2017
№ 5 (42)

Вооружение и экономика

46 Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации

Российская академия ракетных и артиллерийских наук

Академия проблем военной экономики и финансов

Издается с 2008 года

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

Свидетельство о регистрации СМИ от 7 декабря 2012 г. № ФС77-52083

ISSN 2071-0151

Издатель: Российская академия ракетных и артиллерийских наук: 107564, г. Москва, 1-я Мясниковская ул., дом 3, стр. 3

rk@viek.ru

Вооружение и экономика

№ 5 (42) / 2017

Электронный научный журнал

http://www.viek.ru

Содержание

Военно-техническая политика

Буренок В.М., Дурнев Р.А., Крюков К.Ю. Образец техники: устаревший, современный или перспективный? **5**

Подвальный А.М., Прудников А.Г. О проблемах создания перспективных образцов метаемых реактивных элементов **15**

Вылегжанин Г.Н., Завьялов И.С., Рымкевич С.Н., Федорова Е.А. Метод оценки реализуемости вариантов развития вооружения, военной и специальной техники ВКО **23**

Буравлев А.И., Горшков П.С. К вопросу о построении агрегированной модели противоборства группировок войск **35**

Военная экономика

Пименов В.В. Промышленная политика: основные направления и приоритеты в условиях цифровой трансформации **49**

Панкова Л.В. Эволюция оборонных НИОКР США: объемы и структура финансирования **57**

Главный редактор
В.М. Буренок

Редакционная коллегия
А.А. Александров
В.Н. Анищенко
О.Б. Ачасов
О.И. Бочкарев
А.В. Быстров
А.А. Венедиктов
(зам. гл. ред. – уч. секр.)
С.Ф. Викулов
(зам. гл. ред.)
Г.И. Горчица
В.А. Горшков
В.М. Кашин
М.Н. Козин
А.А. Кокошин
Г.А. Лавринов
(зам. гл. ред.)
А.В. Леонов
Ю.М. Михайлов
Е.Ю. Хрусталев
А.А. Целыковских

Оформление, верстка
М.М. Венедиктова

Редактор
Т.М. Молчанова

Перевод
О.В. Криворучко

Балабан Е.И., Гальченко А.В., Тегин В.А. Прогноз стоимости образцов материальной продукции военного назначения **65**

Подстригаев А.С., Смоляков А.В. Оценка экономического эффекта от использования универсального технологического приспособления для настройки СВЧ-устройств при изготовлении сложных радиоэлектронных комплексов **73**

Математические и инструментальные методы экономики

Венедиктов А.А., Викулов С.Ф., Лукьяница А.А. Обоснование рациональной с экономической точки зрения системы исчисления времени в Российской Федерации **77**

Труды молодых ученых

Лавринов Г.Г. О применении эконометрического метода прогнозирования цены продукции промышленного предприятия в интересах повышения ее конкурентоспособности **98**

Сведения об авторах **105**

Аннотации и ключевые слова **110**

Правила представления авторами рукописей **115**

Порядок рецензирования рукописей **117**

Карточка статьи **118**

	Карточка автора	**118**
	Условия подписки на полнотекстовую версию в Интернете	**118**
	Сведения о членах редакционной коллегии	**119**

В.М. Буренок, доктор технических наук, профессор
Р.А. Дурнев, доктор технических наук, доцент
К.Ю. Крюков, кандидат психологических наук

Образец техники: устаревший, современный или перспективный?

Рассмотрены существующие методики отнесения образцов техники к категориям устаревший, современный и перспективный. Предложены подходы к оценке показателя качества образцов техники и отнесения их к указанным категориям с использованием кривых безразличия и теории нечетких множеств.

Для оценки технической оснащенности войск зачастую используются такие обобщенные категории, как «устаревший», «современный», «новый», «перспективный» образец вооружения и военной техники (далее – техники) [1]. При этом под перспективным образцом техники понимается разрабатываемый образец, основные тактико-технические характеристики (ТТХ) которого существенно превосходят характеристики зарубежных аналогов или аналоги отсутствуют.

В [1] под новым образцом понимается впервые созданный или созданный взамен предшествующего высокоэффективный образец техники с гораздо лучшими качественными показателями, полностью удовлетворяющими перспективным общим техническим требованиям (ОТТ) с упреждением на 10-15 лет, не уступающий по ТТХ перспективным зарубежным аналогам и имеющий значительный запас технического ресурса и срока службы.

Современный образец техники – это стоящий на вооружении, серийно производимый или модернизированный образец, основные ТТХ которого не уступают характеристикам существующих зарубежных аналогов. В [1] указывается, что образец должен полностью соответствовать ОТТ и задачам вооруженных сил в течении 5-10 лет, по качественным показателям не уступать лучшим зарубежным аналогам и иметь достаточный запас технического ресурса и срока службы.

Наконец, устаревший образец техники – это снятый с производства образец, не имеющий модернизационного потенциала, основные ТТХ которого уступают характеристикам зарубежных образцов или, согласно [1], находящий ограниченное применение, не соответствующий современным ОТТ и задачам вооруженных сил, по качественным показателям значительно уступающий отечественным и зарубежным аналогам более поздних выпусков и имеющий незначительный запас технического ресурса и срока службы.

Представляется, что с оценочной точки зрения более удобно использование комплекса понятий, определяемых выражением «ТТХ превосходят, не уступают, уступают», чем «современные ОТТ», «запас технического ресурса и срока службы». В противном случае данные понятия нуждаются в измерениях, т. е. количественной оценке. С этой же позиции возможно объединение понятий «новый» и «современный» в рамках более широкого понятия «современный».

Отнесение к одной из этих категорий в ряде случаев предлагается проводить с определением уровня технического совершенства образца техники, под которым понимается комплексная (интегральная) характеристика, определяемая системой показателей, характеризующих основные свойства образца исходя из предназначения (эффектности боевого применения, скорости

приведения в готовность к применению, запаса ресурса, отказоустойчивости, стоимости и др.) и отражающая техническую прогрессивность образца техники.

Первое, что привлекает внимание в этом определении, это множество понятий – свойство, показатель, характеристика (в других источниках к этому часто добавляют и параметр), имеющих близкую семантику и даже используемых в некоторых источниках как синонимы. Кроме того, применяемые категории «эффективности» и «стоимости» также нуждаются в определенной конкретизации. Например, в эффективность зачастую включают состав, объем и качество выполненных задач, время их выполнения, затраченные ресурсы [2], включающие, в свою очередь, и стоимость серийного образца или затраты на его жизненный цикл. Нередко смешиваются понятия качества и эффективности и т. п.

