно определить возможные направления модернизации изделия и достигаемый при этом эффект. На рисунке 12 показан график зависимости показателя «эффективность-стоимость» $\frac{F(l)C_0}{F_0C(l)}$ от объема модернизации изделия.

Это типичная логистическая зависимость, характерная для военно-технических изделий, когда эффективность образца на единицу вложенных ресурсов уменьшается с ростом затрат.

Предложенный метод свертки многокритериальных задач с использованием лепестковых (радиальных) диаграмм обладает наглядностью, физической и математической интерпретацией и позволяет корректно решать прикладные задачи анализа и синтеза различных военно-технических систем по критерию «эффективность-стоимость».

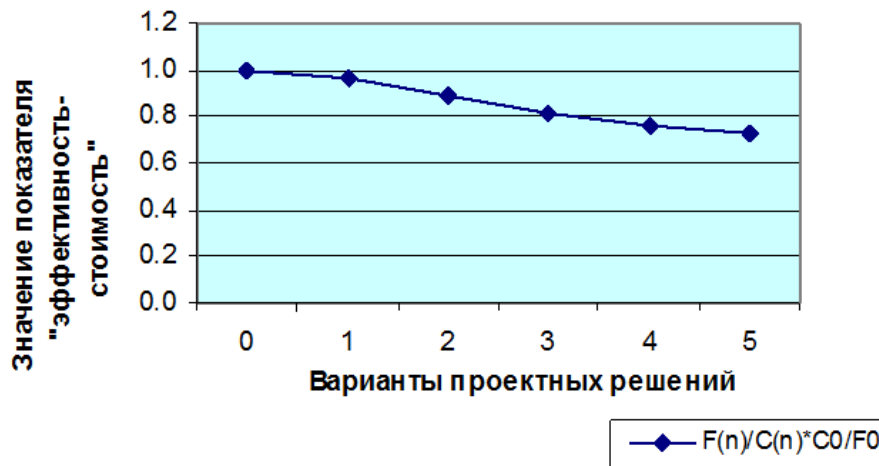


Рисунок 12 – Графики зависимости показателя «эффективность-стоимость» изделия от объема модернизации управляемой ракеты

Список использованных источников

1. Методология программно-целевого планирования развития системы вооружения на современном этапе. Части 1,2 / Под ред. В.М. Буренка. – М.: Граница, 2013. – 520 с.
2. Гермейер Ю.Б. Введение в теорию исследования операций. – М.: Наука, 1971. – 363 с.
3. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.
4. Многокритериальные задачи принятия решений / Под ред. Д.М. Гвишиани, С.В. Емельянова. – М.: Машиностроение, 1978. – 192 с.
5. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. – М.: Наука, 1982. – 256 с.
6. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 176 с.
7. Семенов С.С. Оценка качества и технического уровня сложных систем: Практика применения метода экспертных оценок. – М.: ЛЕНАНД, 2015. – 352 с.
8. Буравлев А.И., Буренок В.М., Лавринов Г.А., Подольский А.Г., Пьянков А.А. Методы военно-научных исследований систем вооружения. – М.: Граница, 2017. – 512 с.

В.Р. Хоменок, кандидат технических наук

Н.А. Юрченко

В.Н. Тюшев

М.В. Садаков

В.А. Фомин

С.А. Елыгин

Предложения по совершенствованию артиллерийского вооружения крупного калибра

Представлен обзор основных проблемных вопросов, возникающих при проектировании перспективных образцов артиллерийского вооружения. Особое внимание уделено проблемам надежности и автоматизации, которые неизбежно возникают при применении современных управляющих систем. В качестве примера, способного удовлетворить предъявляемым требованиям, в статье рассмотрена опытная самоходная гаубица 2С19М1-155, оснащенная орудием МЗ-158.

С момента своего появления артиллерийское вооружение крупного калибра многократно доказало свою состоятельность и незаменимость при ведении боевых действий. Сравнительная простота конструкции, высокое боевое могущество в сочетании с достаточной дешевизной основных применяемых боеприпасов позволяет задействовать крупнокалиберную артиллерию там, где по различным причинам невозможно использование ракетных комплексов и других современных средств поражения противника. В настоящее время системы наведения и управления огнем позволяют артиллерии выполнять огневые задачи с высочайшей точностью за кратчайшее время на большом удалении от позиций противника, что также делает артиллерийское вооружение незаменимым участником современного театра боевых действий. Одним из ярких примеров отечественного крупнокалиберного артиллерийского вооружения является самоходная гаубица 2С19 «Мста-С» с ее различными модификациями (рисунок 1), производимая АО «Уралтрансмаш», сочетающая в себе высокое боевое могущество, мобильность и простоту обслуживания. Данная самоходная гаубица является орудием дивизионного звена и обладает тактико-техническими характеристиками, удовлетворяющими требованиям к данному типу орудий. За весь период с начала принятия на вооружение Сухопутных войск «Мста-С» неоднократно подтверждала правильность принятых конструктивных и технологических решений.

Очевидным является то, что совершенствование и создание артиллерийского вооружения должно базироваться преимущественно на перспективных технологиях, которые позволяют создавать орудия, удовлетворяющие следующим требованиям:

- увеличенная дульная энергия, обеспечивающая повышенную начальную скорость снарядов и дальность стрельбы;
- высокая кучность и точность огня;
- применение высокоэффективных боеприпасов (в том числе, корректируемых) для поражения всего спектра вероятных целей;
- автоматизация в подборе различного вида боеприпасов и зарядов к ним по заданным параметрам стрельбы;
- повышение надежности, живучести и эксплуатационных характеристик;

- применение системы автоматической диагностики;
- уменьшение массы и габаритов;
- простота обслуживания и ремонта;
- применение комплектующих и материалов отечественного производства;
- низкие затраты с учетом эксплуатационных расходов в течение жизненного цикла.



Рисунок 1 – Самоходная гаубица 2С19 «Мста-С»

Однако достижение перечисленных требований приводит к противоречиям в отношении различных параметров, например:

- увеличение скорости снаряда приводит к необходимости применения более мощных противоткатных устройств или увеличению массы самих откатных частей, и, как следствие, приводит к увеличению габаритов и массы всего орудия;
- повышение максимальной дальности стрельбы за счет использования энергоемких порохов влечет за собой повышенный разгар канала ствола и, как следствие, снижение его живучести;
- повышение живучести ствола за счет применения твердых покрытий в канале ствола снижает его ремонтпригодность.

Целью данной статьи является постановка наиболее критичных вопросов проектирования и рассмотрение возможных путей их решения, которые позволят продолжить планомерное совершенствование артиллерийского вооружения. Основными вопросами данной категории являются:

- сочетание условий надежности и тактико-технических характеристик (ТТХ) с обеспечением простоты обслуживания и ремонта;
- возможность полного ручного дублирования основных систем и механизмов;
- снижение уровня подготовки специалистов артиллерийских соединений как результат максимальной автоматизации процессов заряжания наведения орудия;

- обеспечение технического обслуживания и мелкого ремонта артиллерийских орудий в условиях войсковой эксплуатации.

Проработка данных вопросов в ходе эскизно-технических проектов должна обеспечить разработку артиллерийских орудий, соответствующих требованиям ТТХ, и безотказной службы в течение всего срока эксплуатации.

1. Сочетание условий надежности и тактико-технических характеристик с обеспечением простоты обслуживания и ремонта

Повышение надежности и эксплуатационных характеристик артиллерийского орудия с одновременным обеспечением простоты его обслуживания и ремонта – одна из наиболее сложных задач в проектировании современных артиллерийских систем. Большой скачок в развитии электронной отрасли промышленности позволил провести серьезную автоматизацию как разрабатываемых вновь, так и модернизируемых артиллерийских комплексов. Автоматизация заключается в установке на орудие электронных компонентов (блоков), связанных в единую систему, выполняющую функции расчета установок стрельбы, наведения, навигации и т. д. Однако при всех преимуществах таких систем возникает ряд недостатков. Рассмотрим их на следующем примере.

Комплекс аппаратуры представляет собой набор блоков электронных устройств и датчиков, соединенных между собой электрическими кабелями и размещаемых в боевом отделении, исходя из эргономики и назначения эксплуатации (что однако не всегда может быть соблюдено в полном объеме). Большое количество блоков и кабельных соединений несет в себе как увеличение веса всего артиллерийского комплекса, так и уменьшение внутреннего объема боевого отделения. В отношении надежности орудия возможный отказ ведет к высокому риску потери работоспособности, а восстановление аппаратуры в боевых условиях, как правило, является невозможным.

Элементы механики затворов и стволов артиллерийских орудий на текущий момент каких-либо серьезных изменений в технологиях производства либо усложнений конструкции не претерпели, за исключением некоторых опытных образцов, в которых была произведена попытка полной автоматизации артиллерийской части, что также не увеличило надежность всего артиллерийского комплекса.

Таким образом, для обеспечения паритета в надежности орудия и увеличения эксплуатационных характеристик необходимо соблюдать баланс между автоматизированными и ручными способами управления огнем, а в случае отказа первого, обеспечить надежное дублирование вторым для гарантированного выполнения боевой задачи.

2. Возможность полного ручного дублирования основных систем и механизмов

Возможность сохранения работоспособности орудия при отказе бортовой электроники – важнейший вопрос для обеспечения превосходства на поле боя. Тенденция к полной автоматизации артиллерийских комплексов, без физического участия экипажа и отсутствия дублирующих механических органов управления и механизмов, ведет к значительному понижению боееспособности орудия и, в зависимости от степени автоматизации, к частичной или полной утрате контроля над всем орудием в случае его повреждения.

Для того, чтобы повысить надежность и боееспособность артиллерийского орудия необходимо предусматривать ручное дублирование следующих механизмов:

- механизмы вертикального и горизонтального наведения;
- механизм заряжания (при его наличии);
- прицельные приспособления;
- механизмы управления затвором и производство выстрела.

При наличии возможности вести стрельбу из артиллерийского орудия в ручном режиме сохраняется боеспособность даже при полном отказе бортовой электроники, что дает возможность выполнить боевую задачу. Стоит отметить, что наличие дублирования несколько не ограничивает возможностей применения перспективных решений в оборудовании и конструкции артиллерийского орудия и преследует только одну цель – повышение его живучести на поле боя.

3. Снижение уровня подготовки специалистов артиллерийских соединений как результат максимальной автоматизации процессов заряжания и наведения орудия

Успешное выполнение поставленных огневых задач в установленные сроки с максимальной точностью и в любых условиях обстановки невозможно без четкой и рационально организованной работы органов управления, а также слаженных и отточенных до автоматизма действий орудийного расчета.

В настоящее время подготовка специалистов артиллерийских соединений, а особенно младшего состава, в большей степени проводится с использованием вооружения, произведенного в конце XX века. При кажущейся «отсталости» данного подхода к обучению следует отметить, что общие принципы устройства артиллерийских орудий практически не изменились с течением времени. Таким образом, обучение младших специалистов артиллерийских соединений ставит перед собой задачу подготовки универсального специалиста, способного при незначительном инструктаже в кратчайшие сроки освоить любой тип артиллерийского орудия и быть готовым к выполнению боевых задач. Если изначальная подготовка командиров орудий и наводчиков будет выполнена в объеме только как непосредственных операторов автоматизированных артиллерийских комплексов, возникнет отсутствие взаимозаменяемости с членами расчета орудий, не имеющих автоматизации, причем переобучение расчета для задействования на артиллерийских орудиях предыдущих поколений будет более трудоемким и дорогостоящим, т. к. потребует выполнение расчетов установок стрельбы, управления орудием, обращения с боеприпасами вручную и т. п., а также навыков практического применения перечисленных знаний.

4. Необходимость обеспечения качественного и своевременного обслуживания технически сложных артиллерийских орудий в условиях эксплуатации в воинских частях

Обеспечение качественного и своевременного обслуживания артиллерийского вооружения при его нахождении на вооружении воинских частей является обязанностью назначенных должностных лиц войсковой части, ответственных за проведение данного вида работ.

При постановке на вооружение полностью автоматизированных, технически сложных орудий неизбежно возникнет необходимость создания отдельных подразделений обслуживания, обладающих необходимой квалификацией для проведения всех видов работ на технике и способных в кратчайшие сроки вернуть в строй неисправное орудие. Современные автоматизированные артиллерийские орудия подразумевают возможность применения контрольно-проверочных машин (КПМ), имеющих на борту комплекс аппаратуры, предназначенный для выполнения работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту орудия и системы управления огнем, баллистической подготовки к стрельбе, заключающейся в определении поправок начальной скорости снарядов на партию выстрелов и на износ канала ствола орудия.

Таким образом, современное артиллерийское орудие по-прежнему должно быть простым в обслуживании, которое сможет осуществить личный состав, не имеющий высокого уровня квалификации, а также должно быть адаптировано к возможности применения КПМ, значительно упрощающей текущее обслуживание артиллерийского орудия и контроль его состояния.

Возможные пути решения перечисленных проблем рассмотрены на примере опытного образца самоходной гаубицы 2С19М1-155 (рисунок 2).



Рисунок 2 – Самоходная гаубица 2С19М1-155

ЗАО «СКБ» (ПАО «Мотовилихинские заводы»), г. Пермь, разработало и изготовило опытный образец орудия МЗ-158 (рисунок 3) в калибре 155 мм с длиной ствола 52 клб., предназначенный для установки в самоходную гаубицу 2С19М1-155, разработанную АО «Уралтрансмаш».



Рисунок 3 – Общий вид качающейся части орудия

Орудие МЗ-158 обладает следующими характеристиками:

- зарядание безгильзовое, воспламенение за счет запальных трубок как отечественного, так и зарубежного производства;
- затвор клиновой, вертикальный, с полуавтоматикой копирного типа размещается в казеннике и обеспечивает автоматическое открывание затвора и экстрактирование после выстрела запальной трубки;
- торцевая обтюрация с помощью стальных колец;

- гидравлический тормоз отката веретенно-модераторного типа с отдельно вынесенными компенсаторами заполнен жидкостью ПОЖ-70;
- цепной досылатель, имеющий ручной и гидравлический привод, установлен на ограждении и служит для последовательного досылания снаряда и заряда в камеру ствола.

К основным преимуществам данного орудия можно отнести:

- дублирование основных механизмов, обеспечивающих стрельбу в ручном и полуавтоматическом режимах;
- наличие механических блокировок, обеспечивающих безопасность при стрельбе;
- применение комплектующих и материалов отечественного производства;
- простота обслуживания и ремонта;
- возможность оперативной замены ствола;
- механизм подачи запальных трубок магазинного типа увеличенного объема (по сравнению с изделиями-аналогами), позволяющий дольше вести огонь без перерыва на перезарядку и замену снаряженного магазина. Досылка запальной трубки в камеру и экстракция после выстрела автоматизированы.

Использование данных решений в конструкции изделия позволило получить высокие тактико-технические характеристики орудия (сокращение времени подготовки к стрельбе, возможность реализации режима стрельбы «огневой налет»). При этом наличие дублирующих механических устройств в конструкции изделия увеличивает надежность орудия. Кроме того, орудие МЗ-158 позволяет проводить замену ствола без необходимости демонтажа качающейся части и колпака самоходной гаубицы.

Создание перспективного изделия на основе обозначенных решений расширит возможности артиллерии дивизионного звена и значительно повысит его боеспособность. Орудие МЗ-158 предполагает возможность его исполнения в калибре 152 мм, что позволит использовать широкую номенклатуру боеприпасов, в том числе высокоточные корректируемые боеприпасы «Краснополь», а также выстрелы, разработанные в ходе ОКР «Коалиция БП». Также следует отметить возможность размещения орудия как на гусеничном, так и на перспективном колесном шасси, что значительно расширит возможности его боевого применения.

Предлагаемые варианты орудий имеют более высокие показатели надежности, чем разрабатываемые в настоящее время автоматизированные решения для самоходной артиллерии, и не уступают им по ТТХ. Сравнительным недостатком является размещение экипажа непосредственно в боевом отделении самоходного орудия. Это является менее безопасным, но наиболее эффективным вариантом с точки зрения выполнения боевых задач применительно к самоходным гаубицам при отказе бортового оборудования.

Список использованных источников

1. Буренок В.М. Прогнозирование перспективного облика системы вооружения // Вооружение и экономика. – 2019. – № 1 (47). – С. 6-9.
2. Князькин М.В. Методика оценки эффективности огневых ударов формирований РСЗО крупного калибра, учитывающая уровень подготовленности формирований и их органов управления // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – 2009. – № 2 (60). – С. 66-69.

А.В. Топоров, кандидат экономических наук

В.И. Бабенков, доктор военных наук, профессор

И.Ю. Борщевская, кандидат экономических наук

Обоснование интегрированного подхода к определению морфологии организации в системе материально-технического обеспечения войск

В статье проведено описание интегрированного подхода к определению организации системы материально-технического обеспечения войск. Выявлены основные вопросы изучения проблематики материально-технического обеспечения войск (сил), а также направления их развития. Содержание статьи направлено на выявление важной проблемы, решение которой позволит достаточно полно, всесторонне и комплексно отразить логику и последовательность развития системы материально-технического обеспечения ВС РФ, эволюционную преемственность ее функционирования и развития на современном этапе строительства ВС РФ.

Восприятие содержания организации системы материально-технического обеспечения, ее первичная идентификация, как правило, определяются системным подходом к обоснованию ее структуры, состава подсистем и элементов функционирующего объекта или субъекта. Именно эти составляющие, во многом влияющие на последующее глубокое изучение проблематики материально-технического обеспечения войск (сил), становится исходным началом, получившим в науке название морфология.

Такой подход обуславливается не только и не столько составом, задачами и требованиями к системе материально-технического обеспечения, сколько собственно целью и процессами, протекающими в этой сложной системе, а также закреплением представления об исследуемом предмете. Так или иначе, объект исследования в системе материально-технического обеспечения, прежде всего, относится к тому или иному виду обеспечения, может являться и частью сил и средств материально-технического обеспечения в той или иной форме операций (боевых действий). И все эти процессы воспринимаются, анализируются и оцениваются через форму организации в системе материально-технического обеспечения (МТО) как ее внешнее, наиболее характерное проявление в боевом потенциале войск и оборонном потенциале государства¹ [1-3].

Система МТО Вооруженных Сил представляет собой совокупность взаимосвязанных органов управления, сил и средств МТО, объединенных единством цели и функционирующих на основе общих принципов во взаимодействии с экономическим комплексом страны и военной экономикой [4, 5].

Интересным феноменом формирования принципиально новых структур системы МТО в последнее время стало широкое освоение и применение «сетового подхода». Сутью постановки и применения этого подхода является создание и активирование открытой «коммуникационной среды» при выполнении мероприятий МТО при подготовке и в ходе операции, подразумевающей четкое выполнение мероприятий плана МТО операции, формирования инфраструктуры и безупречной организации взаимодействия, всестороннего обеспечения и управления всеми элементами си-

1 Военная доктрина Российской Федерации (утв. Президентом РФ 25 декабря 2014 г. № ПР-2976) // Российская газета. – 2014. – 30 декабря.

стемы МТО. Такие процессы осуществляются как нормативными документами, так и путем свободного формирования открытых инициативных коммуникаций, достижения и закрепления оптимальных конфигураций взаимодействия в организации материально-технического обеспечения.

Исходя из этого контекста и в соответствии с Военной доктриной РФ и выполненными исследованиями основными требованиями к системе МТО войск (сил) являются [1, 6, 7]:

- постоянная готовность органов управления, соединений, частей и организаций МТО к выполнению плановых и внезапно возникающих задач по МТО войск (сил) в мирное время;
- способность силами и средствами мирного времени решать задачи МТО группировок войск (сил) при решении задач по урегулированию возможных вооруженных конфликтов, отражению внешней агрессии;
- оптимальная дислокация достаточного количества объектов инфраструктуры МТО с учетом физико-географических, климатических и других особенностей;
- гибкая (унифицированная, модульная, однотипная) организационная структура и техническая оснащенность органов управления, соединений, частей и организаций МТО;
- разнообразие способов и методов действий соединений, частей и организаций МТО с учетом условий подготовки операций (боевых действий), характера, способа действий и задач обеспечиваемых войск (сил), а также складывающейся обстановки;
- комплексное использование возможностей соединений, частей и организаций МТО;
- рассредоточение и создание резервов сил и средств МТО, их постоянная готовность к маневру, перераспределению и сосредоточению на направлениях действий войск (сил), решающих главные задачи;
- строгое соблюдение мер защиты, охраны, обороны и маскировки районов размещения (сосредоточения, базирования), маршрутов выдвижения (передвижения) соединений, частей и организаций МТО;
- постоянное взаимодействие органов управления МТО видов и родов войск Вооруженных Сил, других войск, воинских формирований и органов по вопросам выполнения задач, размещения, районов развертывания, сроков и маршрутов передвижения, защиты, охраны, обороны, маскировки, восстановления и использования местных ресурсов;
- своевременное укомплектование соединений, частей и организаций личным составом, вооружением, военной и специальной техникой (ВВСТ) и другими материальными средствами;
- организация их боевой и специальной подготовки, боевого слаживания, повышения готовности к автономным действиям;
- эффективное функционирование системы управления соединениями, воинскими частями и организациями МТО.

Возможны иные методы целенаправленного построения структуры и состава системы МТО, поэтапно создаваемой и меняющейся на этапах реформирования Вооруженных Сил в целях обеспечения ее военно-экономической эффективности и безопасности [8-11].

Являясь по содержанию новым, интерактивным процессом инновационной организации в системе МТО, сетевой подход в ряде случаев сам по себе порождает организационные изменения, обуславливающие создание принципиально новых форм, так называемых, сетевых организаций в системе МТО. Ярким примером такого подхода является внедрение в систему МТО объектов комплексного хранения вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), боеприпасов и материальных средств – производственно-логистических комплексов (ПЛК), позволяющих обеспечить истребование, накопление и долгосрочное содержание различных номенклатур ВВСТ и материальных средств на одном объекте, например ПЛК «НАРА», г. Наро-Фоминск [12, 13].

В отличие от иерархически выстроенных и функционирующих систем сетевые организации основываются на горизонтально уровневых, свободно последовательных процессах: коммуникации, корреспонденции, координации, коммутации, кооперации, обуславливающих становление соответствующих форм хозяйственных, коммерческих и других самостоятельных организаций. Ключевым элементом разработки и применения сетевого подхода является широкое использование инициирования взаимодействия потенциальных участников формирующейся организации, активизаций позиционирования их интересов и действий в едином взаимодействующем пространстве. Это наиболее полно соответствует основополагающим принципам и современным тенденциям способов ведения военных действий, позволяет максимально эффективно использовать внутренние ресурсы совершенствования и развития всех субъектов сетевого взаимодействия системы МТО [14, 15].

Сетевой организационный ресурс формирует и развивает принципиально новый комплекс интерактивных организационных отношений. Действуя в режиме реального времени, они позволяют оперативно устанавливать и поддерживать связи между самостоятельными организациями в системе МТО, динамично и гибко учитывающими темпы и содержание изменений способов ведения военных действий, прогнозировать и моделировать ее развитие. Такой простой и эффективный метод интеграции современных форм сетевой организации в системе МТО интересен не только собственными результатами, но и сам по себе, как актуальная модель формирования самодостаточных организаций.

Конструктивный подход к исследованию и построению рациональной структуры системы МТО является основой совершенствования и развития эффективных форм достижения цели МТО, заключающейся в поддержании боевой готовности и боеспособности войск (сил) по наличию готовых к применению запасов ВВСТ, ракет, боеприпасов, горючего, продовольствия, вещевого имущества и других материальных средств, наличию и эффективному применению (использованию по назначению) органов управления, сил и средств МТО [1, 6]. Эти мероприятия становятся определяющим условием военно-экономической эффективности функционирования, организационного совершенствования и дальнейшего развития системы, конкретных форм и способов реализации процессов МТО [6, 10].

Организационные формы в системе МТО во многом определяют содержание и динамику функционирования процесса обеспечения войск (сил) и развития Вооруженных Сил в целом, обуславливают место и роль материально-технического обеспечения в сложнейших механизмах и процедурах такого взаимодействия. В связи с этим важно четко понимать и применять модели организационного строения и функционирования системы МТО Вооруженных Сил, определяемые Концепцией ее развития [1].

Иерархический подход основывается на последовательном выделении форм организации системы МТО от простейшей (войсковой) до наиболее сложной (стратегической), в которых поэтапно реализуется ступенчатый подход к последовательной группировке однородных форм на основе общих принципов [16]:

- соответствие состава и возможностей системы МТО составу и потребностям обеспечиваемых войск (сил);
- согласованное применение сил и средств МТО и тесное взаимодействие между ними;
- сосредоточение основных усилий сил и средств МТО в интересах войск (сил), выполняющих задачи по назначению;
- последовательное и эффективное выполнение мероприятий МТО непосредственно в ходе операций (боевых действий);

- своевременное восполнение расхода и потерь ВВСТ, расхода и потерь материальных средств по закрепленной номенклатуре;
- достижение максимальной автономности группировок войск (сил) в материально-техническом отношении;
- ответственность вышестоящих органов за полноту и своевременность обеспечения войск (сил) ВВСТ, ракетами, боеприпасами, горючим, продовольствием, военно-техническим имуществом и другими материальными средствами;
- первоочередное выполнение мероприятий МТО, в наибольшей степени влияющих на боеготовность и боеспособность войск (сил).
- синтез рассмотренных в статье подходов (системного, сетевого, конструктивного и др.) представлен как интегрированный подход.

Таким образом, интегрированный подход позволяет достаточно полно, всесторонне и комплексно отразить логику и последовательность становления и развития системы МТО в современных условиях, а также эволюционную преемственность формирования и функционирования ее структурных подсистем и элементов. Он может служить для отражения сущности и концептуального содержания определения организации системы МТО войск. Именно в таком подходе проявляются морфологические основы организации системы МТО, обеспечивающие ей эффективную интеграцию и конструктивное взаимодействие с оборонным потенциалом и экономическим комплексом страны.

Список использованных источников

1. Булгаков Д.В. Актуальные проблемы материально-технического обеспечения войск (сил) // Труды XXII Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы защиты и безопасности». Т. 6 «Проблемы материально-технического и медицинского обеспечения войск (сил) в современных условиях». – СПб.: РАН, ВА МТО, 2019. – С. 35-41.
2. Буренок В.М., Буравлев А.И. Методические основы обоснования количественных параметров Вооруженных Сил по критерию «эффективность-стоимость» // Вооружение и экономика. – 2014. – № 4 (29).
3. Викулов С.Ф., Хрусталева Е.Ю. Методология оценки и повышения эффективности оборонного потенциала государства // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 108 (04).
4. Викулов С.Ф., Бабенков В.И. Военно-экономическая безопасность системы материально-технического обеспечения Вооруженных сил // Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В.Хрулева. – 2016. – № 3 (7). – С. 117-120.
5. Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Методические подходы к верификации технико-экономических исходных данных, используемых для формирования плановых документов // Известия РАН – 2017. – № 3 (98). – С. 134-140.
6. Гладышевский В.Л., Горгола Е.В., Звягинцев С.А. Военно-экономическая теория XXI века. Книга 1. Военные, политические и макроэкономические особенности реализации экономического потенциала России в сфере обороны в первой четверти XXI века. – М.: Канцлер, 2018. – 752 с.
7. Венедиктов А.А. Нелетальные войны – опыт философского и экономического осмысления современных проблем обеспечения национальной безопасности // Вооружение и экономика. – 2019. – № 4 (50). – С. 83-88.
8. Топоров А.В., Бабенков В.И., Богданов Д.Ю. Квалиметрический подход к эффективности системы материально-технического обеспечения войск (сил) // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – 2019. – № 3 (108). – С. 29-38.

9. Топоров А.В., Бабенков В.И., Богданов Д.Ю. Метод обоснования рациональной конфигурации подсистемы транспортного обеспечения в интересах группировки войск (сил) // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – 2019. – № 4 (109). – С. 33-40.

10. Целыковских А.А., Бабенков А.В. Военно-экономический анализ системы материально-технического обеспечения вооруженных сил // Научный вестник Вольского военного института материального обеспечения: военно-научный журнал. – 2018. – № 3 (47). – С. 9-12.

11. Целыковских А.А., Зеленковский В.В. Метод определения коэффициента снижения мощности системы объектов хранения материальных средств по показателю защищенности // Научный вестник Вольского военного института материального обеспечения: военно-научный журнал. – 2019. – № 1 (49). – С. 12-16.

12. Бабенков А.В., Маханько В.П., Шувалов Д.В. Техничко-экономическая оценка мероприятий по подготовке железнодорожных станций погрузки (выгрузки) войск, как объектов транспортной инфраструктуры двойного назначения // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – 2019. – № 4 (109). – С. 46-52.

13. Абдурахманова Э.Э., Бабенков А.В., Курбанов А.Х. Методические подходы к оценке военно-экономического эффекта от цифровизации логистики в системе материально-технического обеспечения военных потребителей // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2019. – № 5-6 (131-132). – С. 54-62.

14. Серба В.Я. Гносеологические подходы к параметрам качества системы материально-технического обеспечения // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2016. – № 9-10 (99-100). – С. 139-144.

15. Серба В.Я., Грачев В.В. Проблемы и направления совершенствования системы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации // Военная мысль. – 2018. – № 5. – С. 37-42.

16. Серба В.Я. Моделирование недопоставок материальных средств войскам при нарушении договорных обязательств // Наука и военная безопасность. – 2016. – № 2 (5). – С. 97-101.