В этой связи предварительно необходимо определиться с этими понятиями. Под свойством объекта (в том числе образца техники) или процесса в самом общем случае понимается признак, которым данный объект или процесс проявляет себя в пространстве и времени (например, перемещается на плоскости, в пространстве). Применительно к рукотворному объекту (например, образцу техники) или процессу (например, технологии применения или тактики действий) более целесообразно говорить о свойствах как о составляющих потребительской ценности [2]. Поскольку этот признак имеет общий характер, то для его описания и изучения применяется более частное понятие характеристики свойства или просто характеристики. Само понятие характеристики значительно «уже» понятия свойства и, как правило, ряд характеристик и составляют свойство. Например, характеристики проходимости, маневренности, скорости передвижения и другие являются составными частями свойства мобильности.

С того момента, как изучение какого-то свойства объекта или его характеристики доходит до этапа измерения, целесообразно говорить о показателе. При этом под измерением (и его частным случаем – оценкой) понимается процесс, в ходе которого наблюдаемому состоянию объекта (процесса) ставится в соответствие определенное обозначение (символ, буква, цифра или число). Форма и содержание данных обозначений определяются соответствующими показателями. Поэтому под ними и понимаются величины, вводимые для качественного или количественного измерения характеристики. Например, маневренность может измеряться таким показателем, как минимальный радиус поворота, а проходимость – возможностью преодоления водной преграды, скоростью такого преодоления или степенью остойчивости при волнении водоемов. Показатель уже настолько конкретен, что имеет наименование (имя), обозначение (символьный аналог) и значение (т. е. измерительную семантику). При этом значение для численного показателя – это количественная величина, имеющая в большинстве случаев физический смысл, а для качественного – словесное, номинальное (классификационное), порядковое или балльное описание меры проявления характеристики.

Тогда под параметром может пониматься показатель с пределами допустимых значений, определяемых конкретной семантической интерпретацией [3] (например, показатель остойчивости для судов на воздушной подушке – это способность передвигаться по водному пространству при волнении от 0 до 4 баллов).

Показатели бывают прямые и косвенные, качественные и количественные, основные и частные и т. п. Основные показатели позволяют оценить объекты, процессы в целом, агрегировано по всем характеристикам, частные характеризуют только ограниченное число свойств наблюдаемого объекта, процесса.

В большинстве практических задач по оценке какой-либо деятельности в качестве основных показателей выбираются такие величины, функции, для которых либо большее значение всегда предпочтительнее меньшего, либо, наоборот, меньшее значение предпочтительнее большего [4].

В первом случае показатель часто имеет смысл прибыли, дохода, выигрыша и называется показателем эффективности. Во втором случае показатель имеет смысл издержек, расхода ресурсов (людских, материально-технических, организационных и др.), затраченных на достижение заданных значений показателей эффективности, и называется показателем затрат.

Под эффективностью понимается степень достижения поставленной перед образцом техники (процессом его применения) цели [5] или степень приспособленности указанного образца к решению стоящих перед ним задач, степень достижения заданных целей функционирования [6]. В этом случае показатель эффективности будет мерилом или математическим эквивалентом степени достижения цели [6], а критерий эффективности – предельным значением показателя эффективности или математическим эквивалентом самой цели [6].

Показатели затрат характеризуют количество (объем) ресурса, израсходованное для достижения определенных целей. Зачастую достаточно общим эквивалентом различных видов затрат являются финансовые затраты [4], характеризуемые показателем стоимости жизненного цикла образца техники (чаще всего интересует стоимость изготовления и эксплуатации, именно эти затратные показатели возможно сопоставить с показателями эффективности).

Наконец, под качеством продукции понимается совокупность свойств, обусловливающих ее пригодность удовлетворять потребности потребителя в соответствии с назначением [7]. Согласно [2] «показатель качества объекта есть вектор, компонентами которого являются показатели свойств объекта, существенных для его использования по назначению».

Эффективность образца техники оценивается для процесса его применения по назначению, и в этих целях необходимо установление динамической взаимосвязи между свойствами, характеристиками или показателями (являющимися в то же время компонентами «вектора качества»), а также способами и условиями применения. Для такой оценки необходимо проведение натурных экспериментов, испытаний в условиях, близких к реальным, применение физических и математических (имитационных, аналитических и др.) моделей.

Качество характеризует образец, как правило, на этапе создания, изготовления, выбора для оснащения и в целях его оценки достаточен перечень показателей (статический набор безотносительно к способам и условиям применения). При этом очевидно, что понятие технического прогресса является составляющей понятия качества, т. к. для потребителя качественное изделие – это не просто надежное, а современное изделие, вобравшее в себя все передовые научно-технические решения.

С учетом сказанного можно резюмировать, что высокая эффективность применения техники будет определяться рациональным способом использования высококачественного образца в сложившихся условиях обстановки. В связи с этим становится ясно, что уровень технического совершенства вполне можно заменить более привычным уровнем качества образца техники, являющегося вектором его показателей. Это подтверждается и в работе [1], в которой данная величина называется обобщенным показателем качества. Понятие же уровня технического совершенства в основном применяется при проведении патентных исследований в соответствии с ГОСТ Р 15-011.96 «Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения».

Для отнесения образца техники к одной из категорий «устаревший», «современный» и «перспективный» часто предлагается выполнение следующих этапов:

- выбор наиболее значимых, с точки зрения влияния на качество образца, показателей (ТТХ);
- определение весовых коэффициентов (далее – весов) данных показателей;
- выбор базового образца, представляющего передовые научно-технические достижения в развитии данного вида техники, имеющего близкие к максимально выгодным значения показателей;

- определение значений этих показателей для базового образца;
- определение значений рассматриваемых показателей для оцениваемого образца;
- сопоставление полученных значений оцениваемого и базового образца;
- определение категории образца техники путем нахождения значения показателя качества (1) и сравнения его с заданными значениями выбранной шкалы.

$$K = \sum_i w_i \frac{x_i}{x_i^б}, \quad (1)$$

где K – показатель качества оцениваемого образца техники;

i – номер показателя;

w_i – вес i-го показателя;

x_i – значение i-го показателя оцениваемого образца техники, ед. изм.;

$x_i^б$ – значение i-го показателя базового образца техники, ед. изм.

Как видно, представленная процедура является сравнением альтернатив по ряду показателей с весами. В итоге получается аддитивная свертка, часто называемая «взвешенной суммой» [7]. Аналогами такой свертки являются методы «норм векторов», Гермейера, «мультипликативный», «степенной» и многие другие, учитывающие уровень доверия свертке, степень компенсации различных показателей, профессиональные качества экспертов и т. п. Сам выбор вида свертки является субъективным и не содержит доказательства, чем такой вид лучше с какой-либо точки зрения, например, «аддитивно-мультипликативной» свертки:

$$K = \beta \sum_i w_i \frac{x_i}{x_i^б} + (1-\beta) \prod_i \left(\frac{x_i}{x_i^б} \right)^{w_i}, \quad (2)$$

где β – коэффициент доверия аддитивной или мультипликативной свертке.

Аналогичными недостатками обладают и остальные этапы этой процедуры. Выполнение большинства из них включает использование экспертных оценок: при выборе наиболее значимых показателей, весов, базового образца, значений шкалы. Это может явиться причиной того, что специальный подбор экспертов и влияние на их мнение приведет к недостоверным результатам. При этом мнение экспертов не всегда совпадает с мнением конечной инстанции – лица, принимающего решения (ЛПР), более того, он может даже не знать о значениях весов, шкалы и т. п.

Кроме того, из литературы известно [4, 9], что любая свертка, использующая веса, не вполне корректна. Это связано с тем, что веса, как правило, подбираются исходя из сочетания конкретных значений показателей для сравниваемых альтернатив. При изменении сочетаний этих значений веса тоже меняются. Так, если по какому-то показателю достигнут предел на данном этапе развития науки и техники, то эксперты зачастую присваивают ему меньший вес по сравнению с показателем, «потолок роста» которого удален. Помимо этого, недостатки по одному показателю легко можно компенсировать достоинствами по другому [9]. Следует учитывать и то, что многие показатели являются коррелированными (например, грузоподъемность и массогабаритные размеры автомобильных кранов), что также снижает достоверность проводимой оценки.

Следующий недостаток экспертных весовых оценок связан с тем, что вначале эксперты из множества показателей выбирают подмножество наиболее значимых. При этом данная процедура очень часто приводит к тому, что в получившемся подмножестве остаются показатели, различия в весах которых незначительны (т. к. остались только самые важные). Поэтому и результирующая оценка качества в незначительной степени зависит от конкретных значений этих весов.

Следует также отметить, что для оценки весов часто применяется метод анализа иерархий, привлекающий простотой экспертного попарного сравнения и обработкой результатов. Однако

данный метод не является корректным в связи с нарушением теории измерений. Так, балльные (ранговые) оценки попарного сравнения, принадлежащие к порядковой (качественной) шкале, переводятся в количественные шкалы (отношений и др.) с использованием недопустимых для порядковой шкалы арифметических действий. Анализ недостатков этого метода с примерами недостоверных результатов, полученных с его использованием, приведен в [10]. Таким образом, решение рассматриваемой задачи многокритериальной оценки с использованием различных сверток с весами, несмотря на свою привлекательность, не является корректным. В этой связи целесообразен дальнейший поиск подходов к ее решению.

Учитывая предыдущие рассуждения можно предъявить следующие основные требования к данному подходу: отсутствие весов, минимальное количество эвристических процедур, учет предпочтений ЛПР. Один из возможных подходов к указанной оценке может основываться на кривых безразличия [11], графически представляющих собой множество вариантов решения, имеющих для потребителя одинаковую полезность и к выбору которых он безразличен (линии уровня функции полезности).

На рисунке 1 значение показателя качества определяется длиной перпендикуляра к касательной кривой: чем меньше длина, тем качественнее образец техники. С учетом допущения о том, что веса отобранных наиболее важных показателей незначительно отличаются друг от друга, их можно не рассматривать, и тогда данная кривая в двумерном пространстве представляет собой дугу окружности.

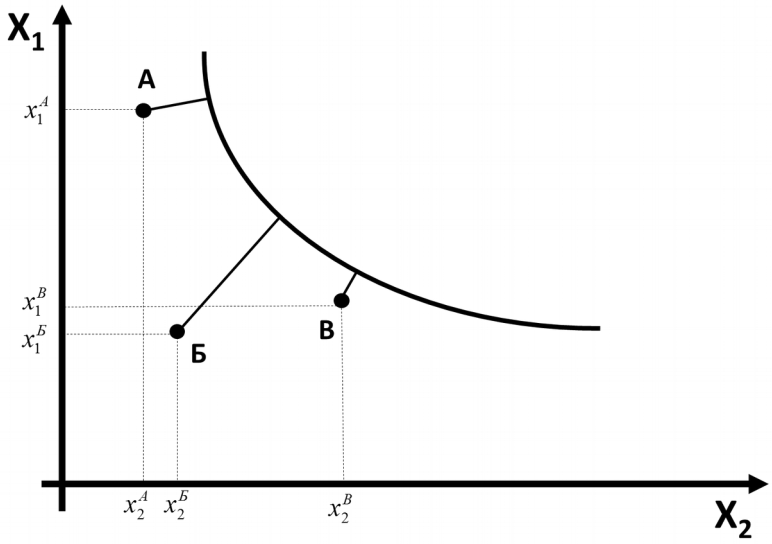
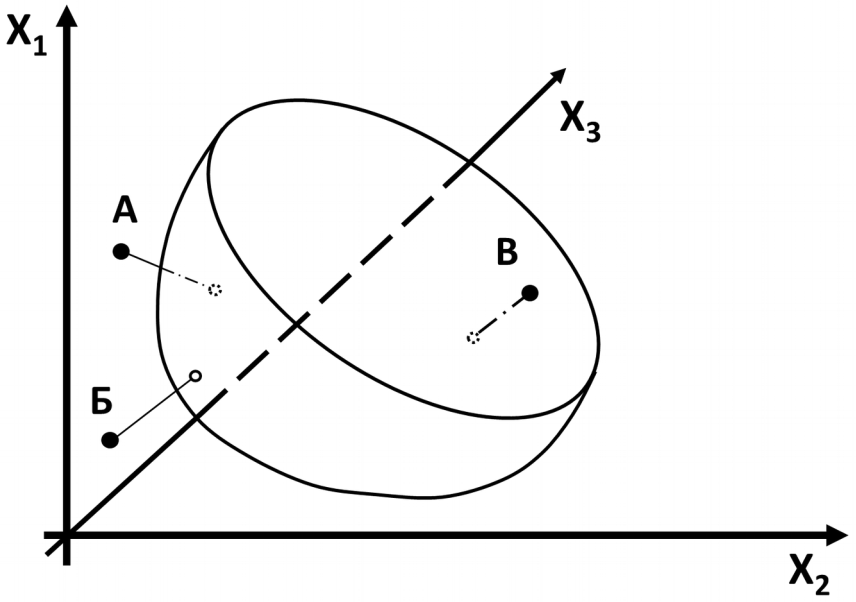


Рисунок 1 – Оценка показателей качества образцов техники с использованием кривой безразличия

Вид рассматриваемой оценки для трех показателей представлен на рисунке 2. Видно, что в трехмерном пространстве кривая безразличия становится поверхностью безразличия – частью поверхности сферы. Для *n*-мерного пространства такая гиперповерхность будет уже гиперсферой, изображение которой возможно только проекциями срезов. Однако потеря наглядности не является препятствием к аналитическому нахождению значения показателя качества.