А.Д. Луценко, доктор технических наук,
профессор

В.А. Орлов, кандидат технических наук,
доцент

Формализация проблемы технико-экономического обоснования долгосрочной стратегии развития системы вооружения радиоэлектронной борьбы в виде задачи векторной оптимизации

Сформулирована вербальная и формализованная постановки проблемы технико-экономического обоснования долгосрочной стратегии развития системы вооружения радиоэлектронной борьбы в виде задачи векторной оптимизации. Предложен алгоритм рационального решения данной задачи за счет поэтапного перехода от задачи векторной оптимизации к задаче скалярной (дискретной) оптимизации.

Система вооружения радиоэлектронной борьбы (РЭБ) Вооруженных Сил Российской Федерации (РФ) представляет собой крупный многоуровневый объект исследования и планирования, объединяющий широкий типаж техники РЭБ, размещаемой на всевозможных носителях, функционирующей в различных физических полях (радиосвязь, радионавигация, радиолокация, оптика, гидроакустика) и применяемой во всех звеньях управления и сферах (наземной, воздушной, космической, водной, подводной) как в военное, так и в мирное время [1]. Актуальной задачей современного этапа развития системы вооружения РЭБ ВС РФ является обоснование долгосрочной стратегии ее развития. Это обеспечит планомерный последовательный переход на интенсивный путь развития системы вооружения РЭБ за счет широкого внедрения инноваций и прорывных технологий и реализацию главного принципа развития техники РЭБ, а именно ее упреждающего развития по отношению к динамично развивающимся высокотехнологичным объектам РЭБ в долгосрочной перспективе [2, 3].

Формирование и обоснование долгосрочной стратегии развития системы вооружения РЭБ только с военно-технической точки зрения недостаточно, так как ресурсов на реализацию всех намеченных стратегических целей даже в долгосрочной перспективе, как правило, не хватает [4, 5]. В современных условиях ужесточения экономических ограничений возросли значимость и определяющая роль технико-экономических оценок.

Одна из **основных трудностей**, возникающих при технико-экономическом обосновании (ТЭО) долгосрочной стратегии развития системы вооружения РЭБ ВС РФ, связана с необходимостью одновременного рассмотрения всех входящих в ее состав подсистем (типов техники) РЭБ. При этом каждой подсистеме (типу техники) РЭБ соответствуют свои объекты радиоэлектронного поражения (подавления) с различными уровнем и динамикой развития, свои способы боевого применения, тактико-технические характеристики, показатели и критерии эффективности, зачастую не сводимые с друг с другом. Ряд подсистем по способам функционирования (боевого применения) взаимосвязаны, а ряд – обособлены (например, средства индивидуальной или объектовой защиты). Но в рамках отдельно взятой операции (боевых действий) все применяемые системы вооружения, комплексы и средства РЭБ независимо от своей организационной принадлежности и подчиненности вносят вклад в общий интегральный показатель эффективности РЭБ. В этих условиях исследования приобретают многокритериальный характер с большим масштабом и размерностью расчетов.

В исследованиях программно-целевого планирования развития системы вооружения РЭБ проблема многокритериальности решалась за счет рассмотрения в рамках исследований отдельных подсистем системы вооружения РЭБ, объединяющих один или несколько типов техники РЭБ, характеризующихся однородными параметрами, сводимыми между собой. При этом формулировка и решение задачи носили однокритериальный характер. При рассмотрении системы вооружения (комплектов техники) РЭБ, объединяющих несколько типов техники РЭБ, как правило, оценивались частные показатели, также связанные единым критерием. Данные подходы парировали сложность решения многокритериальной задачи, однако не в полной мере учитывали взаимосвязи различных типов техники РЭБ и их влияние на интегральный показатель эффективности РЭБ в операции (боевых действиях). Кроме того, ранее проведенные исследования охватывали только традиционный десятилетний программный период. В рамках указанного периода замена существующего образца (типа) техники РЭБ на перспективный (модернизированный) целесообразна только один раз. Соответственно экономико-математические модели замены техники РЭБ, являющиеся основным механизмом определения рациональных сроков и порядка обновления системы вооружения РЭБ, предусматривают только однократную замену техники РЭБ в рамках программного периода. Данные модели не учитывают инновационные и прорывные стратегии развития системы вооружения РЭБ, при реализации которых один инновационный (прорывной) образец (тип) техники РЭБ может заменить несколько традиционных образцов (типов) техники РЭБ.

Не в полной мере исследованы вопросы обоснования рациональных сроков и порядка переоснащения воинских формирований РЭБ на новые (современные) образцы техники РЭБ. В то же время факт создания нового образца техники РЭБ не обеспечивает повышения эффективности системы вооружения РЭБ до тех пор, пока данный образец не поступит на вооружение воинского формирования РЭБ, в составе которого будет осуществляться его боевое применение. Процесс оснащения (переоснащения) соединений, частей и подразделений РЭБ является одним из основных механизмов реализации долгосрочной стратегии развития системы вооружения РЭБ ВС РФ и требует оптимизации и управления.

Анализ современных условий формирования программ и планов развития системы вооружения РЭБ ВС РФ показывает усиление воздействия внешних макрофакторов военно-политического, экономического, военно-технического и технологического характера на перспективы ее развития. При этом комплексная количественная оценка их влияния в долгосрочной перспективе не проводилась.

Таким образом, проблема ТЭО долгосрочной стратегии развития системы вооружения РЭБ ВС РФ связана с:

- решением многокритериальной задачи, предполагающей рассмотрение в рамках одного исследования стратегий развития всех подсистем (типов техники) РЭБ с учетом традиционных, инновационных и прорывных направлений их развития;
- оптимизацией порядка и количества замен образцов (типов) техники РЭБ в рамках стратегического периода, охватывающего несколько десятилетних программных периодов;
- оптимизацией порядка переоснащения воинских формирований РЭБ при реализации различных вариантов стратегии развития системы вооружения РЭБ;
- количественным учетом влияния макрофакторов различного характера на стратегию развития системы вооружения РЭБ ВС РФ в долгосрочной перспективе.

Одним из методов решения многокритериальных задач является метод векторной оптимизации, когда при наличии множества критериев вводится составной критерий [6, 7]. Параметры, характеризующие подсистемы (типы техники) РЭБ, выражаются в различных единицах. В

этих условиях в качестве составного показателя, объединяющего боевые (тактические), технические и стоимостные показатели, предлагаем определить затраты на выполнение задачи надсистемой (объединением, соединением, воинской частью) в операции (боевых действиях) при использовании системы вооружения (подсистемы, типа техники) РЭБ с эффективностью не ниже требуемой, а критерием – его минимальное значение.

Для рассмотрения системы вооружения РЭБ ВС РФ в целом отсутствует единая форма применения (форма ведения военных действий) ВС РФ, в рамках которой применяются все входящие в состав подсистемы. В связи с этим в качестве оперативного фона для проведения оценки эффективности системы вооружения РЭБ ВС РФ в целом целесообразно рассматривать иерархическую систему типовых форм применения ВС РФ, при обеспечении которых применяются отдельные подсистемы, тем самым охватывая их полное множество.

При рассмотрении в качестве объекта исследования стратегии развития системы вооружения РЭБ более низкого уровня, например, общевойскового объединения, возникает аналогичная проблема. В состав такой системы вооружения РЭБ входят образцы техники разных типов, решающие специфические задачи РЭБ, в том числе обособлено, не объединенные единым контуром управления, оцениваемые различными показателями эффективности. В этом случае ТЭО стратегии развития такой системы вооружения РЭБ будет сводиться к поиску минимальных затрат на решение задач в операции с применением каждой подсистемы РЭБ, входящей в ее состав.

Таким образом, ТЭО стратегии развития системы вооружения РЭБ любого уровня иерархии связано с поиском оптимальности развития ее подсистем (типов техники) РЭБ. При этом целевой функцией является вектор полных предстоящих затрат на выполнение задач в операции (боевых действиях) с применением системы вооружения РЭБ, а каждая координата вектора соответствует полным предстоящим затратам на выполнение задач в операции (боевых действиях) с применением конкретной подсистемы РЭБ с требуемым уровнем эффективности при реализации определенной стратегии ее развития.

Систему вооружения РЭБ любого уровня иерархии характеризуют следующие основные показатели:

- $n=1, \dots, N$ – тип системы вооружения РЭБ в иерархической системе, определяемый уровнем подчиненности и звеном управления;
- $a=1, \dots, A$ – тип объединения, соединения и части ВС РФ, для обеспечения военных действий которых применяется система вооружения РЭБ n -го типа;
- $v=1, \dots, V$ – формы ведения военных действий объединением (соединением, частью) a -го типа;
- $k=1, \dots, K$ – подсистемы, входящие в состав системы вооружения РЭБ n -го типа, предназначенные для решения конкретных задач в операции (боевых действиях) и объединяющие образцы техники РЭБ одного или нескольких типов;
- $r=1, \dots, R$ – задачи РЭБ, решаемые k -й подсистемой системы вооружения РЭБ n -го типа при обеспечении v -й формы военных действий;
- $h=1, \dots, H$ – типы техники РЭБ в составе k -й подсистемы системы вооружения РЭБ n -го типа.

Исходными параметрами для проведения ТЭО стратегии развития системы вооружения РЭБ n -го типа являются:

- длительность стратегического периода (T), в рамках которого реализуется стратегия развития системы вооружения РЭБ n -го типа, объединяющего несколько программных периодов;
- состав группировки противника (в том числе объекты РЭБ) (W);
- формы применения ВС РФ (формы ведения военных действий) (V), при обеспечении которых применяется система вооружения РЭБ n -го типа;

- функциональные подсистемы (K), входящие в состав системы вооружения РЭБ;
- комплекс задач, решаемых группировкой войск в операции (боевых действиях), и задач РЭБ (R), решаемых системой вооружения РЭБ (ее подсистемами) при обеспечении действий группировки войск;
- требуемые уровни эффективности решения задач группировки войск и задач РЭБ в различных формах применения ВС РФ (\mathcal{E}_{treb});
- существующие на начало рассматриваемого периода типаж (H_k^0) и номенклатура (J_k^0) техники в составе k -й подсистемы системы вооружения РЭБ на начало рассматриваемого периода;
- перечень типовых воинских формирований РЭБ на начало рассматриваемого периода (F^0), в состав которых входят комплексы и средства системы вооружения РЭБ;
- направления (стратегии) развития различных типов техники РЭБ, определенные действующими концептуальными и нормативно-техническими документами;
- номенклатура работ (N_{pr}^0) по развитию системы вооружения РЭБ ВС РФ, запланированная в рамках программ и планов, утвержденных на начало рассматриваемого периода;
- макрофакторы военно-политического, экономического, военно-технического и технологического характера (M), оказывающие влияние на стратегию развития системы вооружения РЭБ n -го типа в рамках рассматриваемого периода.

С учетом определенной выше целевой функции проблему ТЭО стратегии развития системы вооружения РЭБ можно сформулировать следующим образом. Определить предпочтительную стратегию развития системы вооружения РЭБ n -го типа с учетом влияния макрофакторов военно-политического, экономического, военно-технического и технологического характера в стратегическом периоде, а именно: оптимальную (рациональную) совокупность традиционных, инновационных и прорывных стратегий развития отдельных подсистем (типов техники РЭБ) системы вооружения РЭБ, типаж и номенклатуру техники в их составе в каждом году рассматриваемого периода, номенклатуру и состав целевых программ и программных мероприятий для реализации стратегий их развития, сроки и порядок (последовательность) переоснащения воинских формирований РЭБ на новую и модернизированную технику в течение всего периода, обеспечивающие минимальные полные предстоящие затраты на выполнение задач в операции (боевых действиях) с применением каждой подсистемы РЭБ, входящей в состав системы вооружения РЭБ, с требуемой эффективностью.

Проблему ТЭО стратегии развития системы вооружения РЭБ n -го типа предлагаем формализовать в виде задачи векторной оптимизации:

$$Z_n^s(X) = \{Z_1^s(X), Z_2^s(X), \dots, Z_k^s(X), \dots, Z_K^s(X)\} \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$\text{где } X \{Z_{ks}, H_k(t), J_k(t), N_{ks}^p(T), t_k^{jh}, P_k^{jh}, t_f^s, P_f^s\} \in \Omega, \quad (2)$$

при ограничениях:

$$\mathcal{E}_{ks}^v(H_k(t), J_k(t)) \geq \mathcal{E}_{treb}^v(T), \quad (3)$$

$$N_{ks}^p(T) \in N_{yiv}^p(T), \quad (4)$$

$$V_{prom}^s(H_k(t), J_k(t)) \leq V_{prom}^{fakt}(T), \quad (5)$$

$$A_{treb}^s(H_k(t), J_k(t)) \leq A_{lim}(T), \quad (6)$$

где $Z_n^s(X)$ – целевая функция, представляющая собой вектор полных предстоящих затрат на выполнение задач в операции (боевых действиях) с применением системы вооружения РЭБ n -го типа при реализации S -х стратегий развития ее подсистем;

$Z_k^s(X)$ – полные предстоящие затраты на выполнение задач в операции (боевых действиях) с применением k -й подсистемы РЭБ при реализации s -й стратегии ее развития;

X – вектор управляемых переменных;

Z_{ks} – затраты на реализацию s -й стратегии развития k -й подсистемы системы вооружения РЭБ;

$H_k(t)$ – типаж техники в составе k -й подсистемы системы вооружения РЭБ на t -й момент времени;

$J_k(t)$ – номенклатура техники в составе k -й подсистемы системы вооружения РЭБ на t -й момент времени;

$N_{ks}^p(T)$ – номенклатура (перечень) целевых программ (программных мероприятий), выполняемых в T -м периоде в интересах реализации s -й стратегии развития k -й подсистемы системы вооружения РЭБ;

t_k^{jh}, P_k^{jh} – сроки и последовательность замены j -го образца техники РЭБ h -го типа, входящего в k -ю подсистему системы вооружения РЭБ;

t_f^s, P_f^s – сроки и последовательность переоснащения воинских формирований f -го типа на новую и модернизированную технику РЭБ;

Ω – допустимая область изменения управляемых переменных;

\mathcal{E}_{ks}^v – эффективность выполнения задач в операции (боевых действиях) v -го типа при применении k -й подсистемы системы вооружения РЭБ при реализации s -й стратегии ее развития;

\mathcal{E}_{treb}^v – требуемое значение эффективности выполнения задач в операции (боевых действиях) v -го типа с применением системы вооружения РЭБ;

$N_{ytv}^p(T)$ – номенклатура (перечень) целевых программ (программных мероприятий) по развитию системы вооружения РЭБ, запланированная в рамках утвержденных программно-плановых документов на период времени T ;

V_{prom}^s – потребные возможности оборонно-промышленного комплекса для реализации S -х стратегий развития подсистем системы вооружения РЭБ;

$V_{prom}^{fakt}(T)$ – фактические (прогнозируемые) возможности оборонно-промышленного комплекса по созданию техники РЭБ на период времени T ;

A_{treb}^s – потребные объемы ассигнований для реализации S -х стратегий развития подсистем системы вооружения РЭБ;

$A_{lim(T)}$ – фактический (прогнозируемый) лимит ассигнований на развитие техники РЭБ на период времени T .

Значения управляемых переменных $Z_{ks}, H_k(t), J_k(t), N_{ks}^p(T)$ определяются до непосредственного проведения процедуры ТЭО стратегии развития системы вооружения РЭБ исходя из состава подсистем системы вооружения РЭБ, а именно типов и номенклатурного перечня техники РЭБ и стратегий ее развития. Значения управляемых переменных $t_k^{jh}, P_k^{jh}, t_f^s, P_f^s$ определяются в ходе ТЭО с использованием экономико-математических моделей стратегий развития подсистем (типов техники РЭБ) и переоснащения воинских формирований РЭБ.

На основе анализа различных методов решения задач векторной оптимизации определим в качестве метода решения поставленной проблемы метод взвешенных сумм, согласно которому формируется единый критерий в виде сумм частных с учетом их «весов» [6, 7]:

$$Z_n^s(X) = \sum_{k=1}^K \lambda_k Z_k^s(X) \rightarrow \min, \quad (7)$$

где λ_k – коэффициент предпочтительности (вес) стратегии развития k -й подсистемы системы вооружения РЭБ, причем $\sum_{k=1}^K \lambda_k = 1, \lambda_k > 0$.

Полученная задача скалярной оптимизации не может быть решена известными методами, так как целевая функция и зависимости в ограничениях задаются алгоритмически, а для определения правых показателей ограничений (3)-(6) применяются специальные методики.

На рисунке 1 представлен алгоритм сведения проблемы векторной оптимизации к скалярной с использованием метода взвешенных сумм с указанием входных данных и потребного методического обеспечения.

На *первом этапе* проводится декомпозиция системы вооружения РЭБ на функциональные подсистемы в интересах ТЭО стратегии ее развития.

На *втором этапе* определяются значения каждой координаты вектора с использованием совокупности экономико-математических моделей стратегий развития подсистем системы вооружения РЭБ. Данный этап по объему проводимых исследований и оценок является самым масштабным и трудоемким. Основная сложность состоит в уникальности таких моделей применительно к каждой подсистеме и особенностях их разработки, которые проявляются при:

- определении роли и места каждой подсистемы в операции (боевых действиях), уточнении перечня решаемых задач, выборе показателей эффективности решения задач и методов их оценки, проведении количественной оценки вклада подсистемы в эффективность решения задач РЭБ и задач группировки войск в операции (боевых действиях);
- анализе тенденций развития объектов РЭБ и определении на его основе традиционных, инновационных и прорывных направлений (стратегий) развития типов техники РЭБ, входящих в состав подсистемы, достижимых при этом тактико-технических характеристик;
- уточнении перечня управляемых переменных и оценке их значений;
- определении составляющих затрат на решение задач в операции (боевых действиях) при применении подсистемы и затрат на реализацию вариантов стратегий ее развития;
- обосновании сроков и порядка замены техники РЭБ, входящей в состав подсистемы, при реализации различных вариантов стратегии ее развития;
- оценке влияния макрофакторов на стратегию развития подсистемы и формирование множества вариантов стратегий, отличающихся приоритетами в развитии техники РЭБ (в зависимости от прогнозируемых макрофакторов), типами реализуемых стратегий (традиционной, инновационной, прорывной) либо их сочетаниями, перечнем необходимых мероприятий (работ) и потребных объемов ассигнований для реализации каждого варианта стратегии, достижимыми типажом и номенклатурой техники РЭБ в составе подсистемы в ходе реализации стратегии ее развития и др.

На *третьем этапе* определяются значения коэффициентов предпочтительности (весов) стратегии развития каждой подсистемы. Для этого проводится комплексная оценка вариантов стратегий по показателям эффективности, соответствия тенденциям развития ВС РФ и объектов РЭБ, реализуемости и ресурсоемкости с учетом влияния макрофакторов различного характера.

На *четвертом этапе* с использованием определенных на втором этапе критериальных значений целевых функций стратегий развития подсистем и коэффициентов их предпочтительности (весов), рассчитанных на третьем этапе, проводится объединение показателей стратегий развития подсистем в единый показатель, характеризующий стратегию развития системы вооружения РЭБ в целом. На основе результатов оценок предпочтительности стратегий формируется матрица загрузки программных мероприятий, предполагающая первоочередное включение и проведение работ, реализующих стратегии с высшим коэффициентом предпочтительности.

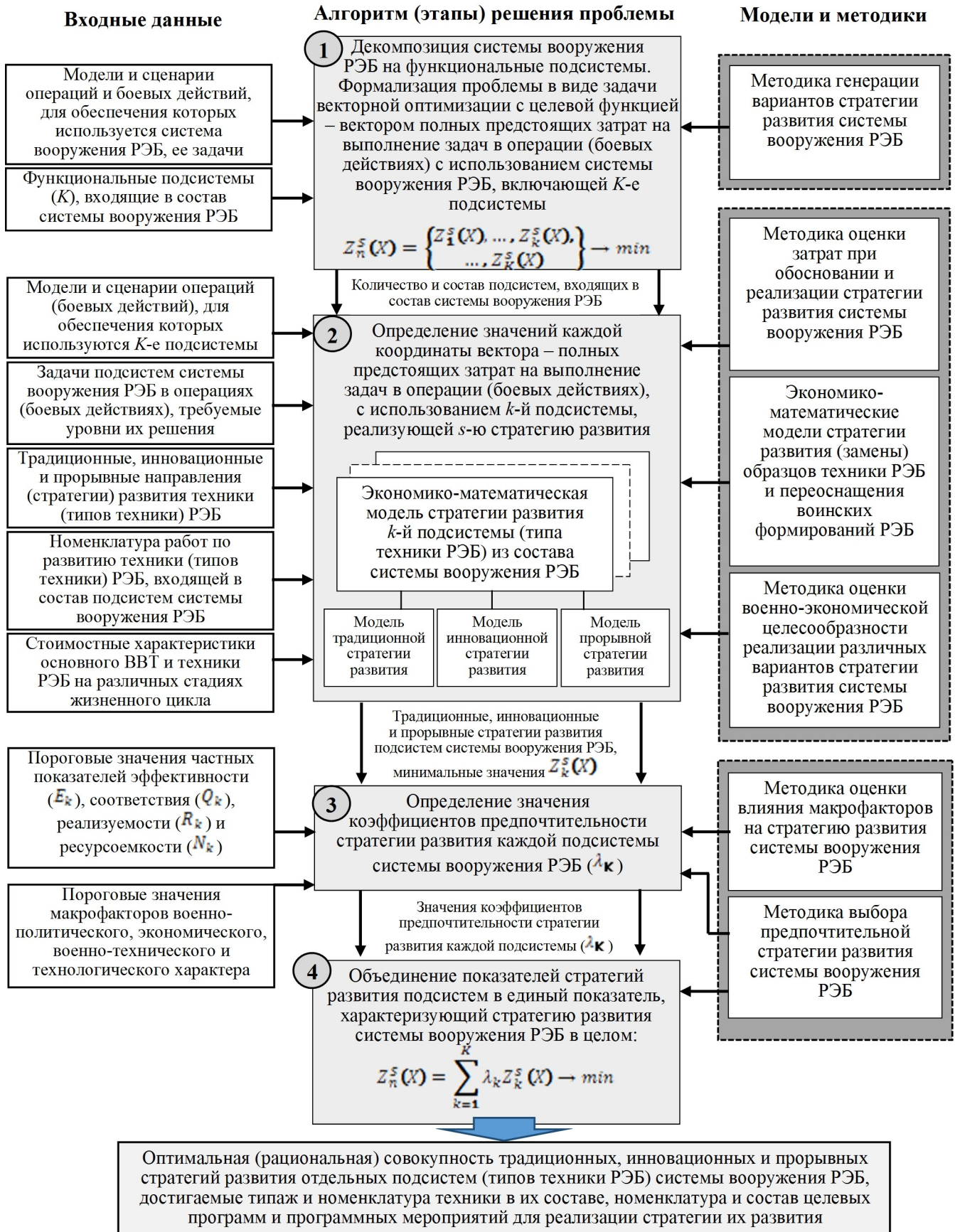


Рисунок 1 – Алгоритм сведения проблемы векторной оптимизации к скалярной при ТЭО стратегии развития системы вооружения РЭБ

Предложенный алгоритм решения задачи векторной оптимизации адаптирован для проведения ТЭО как в масштабе системы вооружения РЭБ ВС РФ, так и применительно к системам вооружения РЭБ нижнего уровня иерархии (видов ВС РФ, родов войск, объединений, соединений и т. д.). Решение сформулированной проблемы предложенным методом обеспечит взаимоувязку традиционных, инновационных и прорывных стратегий развития подсистем (типов техники) РЭБ, реализуя тем самым стратегию развития системы вооружения РЭБ ВС РФ в целом, позволит обосновать предложения в документы программно-целевого планирования в части ее развития на долгосрочную перспективу, а также поддержание требуемой эффективности системы вооружения РЭБ ВС РФ в течение всего стратегического периода.

Список использованных источников

1. Радиоэлектронная борьба. Основные этапы развития 1904-2014 гг. Военно-исторический труд / Под общ. ред. Ю.И. Ласточкина. – Рязань: Печатный дом, 2014. – 487 с.
2. Луценко А.Д., Орлов В.А., Бывших Д.М. Основы военно-экономического обоснования стратегии развития системы вооружения радиоэлектронной борьбы Вооруженных Сил Российской Федерации. – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2018. – 328 с.
3. Ласточкин Ю.И. Роль и место радиоэлектронной борьбы в современных и будущих боевых действиях // Военная мысль. – 2015. – № 12. – С. 14-19.
4. Военный бюджет государства. Методы обоснования и анализа / Под общ. ред. Г.С. Олейника. – М.: Военное издательство, 2000. – 359 с.
5. Буренок В.М., Косенко А.А., Лавринов Г.А. Техническое оснащение Вооруженных Сил Российской Федерации: организационные, экономические и методологические аспекты. – М.: Гра-ница, 2007. – 728 с.
6. Военно-экономический анализ / Под общ. ред. С.Ф. Викулова. – М.: Военное издательство, 2001. – 351 с.
7. Баева Н.Б., Бондаренко Ю.В. Основы теории и вычислительные схемы векторной оптимизации: Учебное пособие. – Воронеж: ВГУ, 2003. – 86 с.

А.В. Разумов, доктор технических наук,
профессор

А.Ю. Онуфрей, доктор технических наук,
профессор

А.А. Орлов

Обеспечение стойкости образцов ВВСТ к воздействию электромагнитных излучений при формировании технико-экономических требований

В статье рассматривается проблема обеспечения стойкости вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) с учетом стоимости средств защиты от воздействия электромагнитных излучений (ЭМИ). Предложен подход к обеспечению стойкости на основе многоуровневого представления иерархии построения образца ВВСТ и показателей, отражающих эффективность применения средств защиты от ЭМИ на каждом уровне иерархии. Представлена процедура минимизации затрат при обосновании требований по стойкости к ЭМИ, позволяющая осуществлять выбор рационального комплекса средств защиты при условии обеспечения минимальной стоимости и требуемой вероятности выполнения задачи.

Введение

Среди задач, связанных с разработкой ВВСТ, одной из проблемных является задача обеспечения стойкости к воздействию мощных электромагнитных излучений. На протяжении последних десятилетий данная задача всегда находилась в центре внимания разработчиков ВВСТ. Однако если раньше она решалась в интересах обеспечения стойкости к воздействию электромагнитных импульсов ядерных взрывов, то в современных условиях с появлением источников мощных электромагнитных излучений на неядерной основе, способных генерировать электромагнитные импульсы с пиковой мощностью от сотен мегаватт до десятков гигаватт, данная задача становится еще более актуальной [5]. Современные радиоэлектронные комплексы представляют собой сложные системы, включающие различные устройства и подсистемы, влияние ЭМИ на которые проявляется, прежде всего, в появлении массовых сбоев и отказов в работе радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) устройств, что в определенных условиях эксплуатации может привести к срыву выполнения поставленных задач.

На этапах раннего проектирования исследование влияния ЭМИ на РЭА ВВСТ и определение на этой основе технических решений по обеспечению стойкости представляют собой сложную прикладную задачу. Для ее реализации необходимо исследовать влияния ЭМИ на показатели стойкости отдельных устройств образца вооружения и обосновать дополнительно к основному оборудованию аппаратурно-программные средства защиты от воздействия ЭМИ. Учитывая, что применение средств защиты от воздействия ЭМИ возможно на различных уровнях иерархии построения образца ВВСТ, задача обеспечения стойкости будет заключаться в выборе комплекса аппаратурно-программных методов и средств, обеспечивающих функционирование электронной аппаратуры в условиях воздействия ЭМИ с заданными показателями. Внедрение данного комплекса в ВВСТ потребует дополнительных финансовых затрат. В связи с этим, актуальным является обоснование этого комплекса с учетом его стоимости и требований по стойкости к ЭМИ. Решение этой задачи предполагает рассмотрение свойства стойкости образца ВВСТ с учетом иерархии его построения.

1. Стойкость ВВСТ к воздействию ЭМИ, как системное свойство

В настоящее время стойкость ВВСТ к воздействию ЭМИ рассматривается с учетом уровней иерархии ее построения. На рисунке 1 показаны уровни иерархии ВВСТ и соответствующие им свойства.