Выбор наиболее важных показателей образца техники – вполне посильная задача для ЛПР, без привлечения групп специалистов. При этом выбор базового образца в принципе необязателен. Но отнесение данных образцов к рассматриваемым категориям исходя из абстрактной «длины перпендикуляра» требует уже шкалирования этой длины. А само шкалирование (т. е. разбиение значений некоторой числовой оси (отрезка) на интервалы «перспективный», «совре-

менный» и «устаревший») объективно выполнить затруднительно. И в этом случае опять требуется привлечение экспертов, что будет являться причиной привнесения субъективизма и игнорирования предпочтений ЛПР.



X_3 – 3-й показатель

Рисунок 2 – Оценка показателей качества образцов техники с использованием поверхности безразличия

С учетом вышесказанного представляется, что применение формальных методов для корректного решения данной задачи в принципе невозможно. Это связано с тем, что она является слабо формализованной и обладает значительной неопределенностью в содержании исходных данных и процедуре их обработки. В этой связи предлагается использование теории нечетких множеств [8, 12-15], являющейся обобщением классической теории множеств, в том числе на случай различного рода физических, лингвистических и других неопределенных факторов (рисунок 3).

В общем виде нечетким множеством A, определенным на области X, является множество пар [12]:

$$A=\left\{\left(\mu_A^*(x),x\right)\right\},\ \forall\, x\in X\,, \tag{3}$$

где для каждого элемента $x\in X$ степень μ_A^* его принадлежности множеству A задается с помощью функции принадлежности $\mu_A^*(x)$, равной:

$$\mu_A(x)[0,1] \text{ или } \mu_A: X\rightarrow[0,1]\,. \tag{4}$$

При этом μ_A^*, соответствующие какому-то числу от 0 до 1, характеризует степень, с которой элемент x принадлежит множеству A.

Теоретические и прикладные аспекты применения теории нечетких множеств изложены в многочисленных работах [8, 12-15] и поэтому подробно рассматриваться не будут, за исключением самых общих основ, необходимых для изложения специфики аппарата применительно к решаемой задаче.

С учетом положений теории нечетких множеств вначале нужно определить лингвистические переменные и построить функции принадлежности. В рассматриваемом случае такими переменными являются «уровни показателей» (например, максимальная грузоподъемность автокрана, далее – грузоподъемность) со значениями, например, «низкий», «средний» и «высокий». Областью определения этих значений является диапазон изменения показателя (грузоподъемности – от 0 до 100 тонн и выше).

Рисунок 3 – Классификация неопределенных факторов

Для построения функций принадлежности указанной переменной могут использоваться способы как непосредственного ее задания исследователями исходя из анализа имеющейся информации по тенденциям изменения показателя, так и определения формы по результатам опроса ЛПР. При этом сам опрос ЛПР может проводиться один раз для значительного периода времени (например, действия ГПВ). Это связано с закономерностями изменений показателей во времени, которые растут (уменьшаются) в основном эволюционно, гладко. В редких случаях, при открытии новых эффектов, принципов, законов, прорывных технических решений, изменение происходит революционно, скачкообразно. Для автомобильного крана такой скачок был при переходе с троссоблочной на гидравлическую систему привода. Но такие переходы достаточно редки и поэтому построенной функцией принадлежности можно пользоваться длительное время. Пример такой функции применительно к грузоподъемности автокранов представлен на рисунке 4.

Из рисунка видно, что интервалы значения лингвистической переменной, к примеру, «низкий» и «средний», пересекаются, что отражает присущее человеку (в том числе ЛПР, эксперту) свойство «мыслить не числами, а понятиями», и что «мир человека – нечеткий» [12].

Говоря о форме кривой функций принадлежности, следует отметить, что рекомендуется большое количество форм – симметричные и асимметричные гауссовы, сигмоидальные, гармонические, полиномиальные и другие. Однако по рекомендациям [13] при малом объеме имеющейся информации следует использовать простейшие функции принадлежности, состоящие из прямолинейных участков (так называемые кусочно-линейные – треугольные, трапецеидальные). Для нахождения их параметров требуется значительно меньшее количество информации по сравнению с другими функциями принадлежности. В то же время отмечается высокая точность расчетов с их использованием даже при дефиците исходных данных.

Указанные функции необходимо построить для всех отобранных наиболее важных показателей образцов техники и затем выполнить переход от них к функции принадлежности категорий «устаревший», «современный» и «перспективный», имеющей, например, вид, приведенный на рисунке 5 [13].

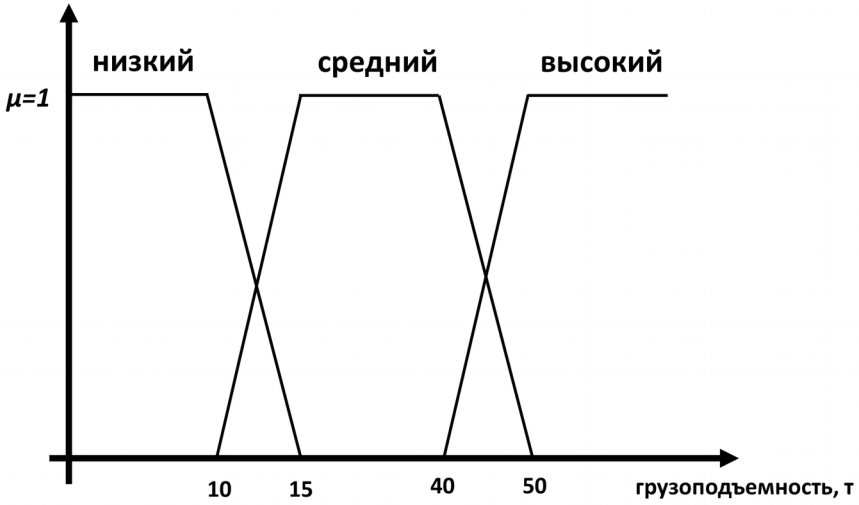


Рисунок 4 – Функция принадлежности грузоподъемности автокрана
($\mu=1$ – максимальное значение функции принадлежности)