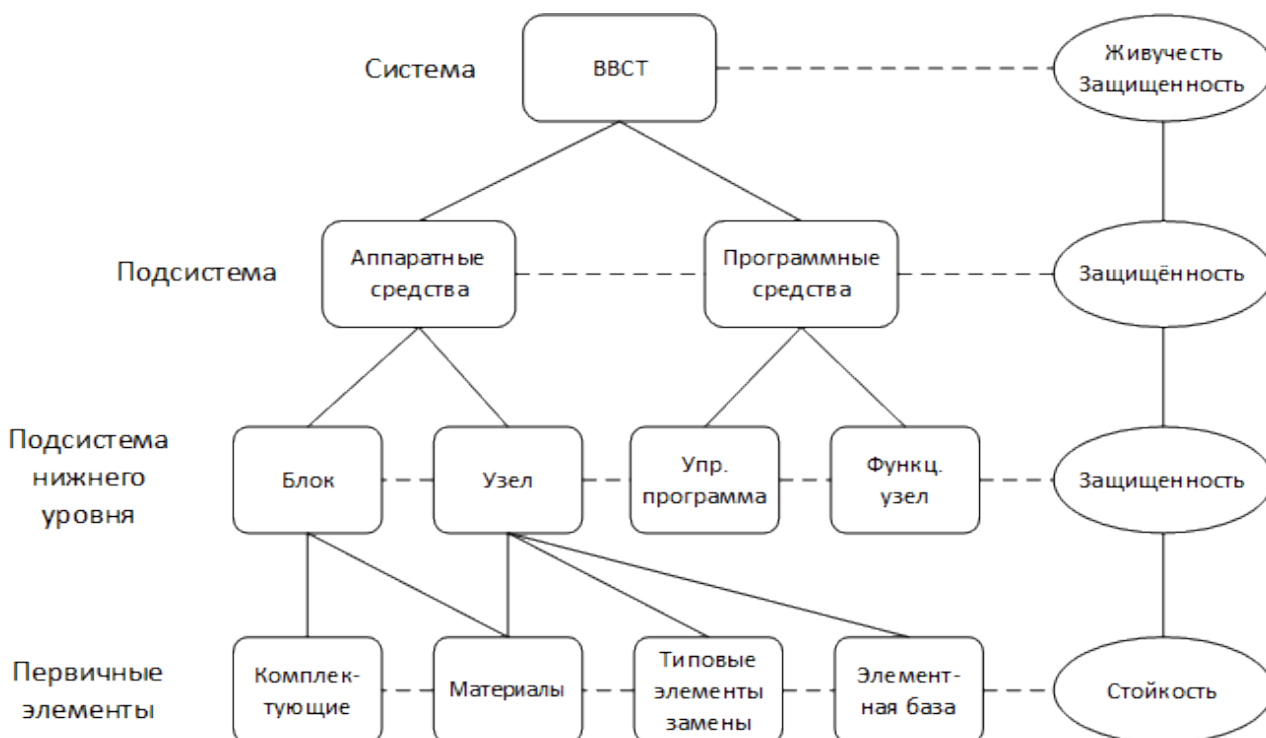


Рисунок 1 – Структуризация понятий стойкости, защищенности, живучести

В соответствии с многоуровневым иерархическим представлением структуры системы вооружения понятию «чистой» стойкости соответствуют первичные элементы радиоэлектронной аппаратуры: элементная база, материалы, типовые элементы замены, комплектующие изделия. На уровне подсистем, включающих блоки, узлы, функциональные модули отдельных устройств, устройства в целом, стойкость обеспечивается за счет внедрения в аппаратуру устройств аппаратно-программных методов и средств защиты от воздействия ЭМИ. Функциональной нагрузки они не несут, а предназначены только для предотвращения электромагнитных воздействий или снижения их влияния. В этом смысле блоки, узлы и устройства в сочетании со стойкостью обладают свойством защищенности. На верхнем уровне (системном) ВВСТ наделяют свойством живучести, так как на этом уровне, в силу сложности и многообразия решаемых задач, возможно некоторое снижение качества функционирования при сохранении общей цели. Для того чтобы установить взаимоотношения между этими свойствами необходимо рассмотреть ряд основных понятий и определений. В самом общем случае понятие «стойкость» определяется как свойство некоторой системы сохранять параметры, определяющие его работоспособность в пределах установленных норм и осуществлять нормальное функционирование во время и после действия поражающего фактора¹. Применительно к электромагнитным излучениям понятие стойкости может быть сформулировано следующим образом: «стойкость – это свойство системы выполнять заданные функции и сохранять параметры в пределах установленных норм во время и после действия мощных электромагнитных помех, больших токов и напряжений до опреде-

1 ГОСТ Р 51317.1.5-2009 (МЭК 61000-1-5, 2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Воздействие электромагнитные большой мощности на системы. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2009.

ленного уровня»¹. Исходя из данного определения, можно отметить ряд факторов, ограничивающих данное свойство:

- фактор качества, ограниченного некоторым набором функций, выполняемых с сохранением значений параметров в пределах установленных норм;
- фактор времени, предусматривающий выполнение заданных функций во время и после воздействия;
- фактор условий применения мощных электромагнитных помех, больших токов и напряжений до определенного уровня.²

С учетом ограничивающих факторов модель, определяющая свойство стойкости, может быть описана функционалом (Φ) вида:

$$S = \Phi \{ \mathcal{E}(F), \bar{B} \}, \quad (1)$$

где S – показатель стойкости;

$\mathcal{E}(F)$ – уровень качества функционирования системы, определяемый набором функций $F = \{f_i\}$, $i=1..m$, выполняемых с сохранением параметров в пределах установленных норм;

\bar{B} – вектор характеристик ЭМИ.

Стойкость характеризует способность системы сохранять заданный уровень качества в течение определенного времени (во время и после воздействия) в заданных условиях применения. При этом стойкость является внутренним свойством системы, которым она наделяется на этапе проектирования.

Для ВВСТ это свойство относят к:

- ВВСТ в целом;
- функциональным подсистемам;
- блокам и узлам;
- элементной базе, материалам, комплектующим изделиям.

Предлагаемая модель стойкости (1) предполагает нахождение системы в полностью исправном состоянии, так как иначе невозможно выполнение всех функций $F = \{f_i\}$, $i=1..m$ с заданным качеством $\mathcal{E}(F)$. Однако опыт разработки и экспериментальной проверки воздействия ЭМИ на ВВСТ показывает, что уровень качества бывает ниже требуемых значений [6]. При этом утрачивается способность системы выполнять заданные функции в полном объеме. Такое состояние характеризуется, как частично исправное и для его описания вводятся понятия «защищенность» и «живучесть». Соотношение рассмотренных понятий с учетом состояний системы показано на рисунке 2. В отличие от стойкости защищенность и живучесть являются внешними и более гибкими свойствами, так как они закладываются и изменяются как во время проектирования, так и при эксплуатации системы.

Таким образом, стойкость, защищенность и живучесть как системные свойства взаимно дополняют друг друга и характеризуют стойкость ВВСТ в различных состояниях. Защищенность может трактоваться как частный случай понятия стойкости при рассмотрении подсистем ВВСТ и как живучести – при рассмотрении ВВСТ на системном уровне. В связи с этим защищенность и живучесть могут быть охарактеризованы теми же показателями, что и стойкость.

2. Показатели стойкости ВВСТ к воздействию ЭМИ и их характеристика

В соответствии с иерархией построения на первом уровне: элементная база, материалы, комплектующие изделия, в качестве показателей используют максимальные значения характе-

1 Там же.

2 ГОСТ Р 54618-2011: Глобальная навигационная спутниковая система. – М.: Стандартинформ, 2011.

ристик ЭМИ, при которых параметры элементов r с заданной вероятностью сохраняются в пределах допусков $\Theta_r \in \Theta_r^{don}$ при определенном уровне гарантии:

$$X_{maxr} : P(\Theta_r \in \Theta_r^{don}) = P^{треб}, \tag{2}$$

где X_{maxr} – значения характеристик ЭМИ;

Θ_r – параметр состояния элемента по выходному значению;

r – номер параметра (крутизна фронта, длительность импульса);

Θ_r^{don} – допустимые значения r -го параметра, определяемое экспериментально с заданной доверительной вероятностью $P^{треб}$.

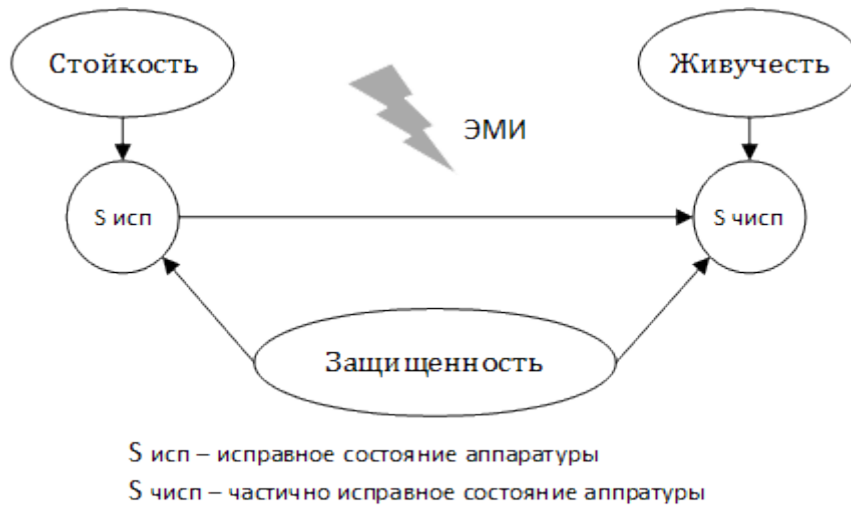


Рисунок 2 – Соотношение свойств стойкости, защищенности и живучести ВВСТ в зависимости от состояния

Из совокупности значений параметров ЭМИ, соответствующих допуску параметров, в качестве показателя стойкости выбирается наименьшее граничное значение: $X_r = \min[X_{maxr}^{треб}]$ для Θ_r и его допусков. Показателями стойкости на этом уровне могут быть минимальные (пороговые) значения напряженностей полей ЭМИ, при которых появляются ложные срабатывания и сбои в работе РЭА ВВСТ:

$$\begin{aligned} E_{сб}(\Theta_r) &= \min\{E(\Theta_{ri})\}, \Theta_r \in \Theta; \\ H_{сб}(\Theta_r) &= \min\{H(\Theta_{ri})\}, \Theta_r \in \Theta, \end{aligned} \tag{3}$$

где $E_{сб}(\Theta_r)$, $H_{сб}(\Theta_r)$ – минимальные значения напряженности электрической и магнитной составляющих полей ЭМИ, приводящих к сбою при изменении r -го выходного параметра.

На верхних иерархических уровнях (подсистема, система) использование показателей (3) является весьма затруднительным. Это объясняется прежде всего отсутствием строгих математических методов синтеза сложных систем по заданным функциям сбоев. Учитывая данное обстоятельство, стойкость ВВСТ на данных уровнях может быть охарактеризована сложной функцией, содержащей зависимости:

- от системных показателей (СП) ВВСТ, отражающих степень выполнения требований по готовности, устойчивости и вероятности выполнения поставленной задачи $\mathcal{E}_{сп}$;
- от видов затрат ресурсов – $\mathcal{E}_{зр}$.

В этом случае обобщенная функция стойкости ВВСТ может быть представлена:

$$\mathcal{E}_{ввст} = \varphi\{\mathcal{E}_{сп}, \mathcal{E}_{зр}\}, \tag{4}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{cn}(t) &= \psi_{cn} \{K_z(t), R_{ycm}(t), P_{\epsilon_3}(t)\}, \\ \mathcal{E}_{zp}(t) &= \psi_{zp} \{S_{p1}(t), S_{p2}(t), \dots, S_{pk}(t)\}, \end{aligned}$$

где $K_r(t), R_{ycm}(t), P_{\epsilon_3}(t)$ – показатели функциональной готовности, устойчивости и вероятности выполнения задачи;

$S_{p1}(t), S_{p2}(t), \dots, S_{pk}(t)$ – показатели затрат по видам ресурсов.

В зависимости от цели оценки стойкости выделяют одну из функций в качестве основной, а остальные переводят в разряд ограничений. Среди системных характеристик наиболее точно отражает целевое предназначение ВВСТ вероятность выполнения задачи (P_{ϵ_3}), которая в условиях воздействия ЭМИ будет являться функцией от следующих параметров:

$$P_{\epsilon_3} = \varphi(\bar{T}, \bar{B}, \bar{Z}), \tag{5}$$

где φ – оператор функциональной зависимости;

\bar{T} – вектор структурных параметров ВВСТ;

\bar{B} – вектор параметров ЭМИ;

\bar{Z} – вектор характеристик средств защиты.

Для оценки эффективности применения средств защиты необходимо установить зависимость вероятности выполнения задачи от характеристик средств защиты.

С целью определения эффективности применения средства защиты введем показатели количественной меры применения средств защиты, которые могут быть выражены как в абсолютных значениях (ΔP_{ϵ_3}), так и в относительных ($K_{защ}$):

$$\Delta P_{\epsilon_3} = P_{\epsilon_3} - P_{\epsilon_3}^{ЭМИ}; \tag{6}$$

$$K_{защ} = P_{\epsilon_3}^{ЭМИ} / P_{\epsilon_3}. \tag{7}$$

Из выражения (7) видно, что $K_{защ}$ имеет вероятностный смысл и в предельных случаях меняется от 0 до 1. При отсутствии защиты и максимальных значениях параметров ЭМИ вероятность выполнения задачи может быть сведена к нулю, что соответствует нулевой защищенности, а при $P_{\epsilon_3} = P_{\epsilon_3}^{ЭМИ}$, что может произойти при абсолютной защищенности, $K_{защ}$ будет равен 1.

Рассмотренные показатели (6, 7) могут быть использованы для сравнительной оценки эффективности применения средств защиты. Предположим, что в нашем распоряжении из общего комплекса M средств имеется $m-1$ – количество средств защиты, суммарный эффект применения которых равен:

$$\Delta P_{\epsilon_3} = \sum_{i=1}^{m-1} \Delta P_{\epsilon_3}^i,$$

где $\Delta P_{\epsilon_3}^i$ – прирост вероятности выполнения задачи при использовании i -го средства защиты.

Отсюда, весомость i -го средства можно определить как:

$$K_{защ}^i = (\sum_{i=1}^m P_{\epsilon_3}^i - \sum_{i=1}^{m-1} \Delta P_{\epsilon_3}^i) / \sum_{i=1}^m \Delta P_{\epsilon_3}^i, \tag{8}$$

где $K_{защ}^i$ – коэффициент защищенности i -го средства защиты.

Таким образом, при обосновании стоимости образца ВВСТ с учетом требований по стойкости к ЭМИ необходимо дополнительно к основному оборудованию обосновать стоимость разработки средств защиты. При этом мерой полноты решения задач за счет применения средств защиты является P_{ϵ_3} , а ее приращения, выраженные в абсолютной или относительной формах, есть мера вклада, вносимого отдельным средством или комплексом средств в общую задачу.

В формализованном виде задача обоснования стоимости будет сводиться к минимизации стоимости комплекса средств защиты, обеспечивающего требуемую вероятность выполнения задачи:

$$C_{защ}^{\Sigma} = \operatorname{argmin} \{ C_{защ}(Z) \}; \quad (9)$$

$$P_{вз}^{ЭМИ}(I, \mathcal{E}, Z) \in P_{вз}^{треб}$$

где $P_{вз}^{треб}$ – требуемое значение вероятности выполнения задачи.

3. Расчет стоимости образца ВВСТ с учетом требований по стойкости к ЭМИ

В настоящее время при определении стоимости разработки перспективных образцов ВВСТ и обоснования требований к их ТТХ используют следующие методы [1, 2]:

- калькуляционный метод, позволяющий оценить стоимость по всей совокупности работ при разработке образца ВВСТ;
- аналого-сопоставительный метод, основанный на определении стоимости разработки перспективного образца ВВСТ по данным имеющихся аналогов;
- агрегатный метод, основанный на суммировании стоимости отдельных конструктивных элементов образца ВВСТ;
- метод регрессионного анализа, заключающийся в определении зависимости стоимости разработки ВВСТ от значений его ТТХ;
- метод экспертных оценок (балльный метод), заключающийся в определении для каждой ТТХ числа баллов с последующим их суммированием при интегральной оценке стоимости.

Наиболее подходящими для нашего случая являются аналого-сопоставительный и агрегатный методы. Аналого-сопоставительный метод может быть использован при наличии зависимости стоимости от уровня стойкости. Это возможно на основе анализа и обработки больших объемов информации, связанных с установлением зависимости уровня стойкости от затрат в существующих аналогах ВВСТ и прогнозирования стоимости перспективных образцов ВВСТ с учетом новых требований. Это довольно сложная задача, требующая сбора и обобщения показателей стойкости РЭА к воздействию ЭМИ на протяжении длительного периода сбора статистической информации. Данных о сопоставлении цены и качества в зависимости от требований стойкости в известной литературе недостаточно, поэтому предпочтительнее использовать агрегатный метод, позволяющий путем суммирования стоимости отдельных конструктивных элементов получить искомую сумму.

Допустим, в распоряжении разработчика имеется M средств защиты от воздействия ЭМИ, каждый из которых обеспечивает некоторый прирост показателя стойкости. Задана матрица X – двоичных переменных, характеризующих применение средств защиты в элементах ВВСТ, в которой $x_{ij} = 1$, если средство применяется, и $x_{ij} = 0$, если не применяется.

Заданы затраты на проектирование и разработку каждого средства защиты от ЭМИ – C_j . Определены N устройств из состава образца ВВСТ, в которых необходимо осуществлять мероприятия по защите.

Требуется отыскать матрицу $X^* = \{X_{ij}^*\}$, обеспечивающую минимум целевой функции:

$$\min(C_{\Sigma}) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M C_j X_{ij}^* \quad (10)$$

при заданном ограничении:

$$P_{вз}^{ЭМИ}(I, \mathcal{E}, Z) \in P_{вз}^{треб}, \quad (11)$$

где C_{Σ} – суммарные затраты на разработку и внедрение средств защиты от ЭМИ.

Выражения (10), (11) представляют собой задачу нелинейного целочисленного программирования. Наиболее общим подходом к решению таких задач является использование методов ограниченного перебора, среди которых наиболее известными являются методы ветвей и границ. Однако объем вычислений в этих методах имеет тенденцию к экспоненциальному росту

при увеличении числа переменных. Поэтому большое внимание уделяется эвристическим и приближенным методам решения задач данного типа. В частности, для определения рационального набора средств защиты используем приближенный метод оптимизации в целочисленных задачах с неаддитивным критерием [7]. Метод является итерационным, в каждой итерации которого выполняется K однотипных шагов, суть которых сводится к исследованию на основе моделирования эффективности применения средств защиты на всех уровнях иерархии построения образца ВВСТ, начиная последовательно от первого уровня (элементная база, комплектующие изделия), уровня подсистем (блоки, устройства) и заканчивая уровнем системы.

Алгоритм, реализующий предлагаемый метод, представлен на рисунке 3.

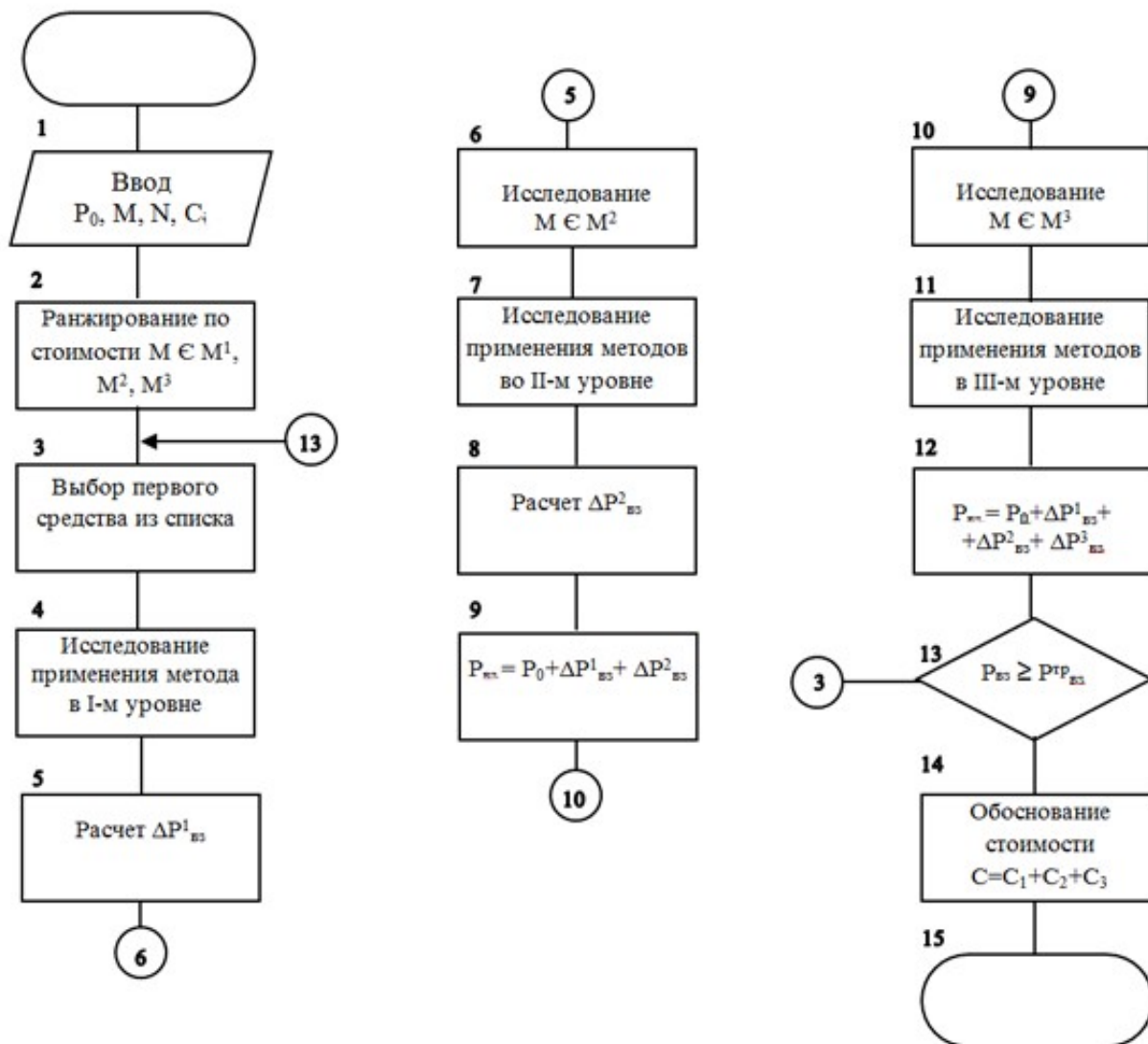


Рисунок 3 – Схема алгоритма выбора рационального комплекса средств защиты по критерию минимума стоимости образца ВВСТ

В алгоритме минимизация стоимости комплекса средств защиты достигается за счет ранжирования по стоимости средств, используемых на каждом уровне иерархии построения образца

ВВСТ (M^1, M^2, M^3), исследования путем моделирования эффективности их применения, начиная с наиболее дешевого средства и определения прироста вероятности выполнения задачи $\Delta P_{\text{вз}}$. Данная процедура решается циклически с последующим выбором очередного средства из списка ранжированных по стоимости до тех пор, пока не выполнится условие достижения требуемого значения вероятности выполнения задачи ($P_{\text{тп}}$).

Допустим, на i -м шаге n -й итерации условие (11) выполнилось. В этом случае производится расчет суммарной стоимости разработки средств обеспечения стойкости к ЭМИ на каждом уровне:

$$C_{\Sigma} = C_1 + C_2 + C_3,$$

где C_1, C_2, C_3 – стоимость разработки средств защиты, применяемых на уровнях иерархии ВВСТ.

Полученная сумма не в полной мере является оптимальной с точки зрения минимизации затрат по причине того, что расчет стоимости проводился отдельно для каждого уровня построения ВВСТ без учета влияния применения средств защиты на других уровнях. Однако на этапах формирования технико-экономических требований такой подход может быть использован для обоснования стоимости ВВСТ с учетом требований по стойкости к воздействию мощных ЭМИ.

Выводы

1. Рассмотрена проблема обеспечения стойкости ВВСТ к воздействию мощных ЭМИ и ее значимость в современных условиях в связи с развитием и совершенствованием средств электромагнитного воздействия.

2. На основе выбранной модели стойкости и структуры ВВСТ предложена система показателей стойкости, учитывающая многоуровневое иерархическое построение систем вооружения.

3. Предложен подход к обоснованию стоимости ВВСТ по обеспечению требований стойкости к воздействию мощных электромагнитных излучений с учетом комплекса мероприятий по защите на всех уровнях иерархии образца ВВСТ – от элементной базы, комплектующих изделия до уровня блоков, устройств и системы в целом.

Список использованных источников

1. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация. – Тверь: Издательство ООО «КУПОЛ», 2009. – 624 с.

2. Военно-экономический анализ / Под ред. С.Ф. Викулова. – М.: Военное издательство, 2001. – 350 с.

3. Добыкин В.Д., Куприянов А.И., Пономарев В.Г., Шустов Л.Н. Радиоэлектронная борьба. Силовое поражение радиоэлектронных систем / Под ред. А.И. Куприянова. – М.: Вузовская книга, 2007. – 468 с.

4. Мырова Л.О., Чепиженко А.З. Обеспечение стойкости аппаратуры связи к ионизирующим и электромагнитным излучениям. – М.: Радио и связь, 1988. – 296 с.

5. Раскин Л.Г. Анализ сложных систем и элементы теории оптимального управления. – М.: Советское радио, 1976. – 344 с.

Р.С. Аносов, кандидат технических наук,
доцент
А.Ю. Божков, кандидат технических наук
Д.М. Бывших, кандидат технических
наук, старший научный сотрудник

Методический подход к планированию мероприятий по капитальному ремонту средств радиоэлектронной борьбы

Представлен методический подход к планированию выделения ассигнований на капитальный ремонт средств радиоэлектронной борьбы, учитывающий вероятностный характер длительности эксплуатации до выхода в капитальный ремонт изделий техники радиоэлектронной борьбы. Подход может быть использован при разработке предложений в государственную программу вооружения в обеспечение рационального распределения выделяемых ассигнований на капитальный ремонт техники РЭБ.

Вопросам организации капитального ремонта (КР) вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) в Минобороны России уделяется значительное внимание, поскольку эта стадия жизненного цикла является одной из наиболее затратных [1-5]. Актуальным путем снижения затрат на КР при поддержании требуемого уровня технической готовности является проведение КР изделий ВВСТ, в том числе и средств радиоэлектронной борьбы (РЭБ), в зависимости от технического состояния изделия [6, 7]. То есть выработка межремонтного ресурса не должна быть основанием для отправки техники РЭБ в КР, если по своему техническому состоянию она пригодна к дальнейшей эксплуатации. После выработки установленного ресурса целесообразно ежегодно подвергать изделие техническому освидетельствованию комиссией воинской части для определения ее технического состояния. На основании выводов комиссии должно приниматься решение о продлении срока эксплуатации техники на определенное время (например, один год) или необходимости отправки в КР. Указанное обстоятельство в полной мере должно учитываться при планировании мероприятий по КР в рамках документов программно-целевого планирования таких, как государственная программа вооружения (ГПВ) и государственный оборонный заказ (ГОЗ).

Анализ статистической информации по длительности эксплуатации изделий техники РЭБ до КР [6] позволил установить, что реальное состояние эксплуатируемых средств РЭБ, входящих в состав подразделений РЭБ Сухопутных войск, позволяет проводить КР несколько позднее, чем предписано нормативными документами, кроме того, длительность эксплуатации образцов техники РЭБ до выхода в КР носит вероятностный характер, что также необходимо учитывать при разработке предложений в ГПВ и ГОЗ в части выделяемых ассигнований на КР.

Анализ длительности эксплуатации до выхода в КР различных типов техники РЭБ говорит о целесообразности выделения трех групп образцов, представленных в таблице 1.

При этом необходимо отметить следующее. Во-первых, эксплуатация рассмотренных изделий не включает их хранение, т. е. все рассматриваемые изделия применялись по назначению с момента их принятия на вооружение. Отсюда длительность до выхода в КР равна длительности применения изделия по назначению. Во-вторых, представленное деление изделий техники РЭБ на группы носит условный характер, рассмотрены только изделия техники РЭБ в составе подразделений РЭБ Сухопутных войск. В-третьих, статистика по длительности эксплуатации до выхода изделий в КР актуальна для текущего момента. Следовательно, полученные далее для

всех этих условий распределения носят скорее иллюстративный характер и должны уточняться по мере увеличения массивов исходной информации.

Таблица 1 – Значения длительности эксплуатации изделий техники РЭБ различных групп до выхода их в КР в предыдущие программные периоды

Группа техники РЭБ	Количество изделий в группе, вышедших в КР (шт.)	Количество изделий в группе (шт.), длительность эксплуатации которых до выхода в КР составила:				
		10 лет	11 лет	12 лет	13 лет	14 лет
Группа 1	328	36	56	120	99	17
Группа 2	137	43	54	29	11	0
Группа 3	36	13	10	8	5	–

На основе данных таблицы 1 рассчитаны частоты и эмпирические плотности вероятности длительности выхода в КР для различных групп техники РЭБ, графики представлены на рисунке 1. Вероятность (частота) определяется, как количество вышедших в КР изделий в j -м году после начала эксплуатации ($j=10\div 14$), отнесенное к общему количеству рассматриваемых изделий (в группе). Например, для группы 1 вероятность выхода изделия в КР на 10-м году эксплуатации $36/328=0,11$, на 11-м году – $56/328=0,17$, на 12-м году $120/328=0,37$, на 13-м году – $99/328=0,30$, на 14-м – $17/328=0,05$. До 10-го года и после 14-го года вероятность выхода изделия в КР стремится к 0 и эти года в дальнейшем не рассматриваются.

Тогда данные таблицы 1 интерпретируем следующим образом. Если на вооружении в t -м году приняты N изделий группы 1, то из них в $t+10$ -м году (на 10-м году эксплуатации) выйдут в КР $0,11N$ изделий, в $t+11$ -м (на 11-м году эксплуатации) – $0,17N$, в $t+12$ -м (на 12-м году) – $0,37N$, в $t+13$ -м (на 13-м году) – $0,30N$, в $t+14$ -м (на 14-м году) – $0,05N$. Аналогичные рассуждения считаем справедливыми для изделий других групп (таблица 2).