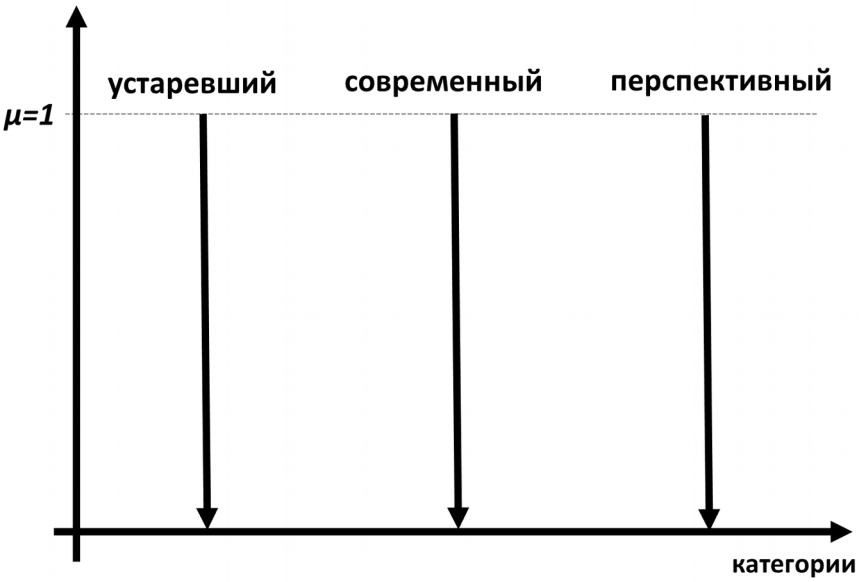


Рисунок 5 – Функция принадлежности (качественная или «синглтонная») категории образца техники

Переход от «уровней показателей» к функции принадлежности категорий осуществляется с помощью логических импликаций (правил) вида: «Если (условие или антецедент), то (следствие или консеквент)» или «Если $(x=A)$, то $(y=B)$».

Здесь A и B – нечеткие множества (в нашем примере – «уровень показателя», «категория образца техники»), заданные своими функциями принадлежности $\mu A(x)$, $\mu B(y)$ и областями определения X и Y соответственно.

Нечеткая импликация (вид нечеткого отношения) задается функцией принадлежности $\mu_{A\to B}(x,y)$, область определения которой является декартовым произведением $X\times Y$ соответствующих областей условия и заключения [13]. В общем случае функция принадлежности нечеткого отношения представляет собой гиперповерхность в (n+1)-мерном пространстве, где n – количество условий и заключений.

В теории нечетких множеств наиболее употребительны следующие операторы импликации [13]:

$$\text{импликация Заде } \max\left(1-\mu_A(x), \min\left(\mu_A(x), \mu_B(y)\right)\right); \quad (5)$$

$$\text{импликация Лукасевича } \min\left(1, 1-\mu_A(x)+\mu_B(y)\right); \quad (6)$$

$$\text{импликация Мамдани } \min\left(\mu_A(x), \mu_B(y)\right). \quad (7)$$

В (5-7) $\mu A(x)$ и $\mu B(x)$ – функции принадлежности различных нечетких множеств (в нашем случае – «уровень показателя», «категория образца техники»).

При наличии нескольких условий, связанных логическим оператором «И» (пересечение $\cap$, логическое произведение нечетких множеств), типа: «Если (условие 1) И (условие 2), то …», используется оператор произведения (PROD) [5-9]:

$$\mu_{A1\cap A2}(x)=\mu_{A1}(x)\cdot\mu_{A2}(x), \quad (8)$$

где $\mu_{A1}(x)$ – функции принадлежности нечеткого множества первого условия;

$\mu_{A2}(x)$ – функции принадлежности нечеткого множества второго условия.

При наличии нескольких условий, связанных логическим оператором «ИЛИ» (объединение $\cup$, логическая сумма нечетких множеств), типа: «Если (условие 1) ИЛИ (условие 2), то …», используется оператор максимума (MAX) [13]:

$$\mu_{A1\cup A2}(x)=\max\left(\mu_{A1}(x), \mu_{A2}(x)\right). \quad (9)$$

Применительно к решаемой задаче импликации перехода от «уровней показателей» к категории образца техники могут иметь вид:

- Если *1-й показатель = низкий* И *2-й показатель = низкий* ИЛИ *3-й показатель = средний* … И *n-й показатель = низкий*, то **образец техники**=*устаревший*;
- …
- Если *1-й показатель = средний* И *2-й показатель = низкий* ИЛИ *3-й показатель = средний* … И *n-й показатель = высокий*, то **образец техники** = *современный*;
- …
- Если *1-й показатель = высокий* И *2-й показатель = высокий* или 3-й *показатель = средний* … И *n-й показатель = высокий*, то **образец техники** = *перспективный*.

Задание таких правил (импликаций), как показывает опыт применения теории нечетких множеств [8, 12-15], также не вызывает затруднений и основывается на интуитивных представлениях ЛПР. При этом такие интуитивно понятные импликации с успехом заменяют абстрактные веса.

Построив с использованием функций принадлежности и импликаций такую нечеткую методику, в дальнейшем в нее в качестве исходных данных можно вводить конкретные числовые значения отобранных наиболее важных показателей (ТТХ) образцов техники (например, грузоподъемности автокранов А, Б и В – 35, 44 и 82 т соответственно) и получать на выходе категории (например, А и Б – «современный», В – «перспективный»).

В заключение следует отметить, что процедуры, основанные на теории нечетких множеств, несмотря на кажущуюся их «неточность», «нечеткость», «неопределенность», широко применяются не только в принятии количественных, достаточно точных, решений [14], но и в системах управления различными техническими объектами: начиная от бытовой техники и заканчивая системой автоматической парковки автомобиля, удержания в равновесии стержня изменяющейся длины, прикрепленного шарниром к движущейся тележке, и даже системой управления разгона-торможения поездов метрополитена в г. Сендай (Япония) [8].

Таким образом, отнесение образцов техники к категориям «устаревший», «современный» и «перспективный» является задачей многокритериальной оценки. При этом существующие под-

ходы к ее решению предполагают широкое применение экспертных мнений относительно наиболее важных показателей, их весов, базового образца и т. п. Это приводит к значительному субъективизму и некорректности результатов оценки, а также к игнорированию предпочтений ЛПР. В этой связи предложены подходы к отнесению образцов техники к указанным категориям с использованием кривых (поверхностей) безразличия, а также теории нечетких множеств.

Последний подход является более предпочтительным, т. к. не рассматривает веса показателей и предусматривает простые, интуитивно понятные процедуры выявления мнения ЛПР. Он может с успехом применяться для оценки технической оснащенности войск с использованием таких обобщенных категорий, как «устаревший», «современный» и «перспективный» образец вооружения и военной техники.

Список использованных источников

1. Буренок В.М., Погребняк Р.Н., Скотников А.П. Методология обоснования перспектив развития средств вооруженной борьбы общего назначения. – М.: Машиностроение, 2010.

2. Надежность и эффективность в технике. Справочник в десяти томах. Том 1. Методология, организация, технология / Под ред. А.И. Рембезы. – М.: Машиностроение, 1986.

3. Долгов А.И. Подготовка и экспертиза диссертаций. – Ростов-на-Дону: Ростовское военное командно-инженерное училище Ракетных войск, 1995.

4. Подиновский В.В. Математическая теория выработки решений в сложных ситуациях. – М.: Министерство обороны СССР, 1981.

5. Морз Ф.М., Кимбелл Дж.Е. Методы исследования операций / Пер. с англ. – М.: Советское радио, 1956.

6. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П.. Введение в системный анализ. – М.: Высшая школа, 1989.

7. Дурнев Р.А., Мещеряков Е.М. Методические рекомендации по подготовке диссертационных работ. Комиксы для соискателей / Под ред. В.А. Акимова. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2014.

8. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007.

9. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. – М.: Наука, 1988.

10. Подиновский В.В., Подиновская О.В. О некорректности метода анализа иерархий // Проблемы управления. – 2011. – Вып. 1.

11. Солнышков Ю.С. Количественное обоснование решений. – М.: Машиностроение, 1971.

12. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976.

13. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. – М.: Бином, 2011.

14. Борисов А.Н. Принятие решений на основе нечетких моделей. – Рига: Зиниате, 1990.

15. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.

А.М. Подвальный, кандидат технических наук
А.Г. Прудников, доктор технических наук, профессор

О проблемах создания перспективных образцов метаемых реактивных элементов

В работе приведен краткий анализ современного состояния и проблем создания перспективных артиллерийских метаемых элементов среднего калибра, включая гиперзвуковые реактивные аппараты. Рассмотрены проблемы их создания в России. Даны некоторые результаты аналитических оценок параметров внутренней и внешней баллистик гиперзвуковых метаемых реактивных аппаратов.

В настоящее время артиллерийские выстрелы развиваются в части повышения не только точности попадания в цель, что делает их управляемыми артиллерийскими снарядами (УАС), а также и дальности поражения этой цели.

Большого успеха в данном направлении достигли страны НАТО с УАС Excalibur M982, LRLAP, ERGM EX-171, BTERM, Vulcano, ЮАР с УАС V-LAP, Китай с УАС HE ERFB RA/BB. Некоторые из перечисленных образцов уже способны точечно поражать цели на дальности свыше 100 км [1]. В современной России также идут разработки в этом направлении. Известно про разработки артиллерийского выстрела к самоходной артиллерийской установке (САУ) «Коалиция-СВ», способного точечно поразить цель на дистанции до 70 км[1].

Однако в настоящее время заметно явное отставание в развитии метаемых элементов среднего калибра и отечественных образцов артиллерийских орудий к ним как по управляемости, так и по дальности поражения. Зарубежные аналоги превосходят их по дальности поражения и точности. В работе рассмотрены преимущественно проблемы повышения дальности существующих высокоточных артиллерийских снарядов с круговым вероятным отклонением (КВО) от цели около 20 метров, что для больших перспективных дальностей является взаимосвязанной проблемой.

К среднему калибру в артиллерии относятся, как известно, артиллерийские орудия калибра 76-152 мм [2]; аналогичный наибольший калибр для стран НАТО – 155 мм. Для артиллерийских орудий среднего калибра стран мира в части дальности и точности лидирует высокоточный снаряд LRLAP (США), разработанный под 155-мм корабельное орудие эсминца ВМС США Zumwalt. Заявленная максимальная дальность такого выстрела составляет 130 км [1]. В ряде источников можно найти информацию и о большей дальности данного снаряда.

На сегодняшний момент известно, что стоимость такого снаряда является крайне большой. По некоторым данным она доходит до 1 млн долларов за снаряд, что даже для США считается дорогим для эксплуатации[2]. Однако сейчас мы не рассматриваем экономическую составляющую, что, конечно же, крайне важно, а оцениваем лишь достижения в интересующей нас предметной области.

В полевой артиллерии уже не первый год на вооружении США, Швеции стоит высокоточный 155-мм снаряд M982 Excalibur, разработанный США совместно со Швецией [1]. Данный снаряд

1 «Коалиция-СВ» идет в войска ||// URL: http://stockinfocus.ru/2016/03/16/koaliciya-sv-idet-v-vojska/ (дата обращения: 01.02.2017).

2 Пентагон отказался от сверхдорогих снарядов LRLAP для «Зумвальта» // URL: http://www.warandpeace.ru/ru/news/view/117270/ (дата обращения: 31.01.2017).

показал свою эффективность в Иракском конфликте 2000-х годов. Максимальная дальность поражения цели составляет до 60 км, а КВО от цели может не превышать 6 метров [1].

Приведенные значения выглядят весьма внушительно, так как стоящий на вооружении России высокоточный 152-мм снаряд «Краснополь» имеет максимальную дальность полета всего порядка 20 км, что в три раза уступает по дальности снаряду M982 Excalibur [3].

Снаряд «Краснополь» начинал разрабатываться еще в 70-х годах прошлого столетия и поступил на вооружение в 1980-х годах Зарубежные же разработки, явно превосходящие по характеристикам российский высокоточный снаряд «Краснополь», являются уже веяниями 1990-х – 2000-х годов, когда по всем известным причинам в России были далеко не лучшие времена в области развития наукоемких технологий.

Сегодняшние СМИ пестрят информацией о новейшей российской разработке – САУ калибра 152 мм «Коалиция-СВ». Сообщается, что экспериментальный высокоточный снаряд способен поразить цель на дистанции в 70 км[1]. Однако более подробной информации, в частности, о способе получения таких результатов, каких-либо иных характеристиках данного снаряда, в открытых источниках не приводится.

Вместе с тем на сегодняшний момент на вооружении России стоит 152-мм САУ «Мста-С» с максимальной дальностью стрельбы до 30 км, что уже не является актуальным для большого количества САУ других стран: G6-52 (ЮАР) – до 67 км, Archer (Швеция) – до 60 км, PLZ 52 и SH1 (Китай) – до 53 км, K9 Thunder (Южная Корея) – свыше 50 км, Nora B-52 (Сербия) – до 44 км, Caesar (Франция) – до 42 км, Krab (Польша) – до 41,5 км, Atmos 2000 (Израиль) – до 41 км, Pzh 2000 (Германия) – свыше 40 км, Zuzana 1 (Словакия) – до 40 км, AS90 Braveheart (Великобритания) – до 40 км [4].

Получение таких высоких характеристик достигается за счет следующих общеизвестных способов [4, 5]:

- увеличения дульной (начальной) скорости снаряда;
- применения улучшенных аэродинамических форм снаряда и донной выемки;
- использования донных газогенераторов в снарядах;
- реализации в снарядах реактивных двигателей;
- применения участков планирования на траектории полета при выстреле высокоточным управляемым снарядом.

Некоторые из них нашли свое применение еще десятки лет назад, а такие, как реализация в снарядах реактивных двигателей и применение участков планирования, являются актуальными и по сей день. Например, по имеющейся информации снаряд LRLAP оснащен ракетным двигателем и в нем реализованы устройства для планирования на пассивном участке траектории полета [4]. На рисунке 1 из [4] приведен пример реализации в современном 155-мм снаряде HE ERFB RA/BB (Китай) как донного газогенератора, так и ракетного двигателя.