На рисунке 1 представлены предложения по возможным теоретическим законам распределения для вариационного анализа. Для аппроксимации реального распределения теоретической кривой распределения рассматривались: нормальное распределение, логарифмически-нормальное распределение, распределение Вейбулла [6]. Сравнение теоретического и эмпирического распределений проводилось по критерию Пирсона χ^2 [8-10]. В работе [6] показано, что достаточно хорошей аппроксимацией эмпирических кривых выхода в КР изделий техники РЭБ в составе подразделений РЭБ Сухопутных войск является распределение Вейбулла. Однако практика реализаций ГПВ в части КР техники РЭБ показывает, что при планировании мероприятий по КР требуется учитывать необходимость КР изделий техники РЭБ других подразделений и частей РЭБ. Как видно из рисунка 1, для эмпирических распределений характерна асимметрия как левая (группа 1), так и правая (группы 2 и 3). Как представляется, это происходит из-за наложения естественных процессов старения сложных технических комплексов (эти процессы моделируются распределением Вейбулла [11-13]) и процессов износа, обусловленных множеством эксплуатационных факторов (нормальное распределение).

Однако вариационный анализ показывает, что эксцессы полигонов (эмпирических распределений) относительно нормального распределения незначительны и для упрощения методического подхода планирования КР для практического применения можно аппроксимировать реальные распределения для групп техники 1,2 (рисунок 1) нормальным. Так, эксцесс эмпирического распределения для группы 1 составляет 1,08. Для группы 3 адекватным будет применение смешанного (суммы двух нормальных) распределения. Такое упрощение представляется правомерным, поскольку с накоплением статистических данных вид реальных распределений зачастую стремится к виду нормального [10-12].

Группа техники РЭБ	График эмпирической функции распределения (по оси абсцисс – длительность эксплуатации до выхода в КР, по оси ординат – вероятность)	График возможного теоретического распределения	Вероятность достижения длительности эксплуатации до КР, лет.				
			10	11	12	13	14
1			0,11	0,17	0,37	0,30	0,05
2			0,31	0,39	0,21	0,08	0,00
3			0,36	0,27	0,23	0,14	0,00

Рисунок 1 – Эмпирические и теоретические плотности вероятности длительности эксплуатации до выхода в КР техники РЭБ

Параметрами смещения и масштаба (разброса) для нормального распределения являются математическое ожидание и дисперсия. Для их определения пользуемся свойствами этого распределения [8-10]. Значения вероятности выхода в КР в зависимости от длительности эксплуатации применительно к изделиям техники РЭБ 1-й группы (эмпирическое распределение) и значения вероятности для теоретического (нормального) распределения при тех же длительностях эксплуатации представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Вероятности выхода в КР изделий техники РЭБ группы 1 для эмпирического и аппроксимации нормальным распределением

Распределение	Вероятность						
	Год эксплуатации						
	9	10	11	12	13	14	15
Эмпирическое распределение	0	0,11	0,17	0,37	0,3	0,05	0
Нормальное распределение $c(t) : \mu=12 ; \sigma=1,10$	0,006	0,062	0,241	0,380	0,241	0,062	0,006

По критерию Пирсона (для нашего случая $\chi^2=0,042$ рассчитано согласно [8]) гипотеза о возможности аппроксимации эмпирического распределения нормальным может считаться достаточно правдоподобной. Согласно способу Романовского [3], критерием согласия с гипотезой о соответствии распределений является:

$$\frac{\chi^2 - df}{\sqrt{2 df}} - 3 \leq 0, \tag{1}$$

где df – число степеней свободы.

Здесь $df = (m-1)(n-1)$,

где m – количество интервалов группирования в каждом из сопоставляемых распределений ($m=5$);

n – количество сопоставляемых распределений ($n=2$).

Рассчитанное значение показателя согласия (1) составило $-4,40$. Графики распределений представлены на рисунке 2.

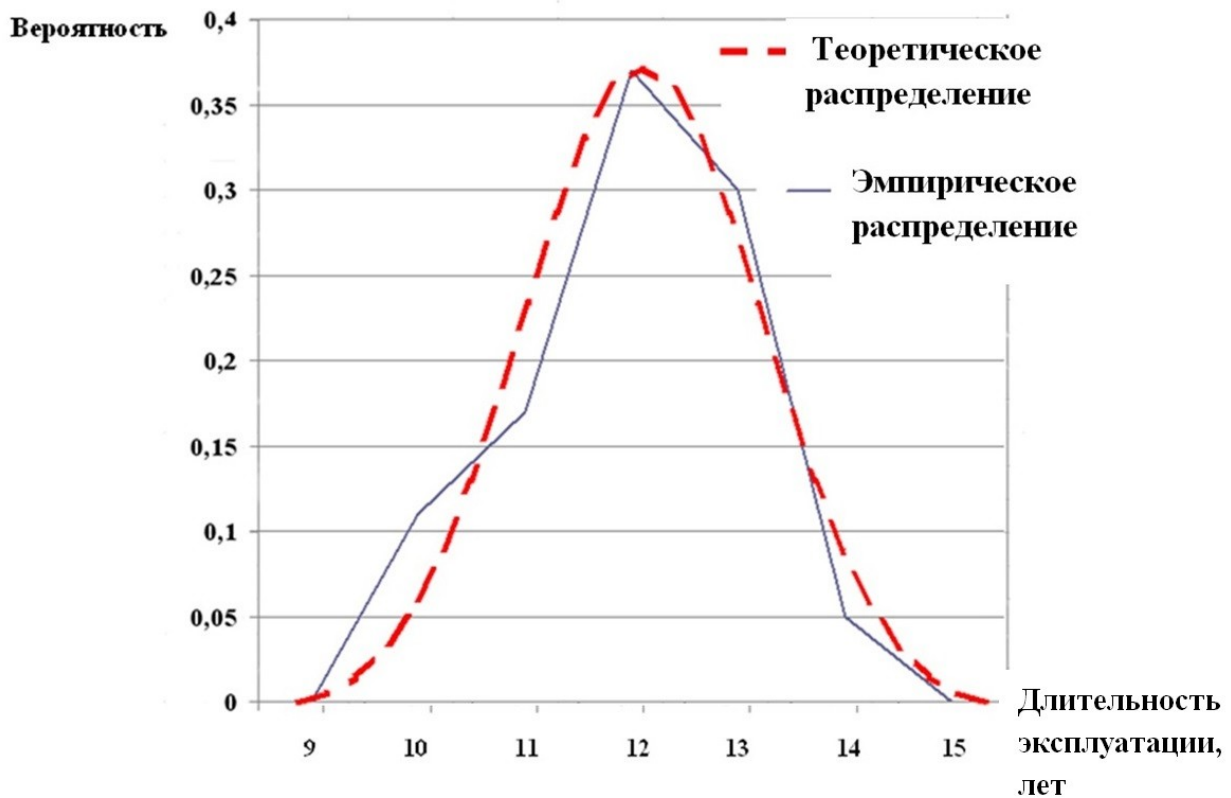


Рисунок 2 – Аппроксимация эмпирического распределения выхода в КР изделий техники РЭБ 1-й группы нормальным распределением

Таким образом, эмпирическое распределение для техники РЭБ группы 1 можно аппроксимировать нормальным:

$$\phi(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-\tau_{об})^2}{2\sigma^2}} = 0,38 e^{-0,454(t-12)^2}, \tag{2}$$

где t – длительность эксплуатации изделия;

$\tau_{об}$ – наиболее вероятная длительность эксплуатации до выхода изделия в КР.

Проведение аналогичных рассуждений для группы 2 позволило определить параметры

смещения ($\mu=11$) и масштаба ($\sigma=1,05$) для нормального распределения, аппроксимирующего эмпирическое распределение для этой группы. Распределение для группы 3 аппроксимируем суммой двух нормальных (смешанное распределение) – рисунок 3.

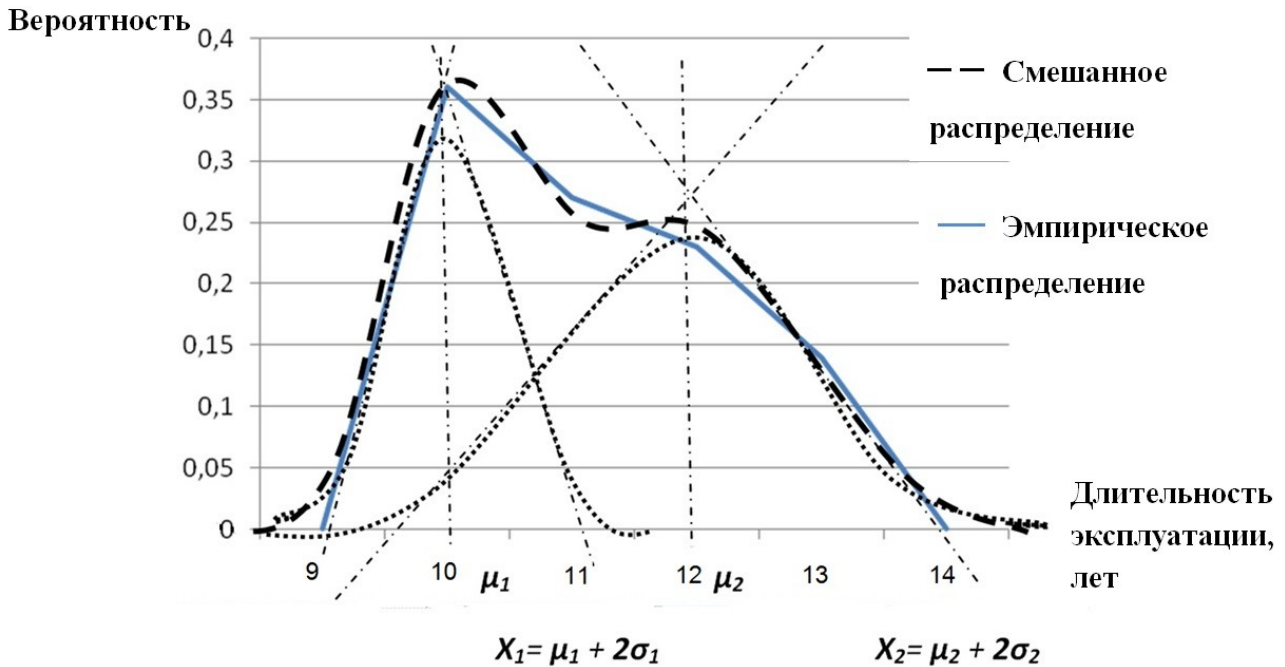


Рисунок 3 – Аппроксимация эмпирического распределения выхода в КР изделий техники РЭБ 3-й группы смешанным (суммой двух нормальных) распределением

Для определения параметров смешанного распределения воспользуемся одним из свойств нормального распределения, а именно: если в точках перегиба к кривой провести касательные, то они пересекут ось абсцисс в точках $\mu \pm 2\sigma$ [8, 9] (рисунок 3). Так, для группы 3 примем $\sigma_1 \approx 0,4$; $\sigma_2 \approx 1,1$.

Распределение для группы 3 моделируем функцией:

$$\begin{aligned} \phi(t) &= \eta \frac{1}{\sigma_1 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-\tau_{об})^2}{2\sigma_1^2}} + (1-\eta) \frac{1}{\sigma_2 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-\tau_{об}-\Delta)^2}{2\sigma_2^2}} = \\ &= 0,33 \frac{1}{1,0025} e^{-\frac{(t-10)^2}{0,32}} + 0,66 \frac{1}{2,7570} e^{-\frac{(t-11,5)^2}{2,42}} = 0,34 e^{-3,13(t-10)^2} + 0,24 e^{-0,41(t-11,5)^2}, \end{aligned} \tag{3}$$

где σ_1^2, σ_2^2 – дисперсии распределений ($\sigma_1^2 \approx 0,16$; $\sigma_2^2 \approx 1,21$);

Δ – расстояние между математическими ожиданиями ($\Delta=1,5$);

η – коэффициент, определяющий вклад парциальных распределений в смешанное [8] ($\eta=0,33$).

Использовать распределения необходимо с учетом наиболее вероятных значений выхода в КР, представленных на рисунке 1. Эти значения соответствуют положению максимума функции распределения. Так, для группы 1 наиболее вероятный момент выхода в КР – на 12-й год эксплуатации, для группы 2 – на 11-й год эксплуатации, для группы 3 – на 10-й. Используя полученные выражения, можем построить модели для прогнозирования распределения ассигнований,

выделяемых на КР техники РЭБ в рамках ГПВ. Рассмотрим модель вероятности выхода в КР изделий техники РЭБ первой группы (рисунок 4).

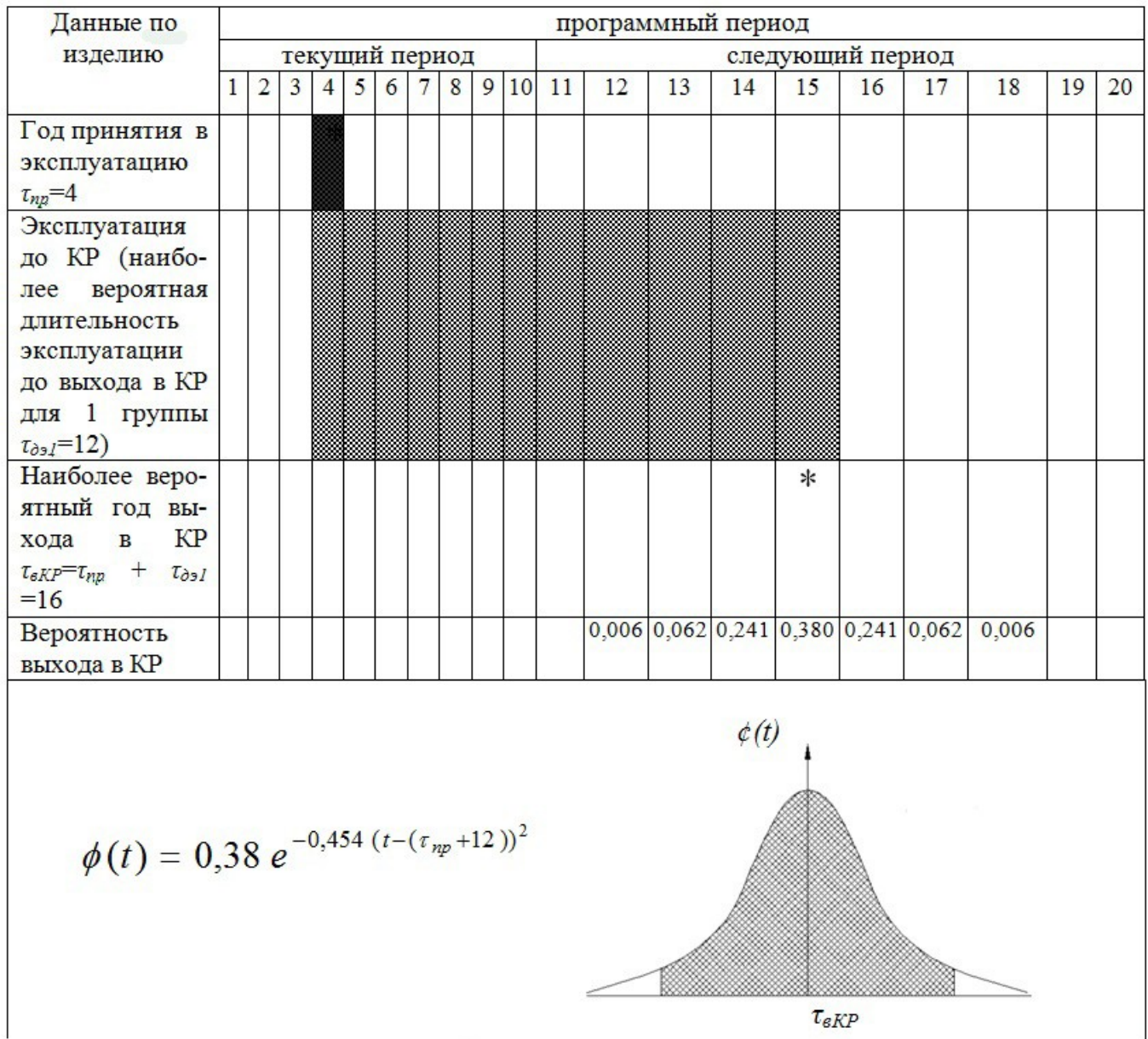


Рисунок 4 – Модель вероятности выхода изделия в КР (пример)

Требуемые ассигнования на КР в j -м ($j=11 \div 20$) году на изделия o -го образца первой группы, эксплуатируемые с τ_{np} -го года составят:

$$S_{1\tau_{np}}^{jo} = C_1^o n_{1\tau_{np}}^o \frac{1}{\sigma_1 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(j-(\tau_{np}+\tau_{\partial\alpha 1}))^2}{2\sigma_1^2}} = 0,38 e^{-0,454 (j-(\tau_{np}+12))^2}, \tag{4}$$

где C_1^o – прогнозируемая стоимость КР изделия o -го образца 1-й группы;

$n_{1\tau_{np}}^o$ – количество изделий o -го образца 1-й группы, эксплуатируемых с τ_{np} -го года;

σ_1^2 – дисперсия нормального распределения для 1-й группы образцов.

В более общем случае можем записать:

$$S_{i\tau_{np}}^{jo} = C_i^o n_{i\tau_{np}}^o \phi_i(\sigma_i^2, \tau_{np}, \tau_{\partial\alpha i}, j), \tag{5}$$

где ϕ_i – функция распределения для i -й группы;

C_i^o – прогнозируемая стоимость КР изделия o -го образца i -й группы;

$n_{i\tau_{np}}^o$ – количество изделий o -го образца i -й группы, эксплуатация которых началась в τ_{np} -м году;

σ_i^2 – дисперсия распределения для i -й группы изделий. Остальные обозначения те же, что и в (3).

Требуемые ассигнования на КР в j -м году по всем изделиям образцов i -й группы составят:

$$S_{\sum i}^j = \sum_{o=1}^{O_i} S_{i\tau_{np}}^{jo}, \quad (6)$$

где O_i – количество образцов, принадлежащих к i -й группе.

Требуемые ассигнования на КР в j -м году в целом составят:

$$S_{\sum}^j = \sum_{i=1}^3 S_{\sum i}^j. \quad (7)$$

Пример. Пусть в текущем плановом периоде начали эксплуатироваться:

- в четвертом году планового периода – 4 изделия образцов группы 1. Стоимость КР одного изделия составляет 15,0 у.е.;
- в третьем году – 20 изделий группы 2. Стоимость КР изделия – 7,5 у.е.;
- в седьмом году – 30 изделий группы 3. Стоимость КР изделия – 5,0 у.е.

Необходимо определить рациональное (с учетом технического состояния изделий) распределение ассигнований на КР этих изделий в следующем программном периоде. Используя выражения (2)-(7), последовательно вычисляем по годам следующего планового периода: количество изделий каждой группы (используя соответствующие распределения), которые выйдут в КР; стоимости КР по каждой группе и требуемые ассигнования на КР в следующем программном периоде по всем группам техники (рисунок 5).

На рисунке также отражены результаты оценки необходимых ассигнований на КР тех же изделий при планово-предупредительной системе. Сравнительный анализ позволяет сделать следующие выводы:

- учет вероятностного характера выхода в КР обуславливает значительно более равномерное выделение ассигнований по годам программного периода;
- как следует из рисунка, если изделия начали эксплуатацию в конце текущего периода, то КР части из них целесообразно проводить в следующем программном периоде. Например, если в нашем примере изделия группы 3 начали бы эксплуатироваться в восьмом году текущего периода, то количество требуемых КР в программном периоде сократилось на 4, что отразилось бы на общих ассигнованиях на программу.

Таким образом, предложен методический подход к планированию мероприятий по КР техники РЭБ, сущность которого сводится к определению рационального распределения ассигнований в ГПВ и ГОЗ на КР образцов техники РЭБ путем учета вероятностного характера длительности эксплуатации образцов до выхода в КР. Применение такого подхода при обосновании предложений в программные документы позволит:

- более рационально расходовать выделяемые ассигнования на КР техники РЭБ за счет рационального использования заложенного эксплуатационного ресурса техники РЭБ путем учета реального технического состояния изделий и соответственного увеличения срока эксплуатации без КР;

Группа	программный период																			
	текущий период										следующий период									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Планирование КР «по техническому состоянию»																				
Группа 1				*																
Количество ремон- тируемых средств																				
Требуемые ассиг- нования, у.е.																				
Группа 2			*																	
Количество ремон- тируемых средств																				
Требуемые ассиг- нования, у.е.																				
Группа 3																				
Количество ремон- тируемых средств																				
Требуемые ассиг- нования, у.е.																				
Требуемые ассиг- нования по всем группам, у.е.																				
Планирование на основе нормативных сроков выхода в КР (планово-предупредительная система)*																				
Группа 1				*																
Количество ремон- тируемых средств																				
Требуемые ассиг- нования, у.е.																				
Группа 2			*																	
Количество ремон- тируемых средств																				
Требуемые ассиг- нования, у.е.																				
Группа 3																				
Количество ремон- тируемых средств																				
Требуемые ассиг- нования, у.е.																				
Требуемые ассиг- нования по всем группам, у.е.																				

*) Здесь нормативный срок проведения КР принят равным 10 годам

Рисунок 5 – Расчет необходимых ассигнований по годам планового периода

- распределять ассигнования по годам программного периода более равномерно по сравнению с финансированием при планово-предупредительной системе;
- более точно определять объемы требуемых на КР ассигнований в программном периоде;
- повысить долю исправных образцов техники РЭБ в войсках за счет исключения случаев, когда возникающая реальная необходимость в КР не обеспечена запланированными в ГПВ ассигнованиями;
- более равномерно загружать ремонтные предприятия.

Отметим, что для повышения точности прогнозирования распределения выделяемых ассигнований на КР параметры представленных соотношений (распределений) должны уточняться по мере накопления статистической информации.

Список использованных источников

1. Гулидов А.А. Подсистема войскового ремонта и сервисного обслуживания техники РЭБ // Радиоэлектронная борьба в Вооруженных Силах Российской Федерации. – 2017. – С. 67-69.
2. Турковский А.С., Шоркин С.П. К вопросу организации оптимальной стратегии проведения капитальных и средних ремонтов технических средств противодействия террористическим и криминальным взрывам // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. – 2015. – № 1-2 (79-80). – С. 39-43.
3. Пьянков А.А. Экономико-математическая модель системы ремонта вооружения и военной техники в современных условиях // Вооружение и экономика. – 2013. – № 3. – С. 65-76.
4. Буравлев А.И., Пьянков А.А. Модель управления техническим обеспечением войск // Вооружение и экономика. – 2011. – № 4. – С. 29-34.
5. Еланцев Г.А. Моделирование системы ремонта вооружения и военной техники в программном средстве имитационного моделирования ARENA // Материалы XII Всероссийского совещания по проблемам управления ВСПУ-2014, Москва, 16-19 июня 2014 г. – М., 2014. С. 5354-5363.
6. Луценко А.Д., Божков А.Ю. Применение стратегий выхода изделий техники РЭБ в ремонт «по техническому состоянию» и «нормам расходования ресурса» при обосновании предложений в государственный оборонный заказ в части капитального ремонта техники РЭБ // Вооружение и экономика. – 2015. – № 1. – С. 12-22.
7. Аносов Р.С., Бывших Д.М., Орлов В.А. Методы оценки экономического эффекта различных стратегий технического обслуживания и ремонта техники РЭБ // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2017. – № 5. – С. 25-30.
8. Загорюев А.Л. Основы статистической обработки результатов психодиагностических измерений. – Екатеринбург: Уральский институт практической психологии, 2008. – 156 с.
9. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. – М.: КНОРУС, 2010. – 480 с.
10. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
11. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. – М.: Наука, 1965. – 524 с.
12. Черкесов Г.Н. Надежность аппаратно-программных комплексов. – СПб.: Питер, 2005. – 479 с.
13. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надежности. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 702 с.

А.Н. Дьяков, кандидат технических наук
А.С. Кокарев, кандидат технических наук
С.А. Поляков
А.В. Пачин

Модель ресурсоемкости подвижных систем обеспечения запасными частями мобильных сложных технических комплексов

Наличие достаточных комплектов запасных частей (ЗЧ) является необходимым условием для обеспечения надежности современной сложной техники. Однако при создании и эксплуатации мобильных технических средств существенным является ограничение на объемы ресурсов, выделяемых на ЗИП. Задача управления расходами определяет создание моделей, позволяющих оценивать ресурсоемкость существующих и разрабатываемых систем обеспечения запасными частями (СОЗЧ). В статье представлен подход к определению ресурсоемкости подвижных СОЗЧ с учетом стохастичности суммарного времени доставки типовых элементов замены (ТЭЗ).

Введение

Проблема обеспечения надежности современных сложных технических средств остается в значительной степени актуальной. Несмотря на принимаемые разработчиками меры, направленные на повышение безотказности, возникновение отказов является объективной реальностью и полностью их предотвратить невозможно. Вместе с тем при создании и эксплуатации мобильных сложных технических комплексов (МСТК) ограничения на массу и габариты возимого оборудования сужают возможности повышения надежности путем многократного резервирования систем. В таких условиях наиболее приемлемым направлением сокращения времени нахождения оборудования в неработоспособном состоянии является создание многоэшелонных СОЗЧ, включающих в себя подвижные компоненты и достаточное количество ТЭЗ [1]. Вариант построения подобной СОЗЧ представлен на рисунке 1. Система включает в себя возимые одиночные комплекты ЗИП-О, размещенные непосредственно на каждом агрегате, стационарный групповой комплект ЗИП-Б и подвижный групповой ЗИП-А. Последний, перемещаясь между позициями агрегатов (подразделений) в соответствии с заявками, используется для устранения отказов элементов, включить запасные части (ЗЧ) для которых в ЗИП-О невозможно в силу габаритных ограничений, и для восполнения расхода ЗЧ.

Данный подход позволяет обеспечить требуемую надежность оборудования МСТК при выполнении ограничений на объемы возимых комплектов запасных частей, инструментов и принадлежностей (ЗИП). Вместе с тем при формировании комплектов ЗЧ для современных МСТК одним из значащих факторов является высокая стоимость входящих в них ТЭЗ и, как следствие, необходимость минимизации затрат, связанных с запасами. Кроме затрат непосредственно на приобретение, часто существенными являются расходы на обеспечение хранения и выполнение операций по обслуживанию ЗИП. В СОЗЧ, включающих подвижные компоненты, необходимо также учитывать затраты на перемещение мобильных ЗИП, зависящие от расходов на амортизацию подвижного состава, ГСМ, работу персонала.

Постановка задачи

Задача управления ресурсами, выделяемыми на СОЗЧ, определяет необходимость оценки ресурсоемкости системы. Однако предлагаемые существующим научно-методическим аппаратом

[2-5] модели не могут быть применены к подвижным СОЗЧ, т. к. в них не учитывается стохастическая компонента времени доставки, определяемая случайным характером возникновения отказов в оборудовании. Ниже представлен подход к оцениванию ресурсоемкости подвижных СОЗЧ с применением вероятностной оценки суммарного времени доставки.

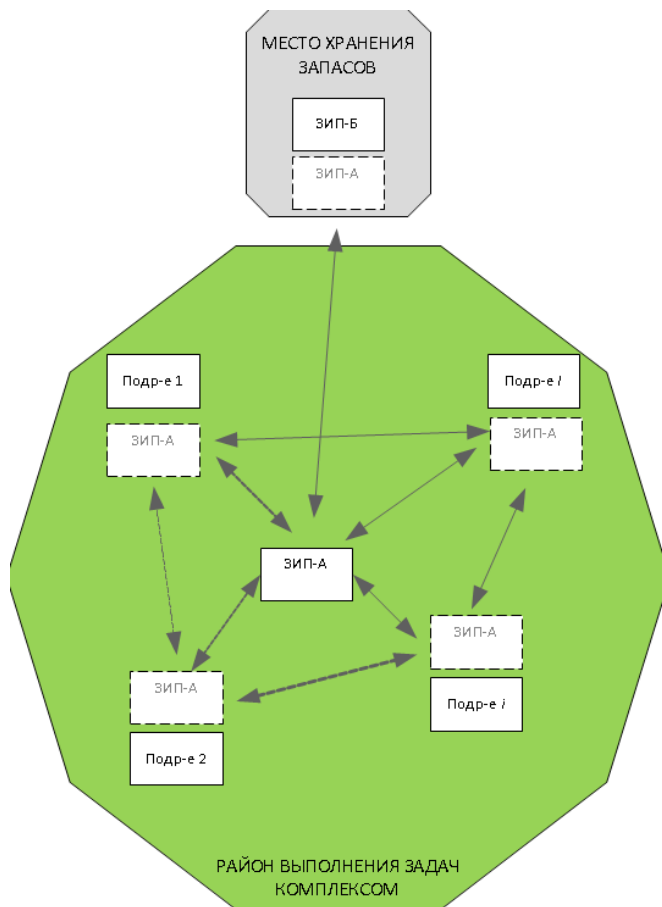


Рисунок 1 – Вариант построения подвижной СОЗЧ

Вербально задача сформулирована следующим образом: при заданной структуре МСТК, значениях стоимости приобретения, хранения и обслуживания ТЭЗ, суммарном времени доставки ЗЧ, определить затраты, необходимые на приобретение ТЭЗ и обеспечение эксплуатации подвижной СОЗЧ МСТК, позволяющей поддерживать требуемую готовность оборудования в течение заданного периода.

Формальный вид задачи представлен ниже.

Дано:

J – номенклатура ТЭЗ комплекса;

I – число комплектов ЗИП в СОЗЧ;

c_j – стоимость ТЭЗ j -го типа, у. е.;

c^{xp} – стоимость хранения ТЭЗ, у. е.;

$c^{об}$ – стоимость обслуживания ТЭЗ при хранении, у. е.;

$c_{дост}$ – стоимость одного часа движения подвижного ЗИП, у. е.;

\vec{z} – начальные уровни запасов ТЭЗ в СОЗЧ;

$t_{\Sigma}^{дост}$ – суммарное время, затраченное подвижным ЗИП на доставку ЗЧ за период эксплуатации.