В XXI веке начало развиваться и новое направление: гиперзвуковое артиллерийское оружие, идущее на смену тотальному ядерному.

История первого гиперзвукового пушечного разгона 210 мм 120 кг снаряда до числа Маха M=4,7 (дульная скорость 1,6 км/с) началась в 1918 г. с «Парижской пушки» концерна Круппа, Германия. Длина ствола составляла 33 метра, а высота полета при максимальной дальности составляла 40 км [4]. В Германии в 1944 году пушки уже стреляли ракетами по американским войскам [5], а в Пенемюнде могли стрелять дальше ракет Фау-2.

1 «Коалиция-СВ» идет в войска ||// URL: http://stockinfocus.ru/2016/03/16/koaliciya-sv-idet-v-vojska/ (дата обращения: 01.02.2017).

В Америке в 1966 году был поставлен мировой рекорд пушечного выхода в Космос (масса метаемого элемента 180 кг, калибр 406 мм, длина ствола 40 метров, скорость метаемого элемента 3,6 км/с, или число Маха M=10,06) [6].

В СССР в 1985 году [6] были проведены стендовые испытания модели гиперзвукового 152-мм летательного аппарата (ГЛА) с гиперзвуковым прямоточным воздушно-реактивным двигателем (ГПВРД) на керосине при числе Маха метаемого элемента M=6,3 с пассивным теплозащитным покрытием корпуса двуокисью циркония и активным внешним охлаждением керосином лобового конуса, рисунок 2.

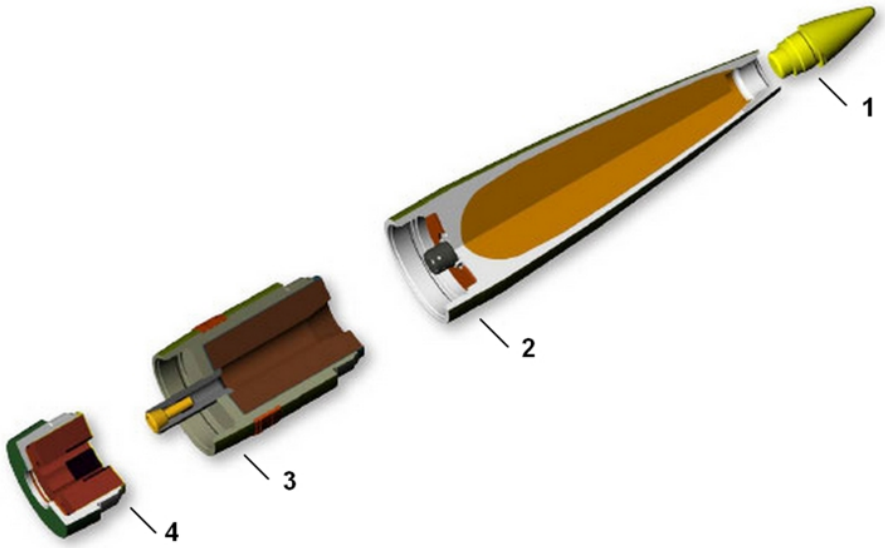


Рисунок 1 – Снаряд повышенной дальности (максимальное поражение цели на дальности 53 км) калибра 155 мм HE ERFB RA/BB производства Norinco (Китай): 1 – взрыватель; 2 – боевая часть; 3 – ракетный двигатель; 4 – донный газогенератор

Дальнейший анализ возможностей гиперзвукового ствольного разгона, управления, внествольного гиперзвукового доразгона, марша и поражения метаемыми реактивными элементами калибра от 30 мм показал как возможности, так и проблемы их реализации [6-8].

Проблемы ствола, его метательных и метаемых элементов представлены ниже. Одна из них заключается в том, что для получения требуемой гиперзвуковой дульной скорости в стволах в 4-5 раз более коротких вышеупомянутых рекордных стволов 1918 г., 1966 г. необходимы новые химические энергоносители в несколько раз большей энергоемкости, большей степени зависимости от давления скоростей горения, большей температуры горения, пластичных (не боящихся колоссальных перегрузок). Пригодные для этих условий пастообразные газогенерирующие составы (ПГГС) были разработаны, изготовлены и испытаны на четырех компонентах. В РФ остались только две нерешенные задачи: удешевление их изготовления и импортозамещение промотирующих компонентов.

Другая проблема заключается в той особенности, что гиперзвуковой ствольный разгон увеличивает импульс отдачи метательного устройства в 4-6 раз, что естественно неприемлемо не только для авиакосмического базирования, но и для других видов боевого базирования, включая переносные зенитно-ракетные комплексы.

Проблему безоткатности сегодня можно решить, заменив штатные клиновые и другие металлические затворы на газодинамические сопла в качестве затвора. Сам вес метательного ствола малого ресурса можно уменьшить в три раза, используя многослойные трубы из ВНЖ,

карбона, кевлара на термостойких смолах. О сложностях работы с ВНЖ известно давно, но в данной работе о них не упоминается.