Найти:

$$C_{СОЗЧ} = f(J, I, \vec{z}, c_j, c^{xp}, c^{об}, c_{дост}, t_{\Sigma}^{дост}). \tag{1}$$

Определение ресурсоемкости подвижной СОЗЧ МСТК

а) исходные данные

В качестве исходных данных для моделирования используются следующие показатели:

- сводная номенклатура ТЭЗ комплекса J , содержащая перечень всех типов применяемых ТЭЗ. Каждому типу присваивается уникальный номер $j = \overline{1, J}$;
- число комплектов ЗИП в СОЗЧ I . К ним относятся все включенные в состав СОЗЧ комплекты ЗИП, в том числе размещаемые на подвижной базе комплекты ЗИП-О агрегатов, подвижный групповой комплект ЗИП-А и размещаемый стационарно групповой комплект ЗИП-Б. Каждому ЗИП присваивается уникальный номер $i = \overline{1, I}$;
- стоимость приобретения ТЭЗ каждого типа, определяемая по прейскурантам производителя и включающая стоимость доставки от предприятия до места расположения МСТК c_j ;
- матрица стоимости хранения ТЭЗ каждого типа в каждом эшелоне c^{xp} . Стоимость определяется затратами на обеспечение необходимого температурного, влажностного и чистотного режима в месте хранения;
- стоимость проведения обслуживания ТЭЗ каждого типа в каждом эшелоне при нахождении в составе ЗИП $c^{об}$, определяемая затратами на выполнение работ по поддержанию необходимого качества ЗЧ при хранении и расходуемые при этом материальные ресурсы;
- матрица начальных уровней запасов ТЭЗ \vec{z} , включающая данные по количеству ТЭЗ каждого типа в каждом эшелоне z_{ji} . Уровни запасов и их эшелонирование должны обеспечивать выполнение требований по надежности МСТК;
- стоимость одного часа движения подвижного ЗИП $c_{доcm}$, определяемая расходами на ГСМ, амортизацию техники и работу персонала;
- суммарное значение времени, затраченного на доставку ЗЧ, предназначенных для устранения отказов или восполнения расхода комплектов ЗИП $t_{\Sigma}^{доcm}$. Значение данного показателя является случайной величиной, зависящей от безотказности оборудования комплекса, его структуры и установленных параметров СОЗЧ, таких как уровни запасов ТЭЗ и периодичность восполнения.

Для эксплуатируемых комплексов суммарное время доставки может быть определено анализом результатов эксплуатации за предшествующие периоды. Кроме того, для существующих комплексов суммарное время доставки может быть уточнено, а для разрабатываемых – предварительно рассчитано с применением аналитико-имитационных моделей и методологии статистического моделирования.

б) порядок расчета суммарного времени доставки ТЭЗ

Схема выполнения вычислений представлена на рисунке 2.

На основе результатов эксплуатации либо на основании аналитико-имитационной модели формируется статистическая выборка значений суммарного времени доставки. После формирования статистического ряда выдвигается гипотеза о виде эмпирической функции и определение ее параметров. Сходимость эмпирического закона с известным теоретическим проверяется с использованием критериев Пирсона и Колмогорова-Смирнова. Далее выполняется определение основных параметров полученного закона распределения. Окончательное расчетное значение суммарного времени доставки ЗИП определяется в соответствии с одним из предлагаемых критериев:

- среднее значение;
- наиболее вероятное значение;
- гамма-процентное значение.

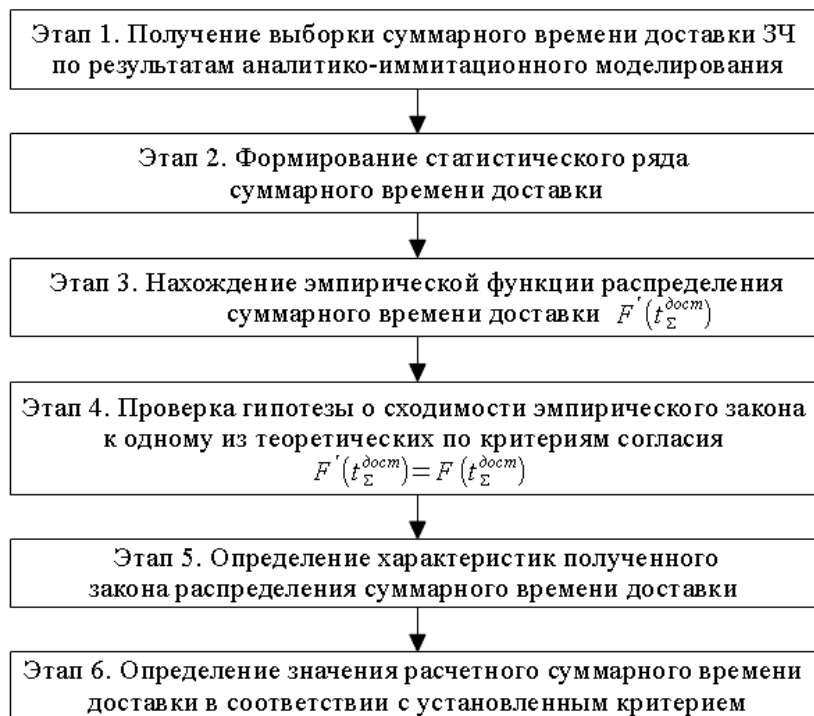


Рисунок 2 – Структурно-логическая схема вычислений

Для иллюстрации порядка расчетов на рисунках 3 и 4 представлены упорядоченный статистический ряд для суммарного времени доставки ТЭЗ, определенного на основании моделирования, и полученная функция плотности вероятности $F(t_{\Sigma}^{доcm})$.

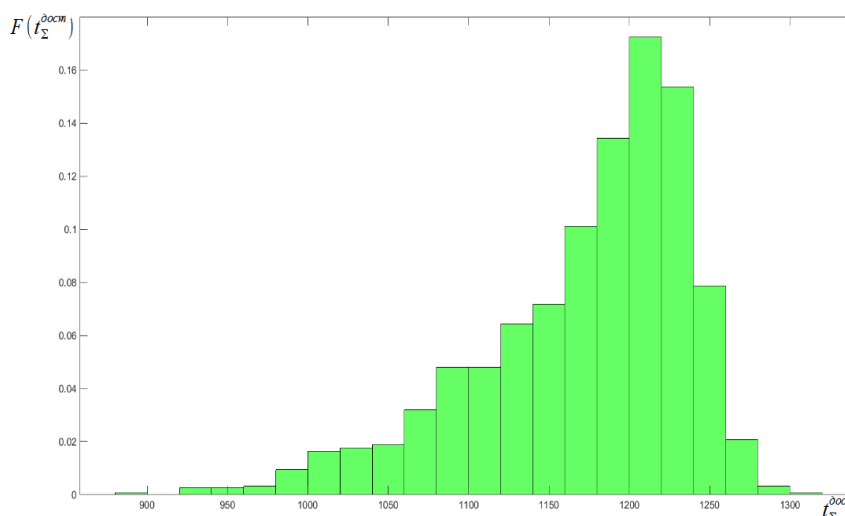


Рисунок 3 – Гистограмма суммарного времени доставки

Использованная для примера статистическая выборка была интерполирована распределением Вейбула. Критерий сходимости по Пирсону между эмпирической и теоретической функциями $r=3,7$. На основании вычисленных параметров распределения могут быть определены расчетные значения суммарного времени доставки ЗЧ $t_{\Sigma}^{доcm}$, соответствующие приведенным выше критериям.

в) определение ресурсоемкости СОЗЧ

Представленный алгоритм позволяет привести выражение (1) к окончательному виду:

$$C_{СОЗЧ} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J z_{ij} c_j + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J z_{ij} c_{ij}^{xp} + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J z_{ij} c_{ij}^{об} + t_{\Sigma}^{доcm} c_{доcm}$$

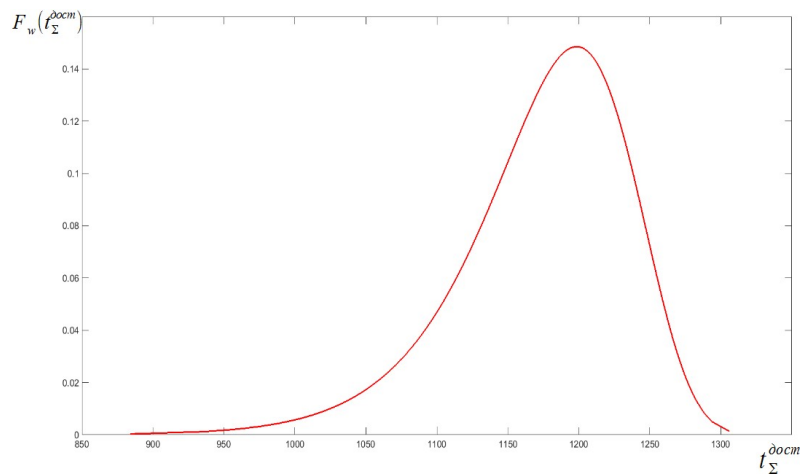


Рисунок 4 – Функция плотности вероятности

Заключение

Представленная модель ресурсоемкости подвижной СОЗЧ может использоваться при разработке перспективных МСТК, имеющих в своем составе разнородные агрегаты, а также при управлении эксплуатацией существующих комплексов и обеспечением удаленных подразделений. Научная новизна представленного результата заключается том, что, в отличие от существующих моделей, при исследовании функций ресурсоемкости подвижных СОЗЧ применен вероятностно-статистический подход для аналитического определения вида и параметров распределения суммарного времени доставки при расчете затрат на доставку ЗЧ. Практическая значимость представленного результата заключается в возможности определения ресурсоемкости подвижной СОЗЧ МСТК за заданный период с учетом затрат на начальные запасы ТЭЗ, хранение, обслуживание и доставку ЗЧ при эксплуатации комплекса.

Список использованных источников

1. Кокарев А.С., Пачин А.В., Поляков С.А. Задача обеспечения запасами мобильных удаленных подразделений организации // Труды общероссийской научно-технической конференции «VIII Уткинские чтения». – СПб.: БГТУ, 2018. – № 55. – С. 257-259.
2. Чуркин В.В. Оценка и оптимизация комплекта ЗИП с помощью метода статистического моделирования // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика, телекоммуникации и управление. – 2015. – № 2-3 (217-222). – С. 79-92.
3. Полесский С.Н., Паньковский Б.Е. Методика расчета показателей достаточности системы ЗИП электронных средств // Системы управления, связи и безопасности. – 2018. – № 4. – С. 35-47.
4. Богдан А.Н., Бояршинов С.Н., Клепов А.В., Поляков А.П. Модель обеспечения готовности технологического оборудования РКК // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 11. – С. 272-277.
5. Брежнев Д.Ю., Допира Р.В., Судариков А.А. Методический подход к моделированию обеспечения сложных технических систем запасными частями // Программные продукты и системы. – 2018. – Т. 31. – С. 374-381.

В.М. Буренок, доктор технических наук,
профессор

Р.А. Дурнев, доктор технических наук,
доцент

Рассуждение о диссертации: введение в полемику

Проведен анализ диссертации как научно-квалификационной работы. Определены сигнальная и деятельностьная функции диссертации. Рассмотрено существо социально-экономического эффекта от диссертаций.

Глубокий системный социально-экономический и политический кризис в стране безусловно коснулся и в какой-то мере был вызван деградацией системы научно-технической деятельности и ее составной части – системы аттестации научных кадров высшей квалификации. Быть ли этой системе государственной или отдать ее «на откуп» научным и образовательным учреждениям? Оставлять две ступени ученых степеней или переходить на западные образцы? Что первично, номенклатура научных специальностей, определяющая основные направления, по которым необходимо сосредоточивать усилия исследователям, или стихийно развивающиеся научные направления, предопределяющие актуальность данных специальностей? Нужно ли вознаграждать усилия специалистов, проводящих экспертизу диссертаций в ущерб своим прямым обязанностям, оплачиваемым работодателем, или продолжать держать их на общественных началах? Эти и многие другие вопросы нуждаются в скорейшем разрешении, но, как нам представляется, охватывают только внешнюю сторону данной проблемы, практически не касаются ее существа – нужна ли диссертация в современных условиях, и если да, то какой она должна быть, каким требованиям удовлетворять?

Основной предпосылкой, положенной в основу последующих рассуждений, будет то, что диссертация на соискание ученой степени должна быть именно научно-квалификационной работой [1]. Она должна характеризовать специалиста, который ведет деятельность на научном поприще и пытается внести свой личный вклад в науку как движущую силу общественного развития. Также диссертация должна позволить оценить качество такой деятельности, способность соискателя не просто «с помощью науки двигать практику» (ведь можно «двигать» и с помощью одних и тех же традиционных, известных научных методов), но и развивать саму науку, ее способы и средства получения новых знаний или обобщения уже существующих. Это позволит ответить на вопрос о том, нужна ли диссертация и какой ей быть.

И первое, что необходимо отметить, – диссертация и ученая степень, получаемая за ее защиту, необходимы для признания специалиста состоявшимся ученым. Диплом об ученой степени является знаком, индикатором для предварительного распознавания «свой-чужой» в научной среде. Это как своеобразный сигнал для коллег-ученых о том, что ее обладателя можно привлекать к совместной научной работе и при этом не проводить специальных испытаний, тестов, проверок и т. п. При наличии диплома об ученой степени специалисту можно поручать проведение самостоятельных исследований или даже руководить коллективом научных сотрудников. Особенно выгоден такой подход при конкурсной системе определения претендентов на выполнение НИР, гранта, научного мероприятия, он находит свое выражение в различного рода квалификационных картах, которые позволяют на первом этапе провести формальную оценку участников конкурса. Данная оценка способствует достижению основной цели принятия реше-

ния – сужению множества альтернатив, и значительно облегчает более трудоемкую деятельность по оценке предложений участников по существу. То же относится и к приему на работу, и к формированию проектной команды, и к привлечению специалистов к сложной экспертизе. Это своего рода аналог пороговых значений (пределов прочности, текучести и т. п.), позволяющих не ранжировать все объекты по мере изменения интенсивности того или иного признака, а просто отсекают все ненужное начиная с какого-то значения. Поэтому именно в уменьшении количества альтернатив, в избегании процедуры ранжирования ученых по степени их знаний, умений, опыта, талантов и т. п., и заключается один из основных социально-экономических эффектов от наличия системы аттестации научных кадров.

Конечно, в узких, специальных научных областях ученые, как правило, хорошо знакомы с потенциалом своих коллег: по их выступлениям, публикациям, совместному участию в различных научных мероприятиях. Представляется, что с учетом дальнейшего дифференцирования науки в современном мире эта тенденция будет только усиливаться. Для определенных областей даже официальные публикации коллег уже будут не важны. Сейчас данная тенденция наблюдается у теоретиков в ряде отраслей физики, которые зачастую даже не публикуются, а рассылают электронную версию своей статьи по почте коллегам. Очевидно, что в данном случае ученая степень как сигнал может и не потребоваться. Но при этом необходимо учитывать и другую тенденцию – к систематизации научных знаний, междисциплинарности современных исследований, проведения изысканий на стыках наук, нахождение новых эффектов в граничных областях. И в этом случае полем деятельности ученых уже будут широкие научные области, настолько широкие, что многие специалисты не будут знать о потенциале большинства своих коллег. Тогда наличие ученой степени позволит достаточно легко проводить предварительную оценку эффективности незнакомого ученого. Конечно, серьезному специалисту уровень его коллеги можно оценить и по публикациям. Но современная наука давно уже превратилась из приюта гениальных одиночек в деятельность больших научных коллективов. И о результатах деятельности этих коллективов научная общественность узнает из их совместных публикаций, имеющих, как правило, несколько авторов. Распознать вклад этих авторов в полученный результат и, следовательно, квалификацию ученых по публикации крайне затруднительно. В этом случае формальное наличие ученой степени также облегчает такие оценки.

Конечно, иногда этого сигнала (наличия ученой степени) не достаточно, и нужно оценить специализацию ученого, его способности, научные привязанности, предпочитаемые методы, тяготение к теории или эксперименту и многие другие нюансы. В этом случае может помочь знакомство с его диссертацией. Несмотря на то, что этот прием «сужения множества альтернатив» недостаточно легок, он ни в какой мере не сравним с оценкой по результатам многолетнего каждодневного общения с коллегой при работе над различными проектами. Данная оценка в большей степени применима к оценке квалификации специалиста, не имеющего по различным причинам ученой степени: в силу жизненных устоев, специфики места работы, особенностей деятельности. В этом случае необходимо изучение его публикаций, отзывов коллег, руководителей, а также непосредственная оценка его деловых качеств в процессе совместного труда или выполнения тестовых заданий. Аналог таких тестов предусмотрен и в трудовом законодательстве – испытательный срок. Но предназначен он для «среднего» вида деятельности, в котором не так много креативных элементов. Узнать же подлинные способности научного работника можно лишь за более значительный срок: и сами научные исследования со всеми их этапами длятся в основном не меньше года, да и в рамках одного исследования могут не быть представлены все виды научных задач (проведение наблюдений и экспериментов, моделирование, разработка

теории, выполнение экспертных опросов и т. п.). Поэтому и годовой работы может не хватить для оценки квалификации ученого.

При этом стоит отметить, что случаи, когда талантливые ученые не имеют ученых степеней, достаточно редки. Ведь кроме чисто познавательного мотива, доминирующими являются потребности в самореализации, признании заслуг, уважении коллег. Зачастую они превалируют над потребностями в обеспечении благосостояния. Именно поэтому простое «вливание финансов» в науку не дает значимых эффектов (о чем говорит отечественный пример «дорожных карт» для научных сотрудников). Более результативным является выстраивание многоуровневой системы научной деятельности, основанной на мотивации труда ученых. Поэтому рассматривать в данной статье незначительную выборку талантливых ученых без степени наверное нет смысла. Исключение составляют исполнители и руководители крупных научно-технических проектов (например, создатели крупных объектов, в том числе конструктора вооружения и военной техники), которым в силу их занятости в решении важных государственных задач, не хватает времени для научного обобщения полученных результатов и их оформления в виде диссертации. Но об их заслугах специалистам известно хорошо, поэтому применительно к ним отсутствие ученой степени не осложняет задачу оценки квалификации.

Таким образом, одним из аргументов в поддержку необходимости диссертаций является серьезное снижение издержек для оценки способности специалиста к научному труду за счет сужения множества альтернатив. Оценка этой применимости – это не определение уровня интеллектуальных способностей в малозатратных (по времени и другим ресурсам) тестах IQ, а оценка деятельностных компетенций для реальных задач, отраженных в диссертационной работе.

Для дальнейшего снижения этих издержек возможно предложить упростить саму трудоемкую процедуру присвоения этого «знака-символа» – ученой степени. При этом возникает вопрос, можно ли формализовать этот процесс до такой степени, чтобы он стал объектом автоматизированной оценки, особенно с использованием модных методов искусственного интеллекта (раздела автоматизации)? Можно ли в принципе нормировать этот процесс? В целом ответ будет отрицательный. Ведь любое нормирование есть продукт определенной формализации накопленного опыта в конкретной деятельности. Целью науки и научно-технической деятельности является получение именно новых знаний, новых решений проблем. Если такие знания и решения действительно являются новыми, до сих пор неизвестными, то они каждый раз находятся вне пределов уже накопленного опыта. Это и составляет основную трудность в оценке научного труда специалиста, как, впрочем, и других представителей творческих видов деятельности (в области искусства, культуры и т. д.).

По всей видимости, нельзя и проводить объективное, практически значимое тестирование ученых по типу IQ. Ведь задачи в этих тестах носят элементарный характер, не в том смысле, что элементарно решаются, а в том, что оценивают низшие, элементарные уровни интеллекта (способность логически мыслить, находить общие черты, предвидеть простейшие однофакторные тенденции и т. п.). Такие уровни нужны и для научной деятельности, но являются лишь некими «кирпичиками» причудливого, сложного здания науки. И здесь не помогут и методы искусственного интеллекта, которые не могут оценить что-то такое, что не имеет аналогов в прошлом и возможностей в будущем (например, движение в мире без силы трения, как у Ньютона или погоня за лучом света, как у Эйнштейна).

По всей видимости, невозможно упростить процедуру присвоения ученой степени путем формализации оценки квалификации научного сотрудника. Именно поэтому такие оценки традиционно осуществляются публично, т. е. коллективами людей, представителями ученых и научно-технических советов, в которых осуществляется так называемая «предзащита» диссертации.

ции, членами диссертационных и экспертных советов, специалистами в этой области – оппонентами, сотрудниками различных организаций, в которые рассылается сама работа и ее автореферат, да и всеми представителями научного сообщества, которые могут ознакомиться с работой.

Таким образом, диссертация является крайне необходимым продуктом с точки зрения квалификационного аспекта, т. к. наличие соответствующей ученой степени позволяет значительно снизить издержки для оценки применимости специалиста к научному труду. Такой социально-экономический критерий сделает возможным и ответ на вопрос, нужна ли ученая степень людям, которые не работают в научной сфере? Конечно же нет, здесь не будет наблюдаться уменьшения затрат при оценке пригодности к научному труду, не будет сужаться множество альтернатив в виде претендентов на научную деятельность. Они ведь трудятся совсем в другой сфере. Единственное, о чем будет свидетельствовать ученая степень такого человека (в реальности – руководителя, чиновника) – это о наличии у него административного или финансового ресурса, позволившего ему тривиально «подарить себе» диссертацию. Естественно, никакого вклада в науку такая диссертация не дает, потому что она с одной стороны, никак не связана с повседневной деятельностью чиновника, а с другой, ее результаты имеют весьма далекое отношение к реальной научной работе какой-либо организации (если и имеют, то только в том смысле, что работающие в ней сотрудники как раз и являются реальными авторами приписываемых чиновнику научных знаний и результатов). Да и сложно ответить на вопрос: когда чиновник, призванный работать «как раб на галере» в рамках исполнения своих служебных обязанностей, находит время и силы для проведения сложных и длительных научных изысканий?

Очередной вопрос может быть поставлен следующим образом: о чем сигнализирует наличие ученой степени? Оно свидетельствует, прежде всего, об умении получать новые и достоверные научные результаты, которые в дальнейшем можно представить в удобной для заказчика форме, т. е. в виде научно-технической продукции. Поэтому наряду с квалификационным аспектом и соответствующей ей сигнальной функцией важен и научный аспект с деятельностной функцией.

Деятельностная функция связана с тем, что в какой-то мере диссертация – это образцовая, эталонная НИР, выполняемая хотя и самостоятельно, но под постоянным контролем опытного наставника – научного руководителя, консультанта. Опыт данного наставника уникален, ведь он должен правильно требовать не только значимости для практики результатов исследования (чем обычно и ограничиваются обычные заказчики НИОКР), но и научной новизны, теоретической значимости, достоверности и обоснованности. Вряд ли такие внутренние, зачастую невидимые со стороны, качества работы будут важны для заказчика НИОКР. Ему нужна, прежде всего, высокая практическая значимость результата, определяемая наличием и ценностью рекомендаций, степенью возможного их внедрения, широтой области практического приложения и высокой технико-экономической (военно-экономической) эффективностью.

Но сама эта значимость сильно коррелирована с научной новизной, теоретической значимостью, достоверностью и обоснованностью. В некоторых случаях данная корреляция очевидна, например, при разработке расчетной методики оценки потребных сил и средств. Понятно, что необоснованная, недостоверная методика будет давать неверные результаты и будет иметь, несмотря на потенциально высокую степень возможного внедрения, низкую практическую значимость. Но даже и в неочевидных случаях, все равно рассматриваемые качества крайне важны для практической значимости. Так, высокая научная новизна, характеризующаяся отличиями полученных научных результатов от известных, также будет существенна для практической значимости. Применительно к рассматриваемой гипотетической методике новое будет вноситься не ради самой новизны, а для того, чтобы расширить область применения этой методики, обеспечить возможность учета новых факторов, снизить погрешность расчетов. Все это также влияет на

уровень практической значимости с точки зрения, например, широты области практического приложения и высокой технико-экономической эффективности.

Опыт подготовки диссертации под руководством опытного наставника и ее защиты под «огнем» конструктивной критики необходим на протяжении всей научной деятельности. Этот опыт связан с умением самостоятельно решать или правильно организовывать решение научных задач. Очень часто качество всех остальных научно-исследовательских работ, выполняемых ученым, как правило, ниже качества диссертации с многочисленными и серьезными требованиями, предъявляемыми к ней.

Эталонность данной работы (некий идеальный опыт) с социально-экономической точки зрения тоже крайне важен – она позволяет повысить эффективность научного труда. Очевидно, что имея в памяти такой положительный пример, научный работник, движимый, как говорилось ранее, мотивами самореализации, уважения в коллективе, будет непременно к нему стремиться и даже попробует превзойти его если не лично, то хотя бы в своих учениках. И такое соревнование безусловно будет способствовать повышению эффективности научной деятельности, уровня получаемых результатов.

Следующее, о чем необходимо сказать при рассмотрении научного аспекта диссертации, – о необходимости органичной связи диссертаций с планами НИОКР. В советский период мощного, всеобъемлющего научно-технического прогресса эта связь оценивалась очень высоко. Действительно, зачем сама по себе нужна квалификационная оценка специалиста, если не для того, чтобы понять, насколько он способен получать научные результаты, важные для развития страны? Сейчас ответ на этот вопрос не так очевиден, данное требование в значительной степени размыто. И вспоминают о нем, как правило, только на заключительном этапе подготовки диссертации при получении актов о реализации. И хотя соискатели и показывают в диссертации участие в реализации научными организациями планов НИОКР, но многие из них отрабатывают там достаточно узкие вопросы, не имеющие глубокой связи с темой квалификационной работы. Да и очевидно, что если бы соискатель (особенно адъюнкт или аспирант, который в большей степени проходит обучение в системе послевузовского профессионального образования, чем пишет научный труд) решал бы широкие научные вопросы, то где бы взялось время на качественную подготовку диссертации?

Конечно в идеале хорошо, если заказчик НИОКР ясно представляет, что многие прорывные вещи в науке возможны только за счет диссертаций, которые являются ярко индивидуальными и, как правило, не позволяют «размазывать успех» по коллективу специалистов. В этом случае у него бы возникла заинтересованность в том, чтобы при постановке тем в явном виде учитывалась заинтересованность способной к научной деятельности амбициозной молодежи. Но современный уровень заказчиков оставляет желать лучшего. Гигантский объем текущих поручений и связанные с ними мегапотоки информации не позволяют зачастую им заглянуть хотя бы в ближайшее будущее и понять, что нужно для улучшения выполняемой ими деятельности. Что из этого можно исправить нормотворчеством, организационными, техническими и другими мероприятиями, а в чем без науки не обойтись? Поэтому в большинстве случаев вопрос заказчику о том, какие диссертации выполняются в его интересах, остается без ответа или в крайнем случае содержит ответ, связанный с фамилией соискателя, недавно подписавшего у него акт о реализации чего-то в чем-то.

Частично оправдывает заказчика и то, что не вполне понятно, где эта способная к науке и амбициозная молодежь? Кто и когда раскрывает эти способности? Очевидно, что современная система высшего образования с ее болонскими аспектами сделать этого не позволяет, как и не поддерживает здоровые амбиции молодых специалистов проявить себя на научном поприще.

А еще рассеивает его взгляд деятельность по организации конкурсных процедур, договорных работ. Где в этих жерновах регламентов место бедных аспирантов и адъюнктов, у которых есть право на научную ошибку, отрицательный результат, а у заказчика – нет?

Это и приводит к тому, что связь современных диссертаций с планами основных научных работ головных научно-исследовательских учреждений и ведущих высших учебных заведений, с научно-техническими программами федерального, ведомственного и территориального уровней сугубо формальная, зачастую призрачная.

Но мы убеждены, что связь эта крайне необходима. Если в некоторых странах рынок сам определяет актуальные направления науки, которые в конечном итоге работают на прибыль организаций, и, соответственно, злободневные направления усилий вузов и аспирантов, то в нашей стране этот процесс, хотя бы в современных реалиях, должен быть регламентирован. Именно благодаря этой связи и будет использоваться огромный мотивационный потенциал талантливой молодежи. А реализация данного потенциала позволит минимизировать затраты на получение требуемых научных результатов.

Таким образом, диссертация как научно-квалификационная работа, крайне важна с точки зрения повышения социально-экономической эффективности всех процессов в стране, связанных с наукой. Квалификационный аспект диссертации способствует снижению издержек для оценки применимости специалиста к научному труду. Научный ее аспект значим с позиции повышения эффективности научной деятельности, уровня получаемых результатов за счет использования положительного опыта, приобретенного при подготовке работы. Кроме того, положительное значение диссертаций также связано с использованием мотивационного потенциала научных сотрудников для минимизации затрат на получение требуемых научных результатов.

В дальнейших публикациях будут рассмотрены основные черты таких научно-квалификационных работ, которые и позволяют повысить социально-экономическую эффективность научной деятельности.

Список использованных источников

1. Долгов А.И. Справочник исследователя. – Новочеркасск: Новочеркасский военный институт связи, 2002. – 246 с.

А.А. Венедиктов, доктор экономических наук, профессор

«Регуляторная гильотина» для современного правотворчества¹

В статье рассматривается механизм так называемой «регуляторной гильотины», инициированный Президентом РФ в целях прекращения действия на территории Российской Федерации устаревших, излишне детальных правовых норм (в первую очередь – изданных в советский период отечественной истории), соблюдение которых обеспечивается в рамках государственного контроля (надзора). По результатам проведенного анализа обосновывается вывод о том, что ограничение сферы реализации данного механизма лишь рамками признания недействующими на территории Российской Федерации актов бывшего СССР и их отдельных положений – паллиативная мера, не способная решить задачу сколько-нибудь существенного совершенствования законодательства. Обоснованы следующие направления повышения качества издаваемых нормативных актов: исключение применения длинных названий правовых документов, а до устранения подобных технико-юридических недочетов – установление правила, согласно которому при ссылках в нормативных документах, правоприменительных актах, иных официальных документах, а также в научных статьях и монографиях не должно воспроизводиться наименование нормативных и иных правовых актов длиной более 150-180 символов; кратное сокращение объема преамбул подзаконных нормативных актов за счет устранения из них не имеющей практической ценности избыточной информации; упрощение новых многословных языковых конструкций, описывающих давно известные явления (для чего зачастую достаточно просто вернуться к терминам, десятки лет успешно использовавшимся в отечественной практике); повышение строгости применяемого понятийного аппарата за счет исключения из официальных документов государственных органов разговорных слов, «публицистической» лексики, терминов с неустоявшимися значениями без приведения их дефиниций.

В послании Президента Российской Федерации Федеральному Собранию от 20 февраля 2019 г.² было сформулировано поручение Правительству РФ: обеспечить отмену с 1 января 2021 г. всех нормативных правовых актов, устанавливающих требования, соблюдение которых подлежит проверке при осуществлении государственного контроля (надзора), и введение в действие новых норм, содержащих актуализированные требования, разработанных с учетом риск-ориентированного подхода и современного уровня технологического развития в соответствующих сферах. 27 февраля 2019 г. В.В. Путин утвердил Перечень поручений по реализации Послания Президента Федеральному Собранию от 20 февраля 2019 года³. Тем самым Президентом РФ был инициирован запуск механизма так называемой «регуляторной гильотины», которая представляет собой «инструмент масштабного пересмотра и отмены нормативных правовых актов, негативно влияющих на общий бизнес-климат и регуляторную среду»⁴. Министерство экономического развития Российской Федерации отмечает, что «задача «гильотины» – создать в сферах регулирования новую систему понятных и четких требований к хозяйствующим субъектам, снять избыточную административную нагрузку на субъекты предпринимательской деятель-

1 Статья подготовлена при информационной поддержке СПС «КонсультантПлюс».

2 http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_318543/

3 <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/59898>

4 https://www.economy.gov.ru/material/directions/gosudarstvennoe_upravlenie/mehanizm_regulyatornoy_gilotiny/

ности, снизить риски причинения вреда (ущерба) охраняемым ценностям»¹. При этом достаточно очевидно, что задачи, которые предполагается решить в рамках реализации механизма «регуляторной гильотины», не исчерпываются только проблемами предпринимательства, а затрагивают правовое регулирование всей экономической и в целом социальной сферы.

Возможно, отмена ряда устаревших правовых норм действительно окажет некоторое позитивное влияние на «бизнес-климат и регуляторную среду», но это, во всяком случае, не очевидно. Ведь фактически утратившие силу нормы советского периода отечественной истории и так не применялись несмотря на то, что их действие не было прекращено специальным актом. Постановлением Правительства РФ от 03.02.2020 № 80², принятым в рамках реализации поручения Президента, был признан недействующим на территории Российской Федерации 3621 акт СССР и их отдельные положения. Количество впечатляет, но рассмотрим лишь некоторые из них:

- постановление Совета Народных Комиссаров Союза ССР от 31 июля 1924 г. «О передаче Единой Хлебной Инспекции в ведение НКВнуторга Союза С.С.Р.»;
- постановление Совета Народных Комиссаров Союза ССР от 22 июня 1926 г. «О порядке надзора за соблюдением Автономной Индустриальной Колонией «Кузбасс» действующих узаконений и правил по охране труда»;
- постановление Совета Народных Комиссаров Союза ССР от 29 июня 1926 г. «Об образовании подготовительной Комиссии при Совете Народных Комиссаров Союза С.С.Р.»;
- постановление Совета Народных Комиссаров СССР от 04.05.1935 № 828, содержащее единственную норму: отдел новых лубяных культур Главного Хлопкового Управления выделяется в отдельное Главное Управление новых лубяных культур Народного Комиссариата Земледелия Союза ССР.

Представляется, что после более поздней реорганизации Единой Хлебной Инспекции акты 1920-х годов, определяющие на тот момент ее ведомственную принадлежность, никому не мешали. Как и правила надзора за давно не существующей Автономной индустриальной колонией «Кузбасс» или нормы, регламентировавшие порядок работы созданной в 1926 году комиссии по предварительной проработке вопросов, вносимых на разрешение Совета Народных Комиссаров Союза ССР и Совета Труда и Оборона. Затраты высокооплачиваемого труда государственных служащих и материальных средств, понесенные для юридического оформления утраты силы подобными актами, имели нулевой эффект, вследствие чего экономическая эффективность подобных мероприятий, мягко говоря, не очевидна. Впрочем, постановление Центрального Исполнительного Комитета Союза ССР и Совета Народных Комиссаров Союза ССР от 11 июня 1926 г. «О режиме экономии» было также признано недействующим на территории России упомянутым постановлением Правительства Российской Федерации.

Многие средства массовой информации растиражировали фрагмент из выступления Д.А. Медведева на Гайдаровском форуме 15 января 2019 г.³, в котором он в качестве правового курьеза привел следующий пример: «В сфере санитарно-эпидемиологического регулирования есть требование, оно сохраняется, к организациям общественного питания по проверке высоты смеси яиц при приготовлении омлета. Причем дословно это звучит таким образом: «При приготовлении омлета смесь яйца с другими компонентами выливают на смазанный жиром противень или порционную сковороду слоем 2,5-3 см, ставят в жарочный шкаф с температурой 180-200 градусов на 8-10 минут». Иначе жарить нельзя. Просто пометьте себе, если кто-нибудь планирует заняться этим видом деятельности. Таких абсурдных требований в общем предостаточно».

1 Там же.

2 http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_345147/

3 <http://government.ru/news/35366/>

По поводу якобы абсурдности данного положения отметим следующее:

а) приведенная цитата взята вовсе не из советских актов 1920-х годов, а из Санитарно-эпидемиологических требований к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья, утвержденных постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 08.11.2001 № 312¹;

б) обязанность утверждения и исполнения санитарно-эпидемиологических требований при организации питания населения в столовых, ресторанах, кафе, барах и других местах, при приготовлении пищи и напитков, их хранении и реализации населению установлена статьей 17 Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»² в целях предотвращения возникновения и распространения инфекционных заболеваний и массовых неинфекционных заболеваний (отравлений);

в) автор не считает себя специалистом в кулинарии, однако представляется очевидным, что толщина слоя используемой при приготовлении омлета смеси, продолжительность нахождения в жарочном шкафу и его температура имеют непосредственное отношение к степени термической обработки пищи и снижению риска инфекционных заболеваний. Как и предельный 30-минутный срок хранения яичной массы перед приготовлением, упомянутый в Санитарных правилах, но не включенный в цитату премьер-министра. Не хотелось бы, чтобы подобные нормы пошли под «регуляторную гильотину».

Вместе с тем, по мнению автора, у действующих нормативных правовых актов действительно имеется ряд недочетов, приобретающих системный характер и требующих вмешательства, сравнимого по своей радикальности с той самой «гильотиной». Ряд тенденций технико-юридической стороны нормотворчества требуют незамедлительного «перелома» до их возможного закрепления в правотворческой деятельности государственных органов.

Здесь не предполагается обсуждать действительное или мнимое снижение качества проработки изданных в последние годы нормативных правовых актов. Хотелось бы рассмотреть лишь две разнонаправленные тенденции в современной нормотворческой деятельности: с одной стороны, необоснованное усложнение терминологического аппарата, загромождение ряда реквизитов (в первую очередь – наименований) нормативных правовых актов избыточными словесными конструкциями, неудобочитаемость преамбул и иных вводных разделов документов, с другой – понижение четкости применяемого понятийного аппарата (использование сниженной «журналистской» лексики, терминов с неустоявшимися значениями и т. п.).

Об усложнении терминологического аппарата

Одной из тенденций современного правотворчества является необоснованное усложнение применяемого в ряде нормативных документов терминологического аппарата. Приведем несколько примеров.

До недавнего времени совет, проводивший защиту диссертаций и присуждавший ученые степени, назывался диссертационным советом³. Однако в июле 2010 года в Федеральном законе «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» появился новый термин: «Совет по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук». Вместо простого и понятного названия из двух слов появилось дру-

1 http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_4622/

2 http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/

3 Решение Президиума ВАК РФ от 04.11.1994 № 48/25 «Об утверждении Положения о диссертационном совете, инструкций и перечней документов по вопросам присуждения научным и научно-педагогическим работникам ученых степеней и присвоения научным работникам ученых званий»; приказ Минобрнауки России от 07.06.2000 № 1707 «Об утверждении Положения о диссертационном совете, инструкций и форм документов».

гое, не несущее какого-то нового содержания, однако неудобопроизносимое и состоящее из 18 слов, 5 из которых повторяются дважды [1].

Неоправданное многословие является отличительной чертой ряда отечественных нормативных правовых актов в сфере аттестации научных кадров в течение последних лет. Например, в действующем Положении о присуждении ученых степеней 78 раз без каких-либо сокращений употребляется наименование «Министерство науки и высшего образования Российской Федерации». При этом для Высшей аттестационной комиссии при Минобрнауки России, которая упоминается в данном документе лишь около 20 раз, вводится сокращение «Комиссия» (притом, довольно непонятное, в отличие от привычного «ВАК») [1].

Труднопроизносимыми стали большинство названий высших военных учебных заведений. Так, известная далеко за пределами бывшего СССР Военно-воздушная академия имени Ю.А. Гагарина стала *Федеральным государственным казенным военным образовательным учреждением высшего образования «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации*. 274 символа вместо 45 в одном только названии вуза! Так же кратно удлинились названия всех известнейших отечественных военных вузов. Как же не увеличивать средней длине названий нормативных актов, если они зачастую вынуждены воспроизводить «правильные» (т. е. полные) названия учреждений?

Данная тенденция не миновала даже общеобразовательные учреждения. Вместо применявшегося многие десятки лет термина «школа», «средняя школа» в последние годы появилась труднопроизносимая и неблагозвучная аббревиатура «ГБОУ СОШ» – государственное бюджетное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная школа (с различными вариациями, столь же или даже более многословными). Как не вспомнить поговорку «краткость – сестра таланта» применительно к авторам подобных новелл?

Некоторые новшества не столь многословны, однако содержат словосочетания или отдельные слова, не несущие дополнительной смысловой нагрузки, т. е. и без них соответствующий термин не утратит и не изменит свое семантическое наполнение: «высшее *профессиональное образование*», «нормативный *правовой акт*» (курсивом выделены слова, которые, по мнению автора, могут быть исключены без потери содержания), «муниципальный *район Белорецкий район*»¹, «*городской округ город Лесной*»². Представляется, что в нормативных документах, в отличие от художественных произведений, должен быть реализован принцип, подобный так называемой «*бритве Оккама*» в философии: если какое-то слово в термине может быть опущено без изменения смысла последнего, оно не должно употребляться.

О снижении четкости применяемого понятийного аппарата

В последние годы при освещении в средствах массовой информации некоторых новшеств в социальной, экономической, правовой сферах журналисты нередко прибегают к созданию броских, запоминающихся языковых конструкций: «материнский капитал», «мобильное (а в последнее время – еще и «зарплатное») рабство», «дачная амнистия», «обманутые вкладчики/дольщики», «отмывание денег» и пр. Некоторые из них после введения в оборот остаются в лексиконе лишь газетных статей и информационных телепередач (например, употребляющие совсем уж неуместные слова типа «рабство»). Другие, зачастую столь же неуместные (например, «амнистия»), постепенно проникают в содержание нормативных и официальных правоприменительных актов.

1 <https://beloretsk.bashkortostan.ru/>

2 <http://www.gorodlesnoy.ru/>

Так, эмоционально нейтральный термин «упрощенный порядок оформления прав граждан на объекты недвижимого имущества», введенный в 2006 году, с легкой руки журналистов стал тогда именоваться «дачной амнистией». Отметим, что амнистия – «смягчение наказания и освобождение от наказания лиц, осужденных судом, освобождение от уголовного преследования, снятие судимости с лиц, отбывших наказание» [2, с. 39]. В Определении Конституционного Суда РФ от 18.09.2014 № 1828-О¹ дается похожая дефиниция: «По своему политико-правовому смыслу амнистия является актом милосердия, проявлением гуманизма, великодушия государства по отношению к гражданам, преступившим уголовный закон». Очевидно, что этот термин плохо подходит к людям, которые не совершили никаких противоправных поступков, например, построили дачный домик в полном соответствии с правовыми нормами, действовавшими на момент строительства, однако потом законодательство изменилось.

Спустя некоторое время в ряде официальных документов этот термин стал применяться как более краткий, общеизвестный и удобный для восприятия, несмотря на его неудачность с языковой точки зрения. Правда, при этом он брался в кавычки либо упоминался в конструкции «так называемая дачная амнистия»². И, наконец, в приказе Минстроя России от 10.03.2016 № 138/пр «Об утверждении Положения о Департаменте жилищной политики Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации»³ термин «дачная амнистия» употребляется уже без кавычек и без оговорки «так называемая», как аналог упоминавшегося выше официального термина.

Еще более удивительным выглядит вхождение в лексикон законодательных актов термина «отмывание денег» (money-laundering). Данная жаргонная конструкция пришла в английский, а затем и в русский язык даже не из журналистского, а из уголовного сленга. Существует легенда, согласно которой термин «отмывание денег» появился в США во времена сухого закона, когда чикагская мафия применяла схему оформления нелегальных доходов от торговли спиртным как выручки сети автоматических прачечных. А в 2001 году появился Федеральный закон «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма»⁴. Представляется, что подобное смешение языковых стилей выглядит неуместно. Так недалеко до того, чтобы разрешение гражданско-правовых споров на основе аналогии права, стало именоваться в официальных документах «по понятиям».

В ряде случаев применение на практике терминов с неустоявшимися значениями обусловлено тем, что экономический, хозяйственный оборот зачастую опережает развитие соответствующего нормативного регулирования. Так, термины «факторинг» (финансирование под уступку денежного требования), «франчайзинг» (коммерческая концессия), «лизинг» (финансовая аренда) стали применяться в договорной и арбитражной практике задолго до появления соответствующих норм в российском гражданском законодательстве. Сейчас похожую процедуру становления проходят термины «криптовалюта», «онлайн-счет» и ряд других понятий «цифровой экономики» (кстати – еще одно понятие с неустоявшимся и не вполне ясным значением).

Немало терминов вошло в последние годы в оборот в связи с появлением оружия, основанного на новых физических принципах, развития «нелетальных» методов межгосударственного противоборства. Это нормальный процесс развития языка и права. Однако использование

1 http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_168585/

2 См, например, Обзор вопросов, содержащихся в обращениях граждан, представителей организаций (юридических лиц), общественных объединений, поступивших в Минэкономразвития России, и принимаемых мер (утв. Минэкономразвития России); Письмо ФГБУ «ФКП Росреестра» от 22.11.2016 № 10-4391-КЛ; Письмо Минэкономразвития России от 09.09.2016 № Д23и-4285.

3 http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_254471/

4 http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_32834/

подобного понятийного аппарата производится субъектами соответствующих отношений в период его становления на свой риск, а в случае возникновения спора может потребоваться не только правовая, техническая, но и лингвистическая экспертиза документов.

Если участники гражданско-правовых отношений, исходящих из принципа юридического равноправия сторон, могут использовать или не использовать подобные терминологические новеллы по своему желанию, то государственные органы при издании нормативных или правоприменительных актов должны, как минимум, дать дефиницию используемого термина с неустоявшимся значением до его использования. Данный принцип соблюдается далеко не всегда, особенно в актах, носящих не нормативный, а распорядительный характер.

О текстуальной избыточности преамбул подзаконных актов

Традицией оформления подзаконных нормативных актов стало снабжение их преамбулой, в которой, в частности, указываются основания для издания документа, приводятся ссылки на нормативные акты более высокого уровня, предоставляющие право или обязывающие соответствующий орган издать данный документ. Это, безусловно, удобно как для правоприменителей так и для граждан. Вместе с тем в ряде случаев при чтении преамбулы возникает ассоциация с известным фольклорным персонажем, который, согласно поговорке, при слишком ревностном исполнении религиозного обряда причинил себе травму головы в лобной части.

На рисунках 7а-7в представлены типичные преамбулы нормативных актов. На рисунке 7а приведено начало приказа Минэкономразвития России от 14.03.2019 № 125, который сочетает в себе необоснованно длинное наименование и столь же длинную преамбулу, большую часть которой составляет перечисление выпусков Собрания законодательства Российской Федерации и их статей, в которых были опубликованы нормативные документы, послужившие основанием для издания данного приказа, а также изменяющие и дополняющие их акты. В документах на рисунках 7б и 7в преамбула оказалась даже больше, чем содержательная часть соответствующих приказов Минобрнауки России.

МИНИСТЕРСТВО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПРИКАЗ
от 14 марта 2019 г. № 125

ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ТРЕБОВАНИЙ К РЕАЛИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫХ СУБЪЕКТАМИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, БЮДЖЕТАМ КОТОРЫХ ПРЕДОСТАВЛЯЮТСЯ СУБСИДИИ НА ГОСУДАРСТВЕННУЮ ПОДДЕРЖКУ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В СУБЪЕКТАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ЦЕЛЯХ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ, ПОКАЗАТЕЛЕЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ДОСТИЖЕНИЕ ЦЕЛЕЙ, ПОКАЗАТЕЛЕЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ, ВОХОДЯЩИХ В СОСТАВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА "МАЛОЕ И СРЕДНЕЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО И ПОДДЕРЖКА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ИНИЦИАТИВЫ", И ТРЕБОВАНИЙ К ОРГАНИЗАЦИЯМ, ОБРАЗУЮЩИМ ИНФРАСТРУКТУРУ ПОДДЕРЖКИ СУБЪЕКТОВ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

В соответствии со статьями 15 и 17 Федерального закона от 24 июля 2007 г. № 209-ФЗ "О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2007, № 31, ст. 4096; № 43, ст. 5884; 2008, № 30, ст. 3615, 3616; 2009, № 31, ст. 3923; № 52, ст. 6441; 2010, № 28, ст. 3533; 2011, № 27, ст. 3800; № 50, ст. 7343; 2013, № 27, ст. 3436; 3477; № 30, ст. 4071; № 52, ст. 6961; 2015, № 27, ст. 3947; 2016, № 1, ст. 28; № 26, ст. 3891; № 27, ст. 4198; 2017, № 31, ст. 4756; № 49, ст. 7328; 2018, № 1, ст. 89; № 28, ст. 4149; № 32, ст. 5106; № 49, ст. 7524; № 53, ст. 8413, 8463), Правилами предоставления и распределения субсидий бюджетам субъектов Российской Федерации на государственную поддержку малого и среднего предпринимательства в субъектах Российской Федерации, применяемых в соответствии с Программой государственной программы Российской Федерации "Экономическое развитие и инновационная экономика", утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 316 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2014, № 16, ст. 2162; 2015, № 28, ст. 4229; № 35, ст. 4979; № 37, ст. 5153; № 47, ст. 6589; 2016, № 2, ст. 331; № 24, ст. 3525, 3547; № 37, ст. 4499; № 33, ст. 5202; 2017, № 3, ст. 507; № 15, ст. 2223; № 35, ст. 5352; 2018, № 5, ст. 755; № 7, ст. 1038; № 15, ст. 2147; № 39, ст. 5981; 2019, № 7, ст. 641, 674), пунктом 1 Положения о Министерстве экономического развития Российской Федерации от 5 июля 2008 г. № 437 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2008, № 24, ст. 2957; 2009, № 19, ст. 2344; 2010, № 9, ст. 960; № 19, ст. 2324; № 21, ст. 2602; № 41, ст. 5240; № 45, ст. 5860; № 52, ст. 7104; 2011, № 12, ст. 1640; № 17, ст. 2411; № 36, ст. 5149; № 43, ст. 6079; 2012, № 13, ст. 1531; № 27, ст. 3766; № 52, ст. 7491; № 53, ст. 7943; 2013, № 5, ст. 391; № 14, ст. 1705; № 35, ст. 4514; 2014, № 21, ст. 2712; № 48, ст. 5426; 2015, № 46, ст. 6377; 6388; 2016, № 17, ст. 2410; № 31, ст. 5013; 2017, № 1, ст. 175; № 5, ст. 800; № 17, ст. 2569; № 33, ст. 5205; № 34, ст. 5276; № 42, ст. 6168; № 46, ст. 6790; 2018, № 33, ст. 5434; № 37, ст. 5762; № 50, ст. 7764; 2019, № 5, ст. 391; № 9, ст. 838; № 11, ст. 1142), приказываю

а)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПРИКАЗ
от 19 июля 2019 г. № 515

О БЛАГОДАРНОСТИ МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В соответствии с пунктом 1 части 1 статьи 55 Федерального закона от 27 июля 2004 г. № 79-ФЗ "О государственной гражданской службе Российской Федерации" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2004, № 31, ст. 3215; 2006, № 6, ст. 636; 2007, № 10, ст. 1151; № 16, ст. 1828; № 49, ст. 6070; 2008, № 13, ст. 1186; № 52, ст. 6235; 2009, № 29, ст. 3597, ст. 3624; № 48, ст. 5719; № 51, ст. 6150, ст. 6159; 2010, № 5, ст. 459; № 7, ст. 704; № 49, ст. 6413; № 51, ст. 6810; 2011, № 1, ст. 31; № 27, ст. 3866; № 29, ст. 4295; № 48, ст. 6730; № 49, ст. 7333; № 50, ст. 7337; 2012, № 48, ст. 6744; № 50, ст. 6954; № 52, ст. 7571; № 53, ст. 7620, ст. 7652; 2013, № 14, ст. 1665; № 19, ст. 2326, ст. 2329; № 23, ст. 2874; № 27, ст. 3461, ст. 3462, ст. 3477; № 43, ст. 5454; № 49, ст. 6351; № 48, ст. 6165; № 52, ст. 6961; 2014, № 14, ст. 1545; № 49, ст. 6905; № 52, ст. 7542; 2015, № 1, ст. 62, ст. 63; № 14, ст. 2008; № 24, ст. 3374; № 29, ст. 4388; № 41, ст. 5639; 2016, № 1, ст. 15, ст. 38; № 22, ст. 3091; № 23, ст. 3300; № 27, ст. 4157, ст. 4209; 2017, № 1, ст. 46; № 15, ст. 2139; № 27, ст. 392, ст. 3930; № 31, ст. 4741, ст. 4766, ст. 4824; 2018, № 1, ст. 7; № 32, ст. 5100; ст. 5130; № 45, ст. 6837; № 51, ст. 7658) и пунктом 9.13

Положения о Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 15 июня 2018 г. № 682 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2018, № 26, ст. 3851; № 32, ст. 5343; 2019, № 12, ст. 1313; № 18, ст. 2252), приказываю:

1. Утвердить прилагаемое Положение о Благодарности Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.
2. Департаменту методологии бюджетного учета и анализа бухгалтерской отчетности (Ю.Е. Семаша) ежегодно обеспечивать финансирование расходов, связанных с выплатой федеральным государственным гражданским служащим Министерства науки и высшего образования Российской Федерации единовременного поощрения при объявлении Благодарности Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.
3. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на заместителя Министра науки и высшего образования Российской Федерации А.В. Степанова.

Министр
М.М.КОТЮКОВ

б)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПРИКАЗ
от 19 апреля 2019 г. № 34н

ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПОРЯДКА
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ЕЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ
ОРГАНОВ И ПОДВЕДОМСТВЕННЫХ ЕМУ ГОСУДАРСТВЕННЫХ
УЧРЕЖДЕНИЙ С ОРГАНИЗАЦИЯМИ ДОБРОВОЛЬЧЕСКОЙ
(ВОЛОНТЕРСКОЙ) ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ДОБРОВОЛЬЧЕСКИМИ
(ВОЛОНТЕРСКИМИ) ОРГАНИЗАЦИЯМИ

В соответствии с подпунктом 4 пункта 2 статьи 17.3 Федерального закона Российской Федерации от 11 августа 1995 г. № 135-ФЗ "О благотворительной деятельности и добровольчестве (волонтерстве)" (Собрание законодательства Российской Федерации, 1995, № 33, ст. 3340; 2002, № 12, ст. 1093; № 30, ст. 3029; 2003, № 27, ст. 2708; 2004, № 35, ст. 3807; 2007, № 1, ст. 39; 2009, № 1, ст. 17; 2010, № 52, ст. 6908; 2014, № 19, ст. 2308; 2018, № 7, ст. 975; № 52, ст. 8098), пунктом 2 постановления Правительства Российской Федерации от 28 ноября 2018 г. № 1425 "Об утверждении общих требований к порядку взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, подведомственных им государственных и муниципальных учреждений, иных организаций с организациями добровольческой (волонтерской) деятельности и добровольческими (волонтерскими) организациями и перечня видов деятельности, в отношении которых федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления утверждается порядок взаимодействия государственных и муниципальных учреждений с организациями добровольческой (волонтерской) деятельности, добровольческими (волонтерскими) организациями" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2018, № 49, ст. 7527) приказываю:

утвердить прилагаемый Порядок взаимодействия Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, его территориальных органов и подведомственных ему государственных учреждений с организациями добровольческой (волонтерской) деятельности, добровольческими (волонтерскими) организациями.

Министр
М.М.КОТЮКОВ

в)

Рисунок 7 – Преамбулы некоторых правовых актов федеральных органов исполнительной власти (серым цветом выделена часть преамбулы, не несущая какой-либо смысловой нагрузки)

В настоящее время трудно встретить человека, который использовал бы в своей работе «бумажное» издание Собрания законодательства Российской Федерации. Соответственно, излишне скрупулезное перечисление статей данного сборника если и окажется чем-то полезным одному человеку из тысячи, то остальным 999 причинит только неудобство. Если же государственный орган считает необходимым проявить заботу и об этом единственном потребителе не нужной подавляющему большинству информации, он вполне может привести соответствующий перечень в подстрочной сноске, что, кстати, нередко используется в нормативных документах Минобороны России и делает их существенно более удобочитаемыми.

В настоящее время, когда большинство государственных органов и граждан использует компьютерные справочные правовые системы и онлайн-доступ к Интернет-сайтам органов государственной власти и местного самоуправления, описанный выше подход выглядит архаичным. Представляется очевидным, что при ссылке в преамбуле на нормативный акт вполне достаточно корректно указать его дату, номер, вид документа и, в случае необходимости, принявший орган. Название можно указывать в том случае, когда это носит *не формальный характер, а обусловлено определенными целями, например, удобством читателя*, получающего возможность сразу понять, о каком документе и по какому аспекту правового регулирования идет речь. Если это не оговорено особо, то следует полагать, что акт, послуживший основанием для издания подзаконного акта, используется в редакции, действующей на момент издания последнего.

Особое значение приобретает реализация данного предложения в тех случаях, когда *преамбула* нормативного документа *содержит информацию, важную для его правильного применения* (круг лиц, которым он адресован, особенности правоотношений, подпадающих под соответствующее правовое регулирование, временные рамки его применения и т. п.). Как показывает практика, в тех случаях, когда преамбула все-таки содержит несколько слов, имеющих существенное значение для правильного уяснения содержания документа, эти важные слова могут быть легко потеряны в потоке «воды», составляющей большую часть соответствующего раздела правового акта.

Об использовании избыточных словесных конструкций в названиях нормативных актов

Прежде чем рассмотреть современные тенденции в формулировании названий нормативных правовых актов, хотелось бы процитировать пункт 1 Методических рекомендаций по юридико-техническому оформлению законопроектов, разработанных в 2003 году рядом весьма авторитетных государственных органов¹: «Наименование законопроекта отражает его содержание и основной предмет правового регулирования. Наименование должно быть точным, четким и максимально информационно насыщенным, правильно отражать предмет правового регулирования с тем расчетом, чтобы исполнители могли по наименованию законодательного акта определить его основное содержание, легко запомнить, при необходимости быстро отыскать. *Законодательные акты со сложными и неоправданно длинными наименованиями загромаждают законодательство, затрудняют систематизацию и понимание законодательных актов. Особенно они неудобны при ссылках на них в других нормативных правовых актах, актах применения права, документах, статьях и т. д.*» (курсив мой – А.В.)².

Теперь посмотрим, как это, бесспорно верное, методическое положение соблюдается в правотворческой практике. На рисунке 1 отображены среднее значение и медиана длин³ названий отече-

1 Главным Государственно-правовым управлением Президента Российской Федерации, Правовым управлением Аппарата Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации, Правовым управлением Аппарата Правительства Российской Федерации, Правовым управлением Аппарата Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации, Министерством юстиции Российской Федерации.

2 <http://www.consultant.ru/law/review/lawmaking/rekomend/>

3 В символах, считая знаки препинания и пробелы.

ственных правовых актов (рассмотрены все документы, включенные в справочную правовую систему «Консультант+»). Прежде всего, обратим внимание на то, что медианное значение на всем анализируемом периоде несколько ниже среднего, что в данном случае свидетельствует об относительно более быстром возрастании громоздкости наиболее объемных наименований. Кроме того, отметим, что тенденции изменения обоих числовых показателей совпадают (коэффициент парной корреляции 0,98), т. е. рост или падение соответствующего среднего значения сопровождается сходным ростом или падением медианы, поэтому для дальнейшего анализа можно выбирать любую из этих характеристик.

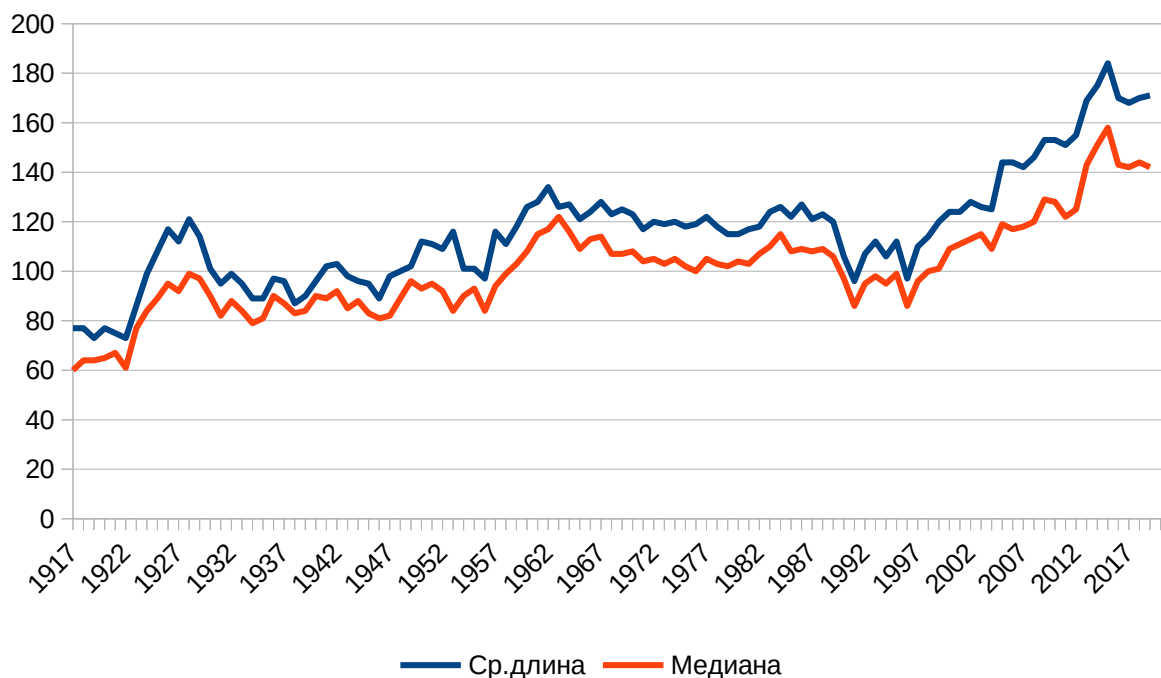


Рисунок 1 – Среднее значение и медиана длин названий отечественных нормативных правовых актов в период 1917-2019 гг.

Видно, что в период с 1925 по 1956 год¹ медиана длины названия нормативного правового акта была довольно стабильной и находилась в пределах 80-100 символов. С 1956 по 1963, в годы «правления» Н.С. Хрущева, наблюдался ее незначительный, но устойчивый рост примерно до 120 символов. При подборе для этого участка аппроксимирующей линейной функции методом наименьших квадратов был получен угловой коэффициент 5,2, при этом средняя ошибка составляет около 1%. Затем вновь наступил относительно стабильный период: до 1989 года значение данного показателя незначительно превышало 100 символов, а с 1990 по 1996 наблюдалось даже некоторое его снижение, примерно до уровня начального периода советской власти. Наконец, с 1996 года по настоящее время наблюдается устойчивый рост медианного значения. Угловой коэффициент соответствующей линейной аппроксимирующей функции равен 2,8 (ошибка 4%), что хотя и меньше, чем в 1956-1963 гг., однако за счет большей длительности периода роста значения показателя достигают величин, в отдельных случаях выходящих за рамки здравого смысла.

Еще более показательными являются графики не *средних* длин/медиан названий правовых актов, а размеры наименований документов-рекордсменов в соответствующей номинации. На рисунке 2 приведены средняя длина названий правовых актов РФ федерального уровня по всей совокупности документов и по 20 документам с самыми объемными наименованиями. Если средняя длина названия правового акта в процессе своего роста в последние годы ни разу не выходила за пределы 200 символов, то рекордсмены давно превзошли отметку 1000 знаков.

1 Принимая во внимание годы начала и конца данного периода так и хочется назвать его «сталинским».



Рисунок 2 – Средняя длина названий правовых актов РФ федерального уровня (по всей совокупности документов и по 20 документам с самыми объемными наименованиями)

Рассмотрим названия нескольких таких документов. Если бы мы привели их в тексте настоящей статьи, то ее объем вырос бы на 25%. Это могло оказаться очень удобным, если бы редакция журнала «Вооружение и экономика» выплачивала гонорары в зависимости от объема публикуемой статьи. Однако это не так, поэтому приведем названия таких документов на рисунке 3.

О жалобах Сергея Васильевича Шелайкина на решение Избирательной комиссии Курской области от 20 августа 2014 года № 97/1091-5 и решение территориальной избирательной комиссии Горшеченского района Курской области от 7 августа 2014 года № 80/705-3, Ивана Павловича Рыцдина на решение Избирательной комиссии Курской области от 20 августа 2014 года № 97/1102-5 и решение территориальной избирательной комиссии Горшеченского района Курской области от 7 августа 2014 года № 80/720-3, Владимира Павловича Рыцдина на решение Избирательной комиссии Курской области от 20 августа 2014 года № 97/1101-5 и решение территориальной избирательной комиссии Горшеченского района Курской области от 2 августа 2014 года № 78/681-3, Марины Ивановны Крутых на решение Избирательной комиссии Курской области от 20 августа 2014 года № 97/1098-5 и решение территориальной избирательной комиссии Горшеченского района Курской области от 7 августа 2014 года № 80/714-3, Натальи Николаевны Ливенцевой на решение Избирательной комиссии Курской области от 20 августа 2014 года № 97/1099-5 и решение территориальной избирательной комиссии Горшеченского района Курской области от 7 августа 2014 года № 80/710-3, Александра Олеговича Драченко на решение Избирательной комиссии Курской области от 20 августа 2014 года № 97/1095-5 и решение территориальной избирательной комиссии Горшеченского района Курской области от 2 августа 2014 года № 77/685-3, Сергея Васильевича Костина на решение Избирательной комиссии Курской области от 20 августа 2014 года № 97/1097-5 и решение территориальной избирательной комиссии Горшеченского района Курской области от 2 августа 2014 года № 77/686-3, Татьяны Петровны Архиповой на решение Избирательной комиссии Курской области от 20 августа 2014 года № 97/1092-5 и решение территориальной избирательной комиссии Горшеченского района Курской области от 7 августа 2014 года № 80/704-3, Сергея Викторовича Терехова на решение Избирательной комиссии Курской области от 25 августа 2014 года № 98/1117-5 и решение территориальной избирательной комиссии Горшеченского района Курской области от 7 августа 2014 года № 80/702-3, Дмитрия Александровича Афанасьева на решение Избирательной комиссии Курской области от 20 августа 2014 года № 97/1093-5 и решение территориальной избирательной комиссии Горшеченского района Курской области от 2 августа 2014 года № 77/687-3, Сергея Викторовича Мазалова на решение Избирательной комиссии Курской области от 20 августа 2014 года № 97/1100-5 и решение территориальной избирательной комиссии Горшеченского района Курской области от 7 августа 2014 года № 80/708-3, Юрия Петровича Желткова на решение Избирательной комиссии Курской области от 20 августа 2014 года № 97/1096-5 и решение территориальной избирательной комиссии Горшеченского района Курской области от 2 августа 2014 года № 77/680-3, Анастасии Ивановны Сергеева на решение Избирательной комиссии Курской области от 25 августа 2014 года № 98/1116-5 и решение территориальной избирательной комиссии Горшеченского района Курской области от 7 августа 2014 года № 80/718-3

О реорганизации федерального государственного бюджетного учреждения "Главное бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов", федерального государственного бюджетного учреждения "Байкальское бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов", федерального государственного бюджетного учреждения "Якутское бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов", федерального государственного бюджетного учреждения "Азово-Черноморское бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов", федерального государственного бюджетного учреждения "Азово-Донское бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов", федерального государственного бюджетного учреждения "Мурманское бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов", федерального государственного бюджетного учреждения "Верхне-Обское бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов", федерального государственного бюджетного учреждения "Северо-Каспийское бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов", федерального государственного бюджетного учреждения "Севе́ро-Каспи́йское бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов", федерального государственного бюджетного учреждения "Ардонский лососевый рыбопродуктовый завод", федерального государственного бюджетного учреждения "Чегемский форелевый рыбопродуктовый завод", федерального государственного бюджетного учреждения "Енисейское бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов", федерального государственного бюджетного учреждения "Западно-Каспийское бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов", федерального государственного бюджетного учреждения "Ардонский лососевый рыбопродуктивный завод", федерального государственного бюджетного учреждения "Чегемский форелевый рыбопродуктивный завод", федерального государственного бюджетного учреждения "Нижне-Обское бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов", федерального государственного бюджетного учреждения "Северо-Западное бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов", федерального государственного бюджетного учреждения "Карельское бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов", федерального государственного бюджетного учреждения "Средне-Волжское бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов", федерального государственного бюджетного учреждения "Репродукционный комплекс осетроводства", федерального государственного бюджетного учреждения "Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства", федерального государственного бюджетного учреждения "Бейсугское нерестино-выростное хозяйство

Об отмене постановлений Региональной энергетической комиссии Свердловской области от 13.12.2016 № 158-ПК "Об установлении долгосрочных параметров регулирования деятельности организаций для формирования тарифов на тепловую энергию, поставляемую теплоснабжающими организациями Свердловской области, с использованием метода индексации установленных тарифов на 2017-2019 годы", от 13.12.2016 № 159-ПК "Об установлении тарифов на тепловую энергию, поставляемую теплоснабжающими организациями Свердловской области, с использованием метода индексации установленных тарифов на 2017-2019 годы", от 28.12.2016 № 248-ПК "Об установлении тарифов на тепловую энергию, поставляемую публичным акционерным обществом "Т Плюс" (Красногорский район Московской области) на 2017-2019 годы", от 11.12.2017 № 139-ПК "Об установлении долгосрочных параметров регулирования деятельности организаций для формирования тарифов на тепловую энергию, производимую в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии из источников тепловой энергии с установленной генерирующей мощностью производства электрической энергии 25 мегаватт и более и поставляемую на коллекторах источника тепловой энергии, с использованием метода индексации установленных тарифов на 2018-2020 годы", от 11.12.2017 № 140-ПК "Об установлении тарифов на тепловую энергию, производимую в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии из источников тепловой энергии с установленной генерирующей мощностью производства электрической энергии 25 мегаватт и более и поставляемую на коллекторах источника тепловой энергии, с использованием метода индексации установленных тарифов на 2018-2020 годы", от 11.12.2017 № 152-ПК "Об установлении тарифов на тепловую энергию, поставляемую теплоснабжающими организациями Свердловской области, на 2018 год", от 20.12.2017 № 195-ПК "Об установлении тарифов на тепловую энергию, поставляемую публичным акционерным обществом "Т плюс" (Красногорский район Московской области), с использованием метода индексации установленных тарифов на основе долгосрочных параметров регулирования тарифов на 2017-2021 годы, и о внесении изменений в постановление Региональной энергетической комиссии Свердловской области от 10.12.2015 № 197-ПК "Об установлении тарифов на тепловую энергию, поставляемую теплоснабжающими организациями Свердловской области, с использованием метода индексации установленных тарифов на 2016-2018 годы" в отношении ПАО "Т Плюс" (Красногорский район Московской области)

- а) постановления ЦИК России от 05.09.2014 № 251/1540-6
- б) приказа Минсельхоза России от 20.06.2016 № 249
- в) приказа ФАС России от 12.11.2018 № 1537/18

Рисунок 3 – Названия некоторых правовых актов федеральных органов государственной власти

На рисунке 4 приведено распределение длин названий российских правовых актов федерального уровня по 10-символьным квантилям.

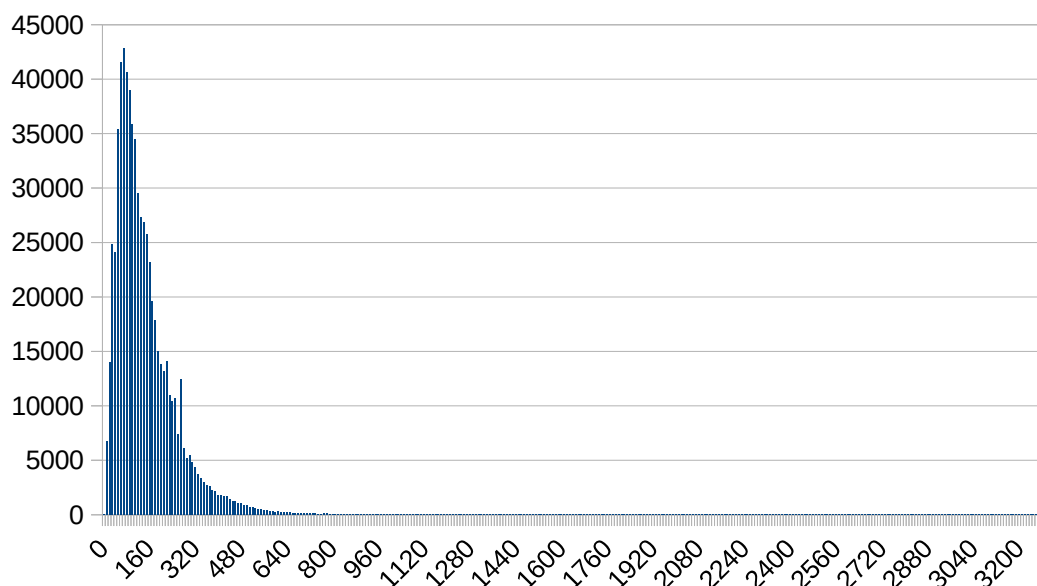


Рисунок 4 – Распределение длин названий российских правовых актов федерального уровня по 10-символьным квантилям

Представляет определенный интерес ситуация в отдельных ведомствах. Так, в Минобороны России (рисунок 5) в последние годы наблюдается, с одной стороны, существенное превышение показателя средней длины названия нормативного акта по сравнению с российским: как по абсолютному значению, так и по скорости роста. С другой стороны, максимальное значение (топ-20) не только существенно меньше общероссийского, но и наметилась тенденция к его снижению.

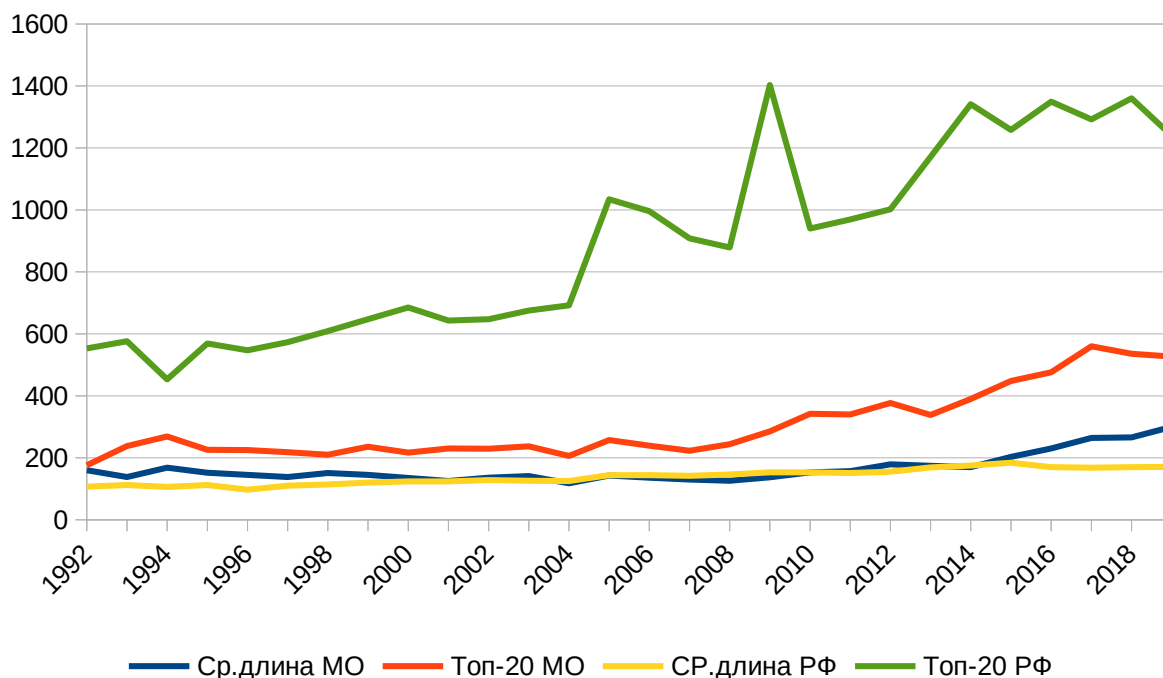


Рисунок 5 – Средняя длина названий открытых правовых актов Минобороны России (по всей совокупности документов и по 20 документам с самыми объемными наименованиями) в сопоставлении с аналогичными показателями всех российских правовых актов федерального уровня

Еще более позитивна ситуация в Минобрнауки России, в которой оба показателя имеют в последние годы тенденцию к снижению (рисунок 6).

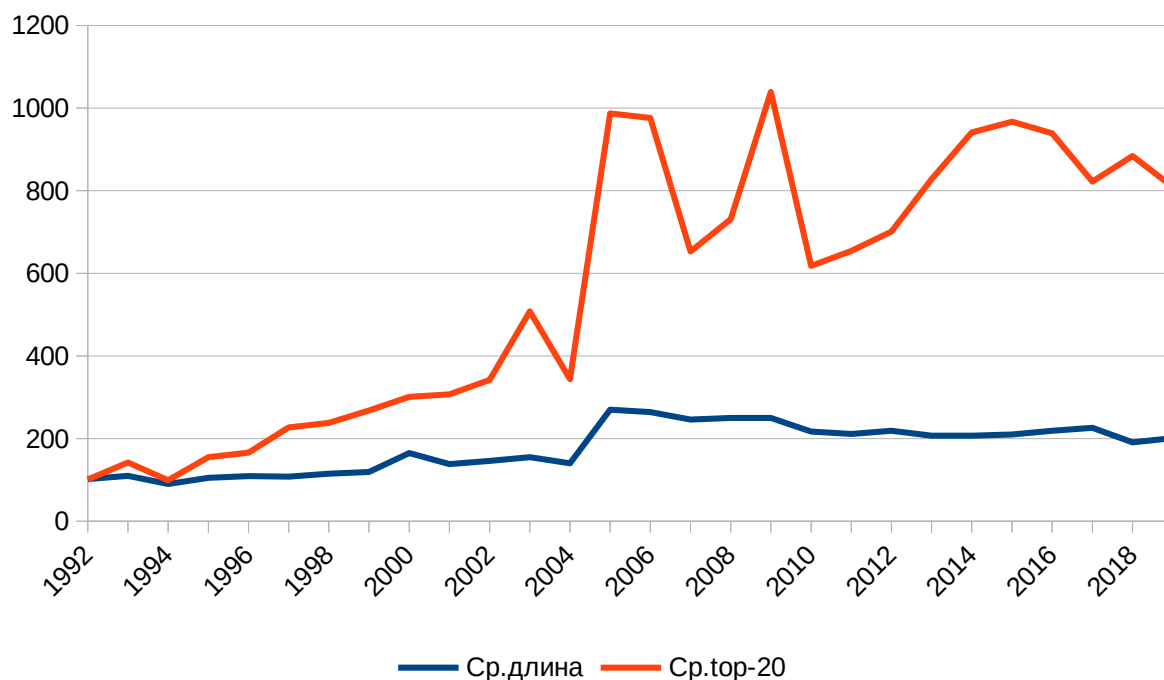


Рисунок 6 – Средняя длина названий правовых актов Минобрнауки России (по всей совокупности документов и по 20 документам с самыми объемными наименованиями)

Вариантом временного решения обозначенной в настоящем разделе проблемы был бы отказ от воспроизведения наименований нормативных и иных правовых актов длиной более 150-180 символов при ссылках на них в других нормативных правовых актах, актах применения права и иных официальных документах, научных статьях и т. п. Вполне достаточно и даже более удобно для читателя будет ограничиваться в подобных случаях указанием вида документа, принявшего его органа, даты и номера. Как вариант, воспроизведение названия можно не делать обязательным при ссылке на нормативный документ, его указание или неуказание можно оставить на усмотрение разработчика соответствующего акта.

Приводить полное название целесообразно лишь в тех случаях, когда это будет способствовать более точному уяснению его содержания. Очевидно, что таких целей не достигают названия, подобные следующим: Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», приказ «О внесении изменений в приказ Министерства ... от ... № ...» и т. п.

Выводы

Механизм так называемой «регуляторной гильотины», запуск которого инициировал Президент Российской Федерации, является необходимым и актуальным для современной отечественной практики нормотворчества и правоприменения. Вместе с тем ограничение его рамками исключительно признания недействующими на территории Российской Федерации актов бывшего СССР и их отдельных положений – паллиативная мера, не способная решить задачу сколько-нибудь существенного совершенствования законодательства. В настоящей статье без претензии на полноту и всесторонность анализа данного вопроса обоснованы следующие направления повышения качества издаваемых нормативных правовых актов:

1. Повышение строгости применяемого понятийного аппарата за счет исключения из официальных документов государственных органов разговорных слов, публицистической лексики, терминов с неустоявшимися значениями без приведения их дефиниций.

2. Упрощение появившихся в последние годы многословных языковых конструкций, описывающих давно известные явления. Для реализации данного предложения зачастую достаточно просто вернуться к терминам, десятки лет успешно использовавшимся в отечественной практике.

3. Кратное сокращение объема преамбул подзаконных нормативных актов за счет устранения из них не имеющей практической ценности избыточной информации.

4. Исключение применения длинных (более 150-180 символов) названий правовых актов.

5. В настоящее время уже издано достаточно большое число нормативных документов с названиями, не удовлетворяющими требованиям по краткости, информационной насыщенности, возможности по наименованию акта определить его основное содержание, легко запомнить и быстро отыскать. Это создает проблему, которая требует безотлагательного решения, не предполагающего весьма затратной по времени переработки всей нормативной базы. Принимая во внимание это обстоятельство, представляется целесообразным до устранения технико-юридических недочетов подобных нормативных правовых актов установить правило, согласно которому при ссылках на них в других нормативных документах, правоприменительных и иных официальных актах, а также в научных статьях и монографиях не должно воспроизводиться наименование нормативных и иных правовых актов длиной более 150-180 символов.

Список использованных источников

1. Венедиктов А.А. Аттестация научных кадров в Российской Федерации и Республике Беларусь: сравнительный анализ // Вооружение и экономика. – 2017. – № 1 (38). – С. 71-83.

2. Юридическая энциклопедия / Под ред. М.Ю. Тихомирова. – М., 2005. – 972 с.



Аносов Роман Сергеевич
кандидат технических наук, доцент
начальник отдела НИИИ (РЭБ) ВУНЦ ВВС «ВВА»
an_rs@list.ru



Бабенков Валерий Иванович
доктор военных наук, профессор, член-корреспондент РАН
директор Научного центра (филиала) Российской академии ракетных и артиллерийских наук «Инновации в материально-техническом обеспечении войск (сил)»
vi_babenkov@mail.ru



Балыбердин Валерий Алексеевич
доктор технических наук, профессор
ведущий научный сотрудник 3 ЦНИИ МО РФ
baliberdinv@yandex.ru



Белевцев Андрей Андреевич
генеральный директор ООО «Рукс Солюшенс»
ambelevtsev@yandex.ru



Белевцев Андрей Михайлович
доктор технических наук
профессор кафедры МАИ
ambelevtsev@yandex.ru



Божков Алексей Юрьевич
кандидат технических наук
заместитель начальника отдела НИИИ (РЭБ) ВУНЦ ВВС «ВВА»
bozhkovi@rambler.ru



Борщевская Ирина Юрьевна
кандидат экономических наук
научный сотрудник Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева
iris83-83@mail.ru



Буравлев Александр Иванович
доктор технических наук, профессор
ведущий научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
buravlev46@mail.ru



Буренок Василий Михайлович
доктор технических наук, профессор
президент Российской академии ракетных и артиллерийских наук
bvasil57@rambler.ru



Бывших Дмитрий Михайлович
кандидат технических наук, старший научный сотрудник
старший научный сотрудник НИИИ (РЭБ) ВУНЦ ВВС «ВВА»
biwshih2013@yandex.ru
SPIN-код: 1879-9333



Венедиктов Андрей Альбертович
доктор экономических наук, профессор
ведущий научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
a_venediktov@mail.ru
SPIN-код: 5727-0709



Горшков Владимир Анатольевич
доктор технических наук, профессор
главный научный сотрудник ЦНИИ ВВС Минобороны России
valia.iwanushenko2011@yandex.ru



Дурнев Роман Александрович
доктор технических наук, доцент
начальник научно-исследовательского управления Российской
академии ракетных и артиллерийских наук
rdurnev@rambler.ru



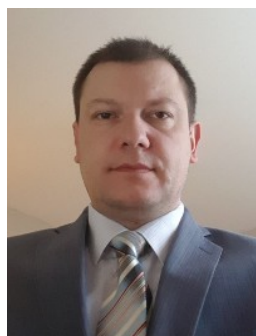
Дьяков Алексей Николаевич
кандидат технических наук
доцент Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского
dyakoval@yandex.ru



Елыгин Сергей Александрович
ведущий инженер-конструктор ЗАО «Специальное конструкторское
бюро», г. Пермь, аспирант Пермского национального
исследовательского политехнического университета
elygin_sa@mz.perm.ru



Зенченко Татьяна Александровна
доктор биологических наук
старший научный сотрудник ЦНИИ ВВС Минобороны России
zench@mail.ru



Кокарев Алексей Сергеевич
кандидат технических наук
преподаватель Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского
askokarev@gmail.com



Луценко Анатолий Дмитриевич
доктор технических наук, профессор
ведущий научный сотрудник Военно-воздушной академии
им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
irinal0577@yandex.ru



Маркелов Евгений Борисович
кандидат технических наук
директор Преображенского научного центра РАН
markelov1959@mail.ru



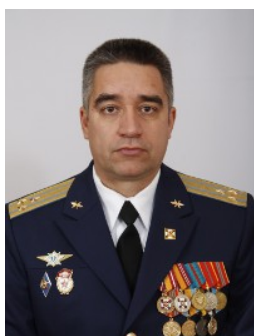
Нестеров Алексей Александрович
научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
hestoppp@mail.ru



Онуфрей Андрей Юрьевич
доктор технических наук, профессор
ведущий научный сотрудник Военно-космической академии
им. А.Ф. Можайского
authors@viek.ru



Орлов Антон Александрович
адъюнкт Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского
s3tballer87@googlemail.com



Орлов Владислав Александрович
кандидат технических наук, доцент
ведущий научный сотрудник Военно-воздушной академии
им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
orloff_69@mail.ru



Пачин Андрей Владимирович
адъюнкт Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского
pashin.andrej@bk.ru



Поляков Сергей Александрович
адъюнкт Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского
polyakov86@mail.ru



Разумов Александр Владимирович
доктор технических наук, профессор
старший научный сотрудник Военно-космической академии
им. А.Ф. Можайского
Razumov5555@bk.ru



Садаков Максим Викторович
начальник конструкторского бюро ЗАО «Специальное конструкторское
бюро», г. Пермь
sadakov_mv@mz.perm.ru



Топоров Андрей Викторович
кандидат экономических наук
начальник Военной академии материально-технического обеспечения
имени генерала армии А.В. Хрулева
vatt@mil.ru



Тюшев Владимир Николаевич
заместитель главного конструктора по направлению ЗАО
«Специальное конструкторское бюро», г. Пермь
tushev@mz.perm.ru



Фомин Виктор Александрович
инженер-конструктор 1-й категории ЗАО «Специальное
конструкторское бюро», г. Пермь, аспирант Пермского национального
исследовательского политехнического университета
fomin_va@mz.perm.ru
SPIN-код: 5728-2115



Хоменок Виталий Робертович
кандидат технических наук, доцент
первый заместитель генерального директора – генеральный
конструктор ЗАО «Специальное конструкторское бюро», г. Пермь
homenok_v@mz.perm.ru



Юрченко Никита Александрович
главный конструктор по направлению ЗАО «Специальное
конструкторское бюро», г. Пермь, старший преподаватель кафедры
«Специальное машиностроение» Пермского национального
исследовательского политехнического университета
yurchenko_na@mz.perm.ru

Идентификация составляющих крупномасштабного хаоса во временных рядах авиационных событий

Т.А. Зенченко, В.А. Горшков

На основе разработанного ранее эмпирического метода оценки относительного вклада детерминированной, хаотической и шумовой компонент во временных рядах, произведена оценка этих составляющих в динамике уровня аварийности для разных типов воздушных судов в авиации ВС РФ. Понимание соотношения этих трех компонент в исследуемых временных рядах необходимо для обоснования базовых параметров прогноза – уровня аварийности, погрешности оценки этого уровня (ошибки) и величины временного горизонта, допускающего прогнозирование. Применение разработанного метода к анализу временных рядов числа авиационных событий, зарегистрированных на учебно-тренировочных и транспортных самолетах по причине технических отказов и нарушений производства полетов показало, что метод позволяет эффективно оценить оптимальные для каждого ряда параметры фильтрации шумовой компоненты и отнести отфильтрованные ряды к определенному классу (хаотическому, детерминированному или классу окрашенного шума). Результаты анализа показывают, что уровень шумовой компоненты во временных рядах числа авиационных событий, зарегистрированных на учебно-тренировочных и транспортных самолетах, составляет 65-70%, а отфильтрованные временные ряды могут быть уверенно отнесены к классу динамического хаоса или к классу детерминированных квазигармонических рядов.

прогноз аварийности; авиационное событие; временные ряды; старший показатель Ляпунова

Identification of the Chaos Large-Scale Components in the Time Series of Aviation Events

T.A. Zenchenko, A. Gorshkov

On basis of the empirical method of the deterministic, chaotic and noise component relative contribution in the time series that has been developed earlier, an assessment of these components is executed with regard to the accident rate dynamic data in point of different type aircrafts of the Armed Forces aviation of the Russian Federation. The comprehension of these three components in the investigated time series is essential to prediction basis parameter substantiation – accident rate, level assessment error, and time rational horizon value that enables prediction. An application of the developed method to the analysis of aviation event time series makes possible to estimate efficiently optimal noise filtration and attribute filtered series to appointed class (chaotic, deterministic or colored noise class). The specified aviation events were recorded in trainer and transport airplanes due to the technical failure and flight violation. Analysis data show that noise level component in the aviation event time series, recorded in trainer and transport airplanes, amounts 65-70%. Filtered time series may be with confidence assigned to the dynamical chaos or deterministic quasiharmonic series class.

Accident prediction; aviation event; time series; Lyapunov main index

Некоторые тенденции развития информационных технологий для систем сетецентрического управления

*А.М. Белевцев, В.А. Балыбердин,
А.А. Белевцев, Е.Б. Маркелов*

В статье рассмотрены тенденции развития информационных технологий в свете реализации концепции сетецентрического управления (СЦУ) как логической основы перспективных систем и комплексов автоматизированного управления военного назначения. За основу приняты исследования и разработки, осуществляемые в США как государстве, занимающем ведущие позиции в исследованиях по данной тематике. Рассмотрены работы,

осуществляемые федеральными исследовательскими центрами, а также национальными лабораториями и лучшими ИТ-компаниями. Выделены наиболее важные направления исследований, отмечено акцентированное внимание федеральных исследовательских центров на тематику, связанную с формированием «ударной компоненты» информационных технологий, включая вопросы создания кибероружия и программных средств боевого применения с высокими качественными характеристиками.

информационные технологии; исследовательские центры; направления исследований; сетцентрическое управление; системы и комплексы автоматизированного управления

Certain Information Technology Progress Trends Assigned for Network-Centric Control Systems

*A.M. Belevtsev, V.A. Baliberdin,
A.A. Belevtsev, E.B. Markelov*

In the article certain trends of information technologies progress in the context of network-centric control concept implementation as a logical basis of the advanced military automated system are concerned. The research and developments conducted by the USA that takes up the leading position in this field are accepted as a framework. Research carrying out by the federal centers, national laboratories, and the best IT-companies as well are considered. The most important trends in research are assigned, the special emphasis is attended to the subject matter linked to information technology «striking component» formation, including cyber weapon, and high quality combat software creation.

information technologies; research centers; trends of research; network-centric conception; automatic control systems

Применение радиальных диаграмм для решения многокритериальных задач программно-целевого планирования

А.И. Буравлев, А.А. Нестеров

В статье рассматривается способ решения многокритериальных задач программно-целевого планирования, основанный на использовании свертки нескольких целевых показателей качества системы в агрегированный показатель с применением известной процедуры построения лепестковых и радиальных диаграмм.

лепестковые диаграммы, интегральный показатель качества вооружения и военной техники

Application of Radial Diagrams for the Multi-Criteria Program-Target Planning Problems Solving

A.I. Buravlyov, A.A. Nesterov

The article considers a method of multi-criteria program-target planning problems solution, based on several quality factors system convolution into an aggregated indicator with the use of a well-known lobe and radial diagrams constructing procedure.

petal charts; integral indicator of weapon and military equipment quality

Предложения по совершенствованию артиллерийского вооружения крупного калибра

*В.Р. Хоменок, Н.А. Юрченко, В.Н. Тюшев,
М.В. Садаков, В.А. Фомин, С.А. Елыгин*

Представлен обзор основных проблемных вопросов, возникающих при проектировании перспективных образцов артиллерийского вооружения. Особое внимание уделено проблемам надежности и автоматизации, которые неизбежно возникают при применении современных управляющих систем. В качестве примера, способного удовлетворить предъявляемым требованиям, в статье рассмотрена опытная самоходная гаубица 2С19М1-155, оснащенная орудием МЗ-158.

вооружение; артиллерия; гаубица; автоматизация; надежность

Proposals for the Large Caliber Artillery Weapon Improvement

*V.R. Homenok, N.A. Yurchenko, V.N. Tushev,
M.V. Sadakov, V.A. Fomin, S.A. Elygin*

Authors introduce an overview of main problematic issues arising in the course of advanced artillery weapon models design. Special attention is focused on the problems of reliability and automation that inevitably appear on application of the modern control system. As an example that is able to meet the requirements, the article presents an experimental 2S19M1-155 self-propelled howitzer, equipped with MZ-158gun.

armament; artillery; howitzer; automation; reliability

Обоснование интегрированного подхода к определению морфологии организации в системе материально-технического обеспечения войск

А.В. Топоров, В.И. Бабенков, И.Ю. Борщевская

В статье проведено описание интегрированного подхода к определению организации системы материально-технического обеспечения войск. Выявлены основные вопросы изучения проблематики материально-технического обеспечения войск (сил), а также направления их развития. Содержание статьи направлено на выявление важной проблемы, решение которой позволит достаточно полно, всесторонне и комплексно отразить логику и последовательность развития системы материально-технического обеспечения ВС РФ, эволюционную преемственность ее функционирования и развития на современном этапе строительства ВС РФ.

система материально-технического обеспечения; интегрированный подход

Justification of the Integrated Approach to the Organization Morphology Determination in the Forces Material Support System

A.V. Toporov, V.I. Babenkov, I.Yu. Borschevskaya

The article describes an integrated approach to the determination of the forces support system organization. The main issues of forces support problems, and the lines of their development as well as, are identified. The article is aimed at an important problem identification. The solution of this problem will enable complete, comprehensively reflection of the logic and sequence of the Armed Forces of the Russian Federation material support system development, and the evolutionary succession of its functioning and the armed forces development at the modern stage.

material support system, integrated approach

Формализация проблемы технико-экономического обоснования долгосрочной стратегии развития системы вооружения радиоэлектронной борьбы в виде задачи векторной оптимизации

А.Д. Луценко, В.А. Орлов

Сформулирована вербальная и формализованная постановки проблемы технико-экономического обоснования долгосрочной стратегии развития системы вооружения радиоэлектронной борьбы в виде задачи векторной оптимизации. Предложен алгоритм рационального решения данной задачи за счет поэтапного перехода от задачи векторной оптимизации к задаче скалярной (дискретной) оптимизации.

стратегия развития; система вооружения радиоэлектронной борьбы; затраты на выполнение задач; векторная оптимизация; макрофакторы

Technical and Economic Feasibility Problem Formalization of Long-Term Electronic Warfare Development Strategy Justification in the Form of Vector Optimization Problem

A.D. Lutsenko, V.A. Orlov

The paper defines certain verbal and formalized problem statements of long-term electronic warfare development strategy in the form of vector optimization problem. It offers the problem rational solution algorithm by means of phased transition from vector optimization problem to scalar (discrete) optimization problem.

development strategy; electronic warfare; mission execution costs; vector optimization; macrofactors

Обеспечение стойкости образцов ВВСТ к воздействию электромагнитных излучений при формировании технико-экономических требований

А.В. Разумов, А.Ю. Онуфрей, А.А. Орлов

В статье рассматривается проблема обеспечения стойкости вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) с учетом стоимости средств защиты от воздействия электромагнитных стоимости средств защиты от воздействия электромагнитных излучений (ЭМИ). Предложен подход в обеспечении стойкости на основе многоуровневого представления иерархии построения образца ВВСТ и показателей, отражающих эффективность применения средств защиты от ЭМИ на каждом уровне иерархии. Представлена процедура минимизации затрат при обосновании требований по стойкости к ЭМИ, позволяющая осуществлять выбор рационального комплекса средств защиты при условии обеспечения минимальной стоимости и требуемой вероятности выполнения задачи.

средства защиты; сравнительная оценка; расчет стоимости образца вооружения

Assurance of the Weapon Sample Resistance to Electromagnetic Radiation Exposure in the Course of the Technical and Economic Requirements Formation

A.V. Razumov, A.U. Onufrey, A.A. Orlov

The article considers a problem of weapon, military and special equipment resistance assuring with a glance of electromagnetic effect protective equipment cost requirements. An approach to resistance assuring on basis of a multi-level hierarchy representation of the weapon sample construction and indicators of electromagnetic effect protective equipment on the every hierarchy level is suggested. The presented procedure of minimizing costs in the course of the electromagnetic effect resistance requirements justification is presented. It enables the selection of a protective equipment rational set with the minimum cost and the required probability of tasks performance.

protective equipment; comparative assessment; calculation of a weapons sample cost

Методический подход к планированию мероприятий по капитальному ремонту средств радиоэлектронной борьбы

Р.С. Аносов, А.Ю. Божков, Д.М. Бывших

Представлен методический подход к планированию выделения ассигнований на капитальный ремонт средств радиоэлектронной борьбы, учитывающий вероятностный характер длительности эксплуатации до выхода в капитальный ремонт изделий техники радиоэлектронной борьбы. Подход может быть использован при разработке предложений в государственную программу вооружения в обеспечение рационального распределения выделяемых ассигнований на капитальный ремонт техники РЭБ.

государственная программа вооружения; капитальный ремонт; средство радиоэлектронной борьбы; длительность эксплуатации; вариационный анализ

Methodological Approach to the Electronic Warfare Overhaul Activities Planning

R.S. Anosov, A.Yu. Bozhkov, D.M. Byvshikh

A methodological approach to the planning of electronic warfare overhaul allocation of funds is represented. It takes into account the probabilistic prediction of electronic warfare equipment operating cycle before overhaul. This approach may be used in the course of proposals development intended to the state armament program as regard to the rational distribution of the appropriate funds for the of electronic warfare equipment overhaul.

state program of armament; overhaul; electronic warfare; service life; variation analysis

Модель ресурсоемкости подвижных систем обеспечения запасными частями мобильных сложных технических комплексов

*А.Н. Дьяков, А.С. Кокарев,
С.А. Поляков, А.В. Пачин*

Наличие достаточных комплектов запасных частей (ЗЧ) является необходимым условием для обеспечения надежности современной сложной техники. Однако при создании и эксплуатации мобильных технических средств существенным является ограничение на объемы ресурсов, выделяемых на ЗИП. Задача управления расходами определяет создания моделей, позволяющих оценивать ресурсоемкость существующих и разрабатываемых систем обеспечения запасными частями (СОЗЧ). В статье представлен подход к определению ресурсоемкости подвижных СОЗЧ с учетом стохастичности суммарного времени доставки типовых элементов замены (ТЭЗ).

мобильные сложные технические комплексы; подвижные системы обеспечения запасами; оценка ресурсоемкости; метод статистическое моделирование

Model of Mobile Spare Parts Supply System Resource-Intensity Intended for Mobile Complex Technical Systems

A.N. Dyakov, A.S. Kokarev, S.A. Polyakov, A.V. Pachin

The availability of sufficient spare parts sets is a prerequisite for modern complex equipment reliability. However, in the course of mobile technical equipment development and operation, there is a significant limitation on the resources allocated for spare parts. The cost management problem defines the model creation that makes possible resource intensity estimation of existing and developing spare parts supply systems. The article suggests an approach to mobile spare parts supply system resource intensity determination taking into account the stochasticity of the typical substitute item delivery total time.

mobile complex technical systems; mobile spare parts supply systems; resource intensity estimation; statistical modeling

Рассуждение о диссертации: введение в полемику

В.М. Буренок, Р.А. Дурнев

Проведен анализ диссертации как научно-квалификационной работы. Определены сигнальная и деятельностная функции диссертации. Рассмотрено существо социально-экономического эффекта от диссертаций.

диссертация; научно-квалификационная работа; научное исследование; научный результат; сигнальная функция; деятельностная функция

Reasoning on Dissertation: Introduction of Polemics

V.M. Burenok, R.A. Durnev

The analysis of dissertation as a scientific-qualification work is carried out. The signal and activity functions of the dissertation are determined. The essence of the socio-economic effect of dissertations is considered.

dissertation; qualifying scientific work; scientific research; scientific result; signal function; activity function

«Регуляторная гильотина» для современного правотворчества

А.А. Венедиктов

В статье рассматривается механизм так называемой «регуляторной гильотины», инициированный Президентом РФ в целях прекращения действия на территории Российской Федерации устаревших, излишне детальных правовых норм (в первую очередь – изданных в советский период отечественной истории), соблюдение которых обеспечивается в рамках государственного контроля (надзора). По результатам проведенного анализа обосновывается вывод о том, что ограничение сферы реализации данного механизма лишь рамками признания недействующими на территории Российской Федерации актов бывшего СССР и их отдельных положений – паллиативная мера, не способная решить задачу сколько-нибудь существенного совершенствования законодательства. Обоснованы следующие направления повышения качества издаваемых нормативных актов: исключение применения длинных названий правовых документов, а до устранения подобных технико-юридических недочетов – установление правила, согласно которому при ссылках в нормативных документах, правоприменительных актах, иных официальных документах, а также в научных статьях и монографиях не должно воспроизводиться наименование нормативных и иных правовых актов длиной более 150-180 символов; кратное сокращение объема преамбул подзаконных нормативных актов за счет устранения из них не имеющей практической ценности избыточной информации; упрощение новых многословных языковых конструкций, описывающих давно известные явления (для чего зачастую достаточно просто вернуться к терминам, десятилетиями успешно использовавшимся в отечественной практике); повышение строгости применяемого понятийного аппарата за счет исключения из официальных документов государственных органов разговорных слов, «публицистической» лексики, терминов с неустоявшимися значениями без приведения их дефиниций.

«регуляторная гильотина»; технико-юридические проблемы; длинные названия нормативных актов

“Regulatory guillotine” for Current Law-making

A.A. Venediktov

The article considers the mechanism of the so-called “regulatory guillotine” initiated by the President of the Russian Federation in order to repeal the validity of outdated, overly detailed legal norms (issued primarily in the Soviet period of national history), that is ensured by state compliance monitoring. Based on the results of the analysis, the conclusion is substantiated that limitation of this mechanism only to repeal the USSR former legal acts and their particular provisions implementation is a palliative measure that is not able to solve the problem of any significant improvement of legislation. It is proved the improvement of the published regulations quality: exception to the use of legal document’s long name, establishing rules according to which the name in the regulations references, other official documents and scientific publication should not be longer than 150-180 characters; a multiple reduction of the regulations prefaces volume by redundant information elimination that has no practical value; simplification of new wordy language constructions that describe certain well-known phenomena (it is often just enough to return to terms that are successfully used in domestic practice for decades); augmentation of the applied conceptual apparatus rigor by colloquial words exclusion, journalistic vocabulary, and unsettled meaning terms without their definitions.

“regulatory guillotine”; technical and legal problems; long name of regulations

Правила представления авторами рукописей

1. Для опубликования в журнале «Вооружение и экономика» (далее – Журнал) принимаются научные статьи и рецензии преимущественно по тематике военно-технической политики, экономики военного строительства, программно-целевого планирования вооружения, военной и специальной техники и государственного оборонного заказа, экономической и военно-экономической безопасности, военных финансов, военно-социальной политики, правовых основ экономики военного строительства, подготовки научных кадров.

Представляемая научная работа, как правило, должна соответствовать одной из следующих научных специальностей:

20.02.01 – Теория вооружения, военно-техническая политика, система вооружения;

20.01.07 – Военная экономика, оборонно-промышленный потенциал;

20.02.03 – Военное право, военные проблемы международного права;

20.02.14 – Вооружение и военная техника. Комплексы и системы военного назначения.

Авторам рекомендуется в сопроводительном письме указывать научную специальность, по тематике которой подготовлена статья.

2. Рукописи публикаций в Журнале и прилагаемые к ним материалы представляются авторами по электронной почте на адрес rk@viek.ru. Одновременно подписанный автором (авторами) экземпляр рукописи и прилагаемые материалы высылаются на почтовый адрес: 129327, г. Москва, Чукотский проезд д. 10, Академия проблем военной экономики и финансов.

Рассмотрение статьи начинается с момента получения полного комплекта материалов в электронном виде. Принятие окончательного решения об опубликовании возможно не ранее получения оригиналов прилагаемых документов.

3. Рукопись представляется на русском языке в одном из следующих форматов **odt** (предпочтительно), **rtf**, **doc**, **docx**. Параметры

оформления: размер листа А4, все поля по 20 мм, ориентация страницы – книжная, шрифт – **Pt Sans** (предпочтительно) или Times New Roman; размер шрифта – 14 pt; межстрочный интервал – полуторный; расстановка переносов – автоматическая; выравнивание текста – по ширине; отступ первой строки абзаца – 1,25 см.

Не рекомендуется использовать кернинг (разреженный или уплотненный шрифт), подстрочные и надстрочные символы не следует применять вне формул.

В начале файла с рукописью статьи указываются фамилия, имя, отчество, ученая степень и ученое звание, адрес электронной почты и телефон автора. Если у статьи несколько авторов, перечисленные сведения указываются для каждого из них, при этом контактные данные (адрес электронной почты, телефон) могут быть указаны только для одного из авторов.

В статье помимо текста допускается наличие математических формул, рисунков и таблиц.

Математические формулы должны быть вставлены в файл как объект OpenOffice.org (LibreOffice.org) **Math**.

Каждая иллюстрация должна быть вставлена в виде отдельного объекта «изображение» («рисунок») в формате **SVG** (предпочтительно) без скриптов, анимации и «внешних» ссылок или в одном из общепринятых графических форматов (JPEG, TIFF, BMP, GIF, PNG). Рекомендуется формат GIF с прозрачным фоном. Размер каждой иллюстрации не должен превышать 800x600 точек. Допускается приложение отдельных файлов, содержащих включенные в статью иллюстрации. Подпись к рисунку не должна быть включена в рисунок.

Не рекомендуется применять сложное оформление таблиц: разнообразное обрамление, объединение и разбиение ячеек и т. п. В случае необходимости их использования таблицу рекомендуется оформлять в виде рисунка.

Подписи иллюстраций, заголовки таблиц, формулы, сноски, ссылки на литературу

оформляются в текстовом виде в соответствии с ГОСТом.

Учитывая, что издатель не использует пакет Microsoft Office и производит верстку в программе LibreOffice, **рекомендуем** перед отправкой в редакцию открыть направляемую статью в программе LibreOffice (OpenOffice) Writer с тем, чтобы убедиться в корректности отображения формул, таблиц, рисунков. Невыполнение данной рекомендации может привести к возврату статьи для приведения ее в соответствие с настоящими правилами и задержке с помещением ее в Журнал.

4. Статья должна оканчиваться списком использованных источников, в котором указываются только авторские произведения, подлежащие включению в систему Российского индекса научного цитирования (более подробную информацию о данной системе см. на сайте Электронной научной библиотеки: <http://www.elibrary.ru>). Список оформляется в соответствии с «ГОСТ Р 7.0.5-2008. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». Образцы оформления библиографических ссылок в соответствии с упомянутым стандартом приведены [на сайте Журнала](#).

5. К рукописи должны быть приложены в отдельных файлах:

- заполненная карточка статьи по приведенной ниже форме;

- заполненная карточка автора (если авторов несколько, составляется на каждого автора) по приведенной ниже форме;
- заключение комиссии о возможности открытия опубликования статьи, утвержденное и заверенное печатью организации. В состав комиссии должен входить представитель службы защиты государственной тайны;
- фотография автора (авторов) в одном из общепринятых графических форматов: портретная, без посторонних людей в кадре, размер фотографии не менее 300 пикселей по горизонтали и 400 пикселей по вертикали (представляется по желанию);
- два экземпляра договора между издателем электронного научного журнала «Вооружение и экономика» и автором (авторами), подписанных авторами. Если авторы не желают заключать договор в письменной форме, то договор на тех же условиях считается заключенным в устной форме. Направляя на адрес редакционной коллегии рукопись, автор тем самым соглашается с условиями данного договора;
- документ об оплате рецензирования статьи (см. [Порядок рецензирования рукописей](#)).

6. В случае несоответствия рукописи или прилагаемых материалов настоящим правилам ответственный секретарь редакции возвращает их автору для устранения недостатков.

Порядок рецензирования рукописей

1. Рукописи, поступающие в редакцию журнала «Вооружение и экономика» (далее – Журнал), подлежат обязательному рецензированию (экспертной оценке).

2. Перечень специалистов, привлекаемых к рецензированию, утверждается главным редактором журнала. В рецензировании рукописей вправе участвовать члены редакционной коллегии Журнала. По решению редакционной коллегии для рецензирования могут привлекаться также иные специалисты, если среди перечисленных лиц отсутствуют эксперты по проблематике представленной статьи.

3. Оплата рецензирования статей производится авторами из расчета 300 руб. за каждую полную или неполную страницу предлагаемого к опубликованию материала, оформленного в соответствии с Правилами представления авторами рукописей.

Способы оплаты:

наличными по месту нахождения Академии проблем военной экономики и финансов по квитанции установленного образца;

безналичным переводом на банковский счет со следующими реквизитами:

Получатель: Региональная общественная организация «Академия проблем военной экономики и финансов».

ИНН 7716161379.

Р/с 40703810538050100402 в Московском банке Сбербанка РФ.

БИК 044525225.

Кор./счет 3010181040000000225.

Плата за рецензирование статей не взимается с сотрудников 46 ЦНИИ Минобороны России, Российской академии ракетных и артиллерийских наук, Академии проблем военной экономики и финансов.

4. В течение недели с момента получения рукописи и прилагаемых материалов, оформленных в соответствии с требованиями Правил представления авторами рукописей, редакция направляет статью на рецензирование одному из экспертов, указанных в пункте

2 настоящего положения. При направлении статьи на рецензирование из нее удаляется информация об авторе.

5. Рецензент проводит рецензирование работы в течение одного месяца с момента поступления к нему рукописи. Если по каким-либо причинам рецензент не в состоянии провести экспертную оценку рукописи в установленный срок, он должен сообщить об этом главному редактору (заместителю главного редактора). Главный редактор (заместитель главного редактора) в этом случае вправе продлить рецензирования работы на срок до одного месяца либо передать рукопись на рецензирование другому рецензенту.

6. Если рецензент полагает, что он не может объективно оценить рукопись (сам ведет исследование по аналогичной проблематике, не является экспертом по проблематике представленной статьи и т. п.), он в течение пяти рабочих дней с момента получения рукописи возвращает ее в редакцию с указанием причины, по которой он не может выступить рецензентом.

7. После получения рецензии главный редактор (заместитель главного редактора) вправе направить рукопись на дополнительное рецензирование другому рецензенту.

8. Отрицательная рецензия высылается автору (авторам) рукописей на указанный ими адрес электронной почты без указания лица, проводившего рецензирование (анонимно). Положительные рецензии направляются авторам лишь по их просьбе.

При опубликовании статьи в Журнале редакция вправе указать информацию о лице, давшем на нее положительную рецензию.

Рецензии представляются редакцией по запросам Минобрнауки России.

9. Автор, не согласный с рецензией, вправе в месячный срок представить свои возражения по ее содержанию.

10. После получения рецензии рукопись представляется ученым секретарем на бли-

жайшем заседании редакционной коллегии. В случае если рецензия не является положительной (содержит замечания, указания на необходимость переработки, вывод о нецелесообразности опубликования в представленном виде и т. п.), представление на заседании редакционной коллегии производится не раньше, чем по истечении срока, указанного в п. 9 настоящего Порядка.

11. В случае отказа в публикации статьи редакция направляет автору мотивированный отказ.

12. Оплата труда рецензентов производится Региональной общественной организации «Академия проблем военной экономики и финансов».

Карточка статьи

	На русском языке	На английском языке
Название статьи		
Инициалы и фамилия автора (авторов)		
Авторская аннотация (не более 1000 знаков, включая пробелы)		
Ключевые слова (разделенные точкой с запятой)		

[Карточка статьи.doc](#)

Карточка автора

Фамилия	
Имя	
Отчество ^{*)}	
Ученая степень ^{*)}	
Ученое звание ^{*)}	
Место работы	
Должность	
Контактный телефон	
Адрес электронной почты	
SPIN-код ^{*)}	
Дополнительная информация ^{**)}	

^{*)} При наличии.

^{**)} Заполняется по желанию автора. Здесь могут быть указаны сведения, которые автор желает дополнительно сообщить о себе (наличие почетных званий и др.). Указание приведенных дополнительных сведений в Журнале остается на усмотрение редакции.

[Карточка автора.doc](#)

Условия подписки на полнотекстовую версию

Свободный доступ к полнотекстовой версии электронного научного журнала «Вооружение и экономика» осуществляется на сайте Министерства обороны Российской Федерации по адресу <http://sc.mil.ru/social/media/magazine/more.htm?id=10696@morfOrgInfo> либо на сайте журнала <http://www.viek.ru>.

Сведения о членах редакционной коллегии

1. **Александров Анатолий Александрович** – доктор технических наук, профессор, академик РАН, лауреат премий Правительства РФ в области науки и техники, премии Правительства Российской Федерации в области образования, ректор Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана.
2. **Ачасов Олег Борисович** – кандидат технических наук, доцент, член-корреспондент РАН, заместитель начальника 46 Центрального научно-исследовательского института Министерства обороны Российской Федерации по научной работе.
3. **Бочкарев Олег Иванович** – кандидат экономических наук, член-корреспондент РАН, заместитель председателя коллегии Военно-промышленной комиссии Российской Федерации.
4. **Буренок Василий Михайлович** – доктор технических наук, профессор, академик РАН, лауреат Государственной премии Российской Федерации имени Маршала Советского Союза Г.К. Жукова, лауреат премии Правительства Российской Федерации, заслуженный деятель науки Российской Федерации, президент Российской академии ракетных и артиллерийских наук – *главный редактор*.
5. **Быстров Андрей Владимирович** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики промышленности Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова.
6. **Венедиктов Андрей Альбертович** – доктор экономических наук, профессор, лауреат Государственной премии Российской Федерации имени Маршала Советского Союза Г.К. Жукова, ведущий научный сотрудник 46 Центрального научно-исследовательского института Министерства обороны Российской Федерации – *заместитель главного редактора – ученый секретарь*.
7. **Викулов Сергей Филиппович** – доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, президент РОО «Академия проблем военной экономики и финансов» – *заместитель главного редактора*.
8. **Гладышевский Владимир Леонидович** – кандидат технических наук, доцент, заместитель начальника 46 Центрального научно-исследовательского института Министерства обороны Российской Федерации по научной работе.
9. **Горчица Геннадий Иванович** – доктор военных наук, профессор, академик РАН, заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, главный ученый секретарь Российской академии ракетных и артиллерийских наук.
10. **Горшков Владимир Анатольевич** – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, главный научный сотрудник Центрального научно-исследовательского института Военно-воздушных сил Министерства обороны Российской Федерации.
11. **Кашин Валерий Михайлович** – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, академик РАН, Герой Труда Российской Федерации, заведующий кафедрой Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана, генеральный конструктор Научно-производственной корпорации «Конструкторское бюро машиностроения», лауреат Государственной премии Российской Федерации в области науки и техники, лауреат Государственной премии Российской Федерации в области науки и технологий, лауреат премий Правительства Российской Федерации в области науки и техники.

12. **Кокошин Андрей Афанасьевич** – доктор исторических наук, профессор, академик РАН, академик РАН, декан факультета мировой политики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.
13. **Лавринов Геннадий Алексеевич** – доктор экономических наук, профессор, академик РАН, лауреат Государственной премии Российской Федерации имени Маршала Советского Союза Г.К. Жукова, первый вице-президент Российской академии ракетных и артиллерийских наук – *заместитель главного редактора*.
14. **Леонов Александр Васильевич** – доктор экономических наук, профессор, ведущий научный сотрудник 46 Центрального научно-исследовательского института Министерства обороны Российской Федерации.
15. **Михайлов Юрий Михайлович** – доктор химических наук, профессор, академик РАН, академик РАН, лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, лауреат премии Российской академии наук имени В.Н. Ипатьева в области технической химии, председатель научно-технического совета Военно-промышленной комиссии Российской Федерации – заместитель председателя коллегии Военно-промышленной комиссии Российской Федерации.
16. **Рахманов Александр Алексеевич** – доктор технических наук, профессор, академик РАН, лауреат Государственной премии Российской Федерации имени Маршала Советского Союза Г.К. Жукова, лауреат премии Правительства Российской Федерации, заслуженный деятель науки Российской Федерации – заместитель генерального директора ПАО МАК «Вымпел» по научно-техническому развитию.
17. **Хрусталеv Евгений Юрьевич** – доктор экономических наук, профессор, заведующий лабораторией имитационного моделирования взаимодействия экономических объектов Центрального экономико-математического института РАН.
18. **Цельковских Александр Александрович** – доктор военных наук, профессор, заместитель начальника Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева по учебной и научной работе.