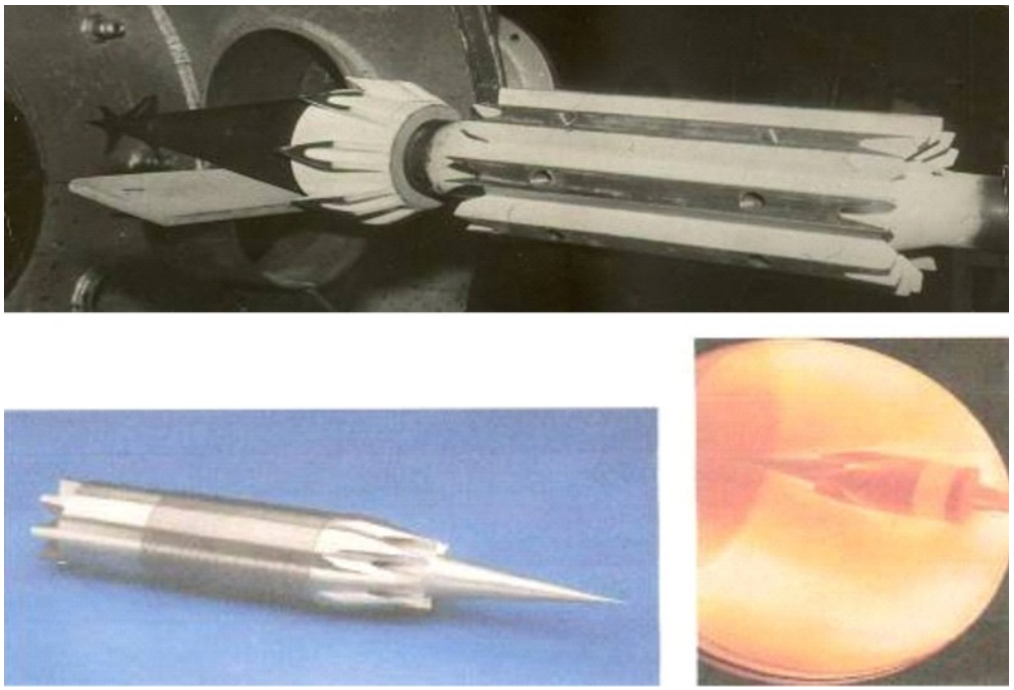


Рисунок 2 – Гиперзвуковые летательные аппараты на керосине: вверху – ГЛА с плазменным напылением и ВЗУ с внешним распылом (Россия, 1985 год); внизу – двухкамерный ГЛА на жидком этилене (США, 2001-2006 гг.)

Одним из путей, позволяющим создать гиперзвуковые скорости при разгоне в стволе, является реализация предложенного авторами способа со сгорающим в стволе пастотопливным реактивным ускорителем [7]. Такие ускорители предназначены, в частности, для осколочно-фугасных снарядов или перспективных объемно-детонирующих снарядов. Варианты исполнения такого способа можно представить двумя типами:

1. Пастообразный сгорающий ствольный реактивный ускоритель с металлическим многофункциональным соплом с перепуском (рисунок 3, верхний, поз. 6), для гладкого ствола в штатной гильзе штатного выстрела.

2. Пастообразный сгорающий ствольный реактивный ускоритель без металлических элементов, выполненный из сгорающего картона с отделяющимся сгорающим сопловым вкладышем (рисунок 3, нижний).

Некоторые варианты упомянутых схем со сгорающими ствольными реактивными ускорителями на пастообразных энергоносителях были проверены в стволах постоянного сечения калибра 30 мм [7]. Экспериментальные исследования показали разрывы и смятия стальных гильз, поломки экспериментального усиленного затвора при использовании ПГГС (скорость горения при атмосфере 5-7 мм/с, степенной показатель в законе горения около 0,5). Имеющиеся отечественные ПГГС (без импортных добавок) со скоростью горения при атмосфере более 7 мм/с и степенным показателем в законе горения около 0,8 имели полноту сгорания не выше 0,65-0,7. Необходимы в два раза большие скорости горения или переход на газодинамические сопла, как у газодинамического затвора.

О проблемах интеграции, размещения и совмещения гиперзвуковых физических процессов и их исполнительных устройств: комбинированного ствольного разгона, управления, внествольного доразгона, марша и поражения упомянуто ниже.

Баллистико-реактивный разгон любого метаемого элемента, как один из ключевых способов получения ствольных гиперзвуковых скоростей, осуществляется в условиях задержанного старта до полного сгорания каморного заряда, расположенного в объеме многофункционального сопла и вне его (для калибров более 30 мм при давлении не ниже 3-4 кбар).

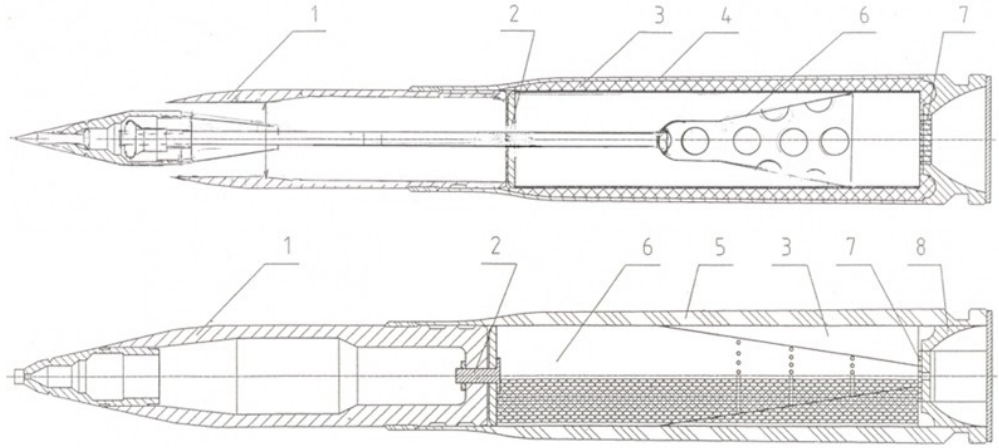


Рисунок 3 – Схемы общего вида сгорающего ствольного реактивного ускорителя на пастообразных энергоносителях: вверху – штатной гильзы штатного выстрела с реактивным метаемым элементом калибра 30 мм на пастообразном топливе; внизу – сгорающей гильзы выстрела для осколочно-фугасных снарядов или перспективных объемно-детонирующих снарядов (1 – штатный метаемый элемент калибра 30 мм; 2 – место соединения метаемого элемента с пастотопливным ускорителем; 3 – быстрогорящее пастообразное топливо; 4 – штатная гильза; 5 – сгорающая гильза (кевлар + пастообразное топливо); 6 – сгорающий в стволе пастотопливный ускоритель; 7 – каналообразующие шнуры; 8 – сгорающий сопловой вкладыш)

Согласно соотношений внутренней баллистики [6] баллистический разгон продолжается до момента пока его начальный удельный импульс (больше 850 с) не снизится до удельного реактивного импульса. При этом донная реактивная сила метаемого элемента будет более чем в 2,33 раза большая, чем сила давления классического способа «присоединенной массы» [9].

Перечисленные этапы гиперзвукового разгона показывают, что его главной проблемой является электронное программное обеспечение для функционирования таймеров, включающих ствольный сгораемый реактивный двигатель.

Используемые в первых стрельбовых экспериментах огнепроводящие шнуры оказались ненадежными, в том числе и по срокам их хранения.

Еще одной проблемной стороной является система управления (разворот, стабилизация, коррекция, доразворот, самонаведение). Так, команду на боевой разворот до 12° метаемые элементы калибра 155 мм НАТО получают уже в стволе. Необходимо устранить отставание и в этом направлении, так как авторские стрельбовые эксперименты показали возможность разворота метаемых элементов одним импульсом заряда при числе Маха полета M=2 [6].

Форсированный внествольный доразгон от штатного дульного числа Маха M≈3 до требуемого маршевого числа Маха M=6 прошел все необходимые стендовые испытания на малокалиберных образцах метаемых элементов [6]. Для летных испытаний необходимо восстановить производство существующего ранее химического энергоносителя.

Дальний гиперзвуковой марш с постоянной скоростью метаемого элемента 2-2,5 км/с также является нерешенной проблемой.

Проблемы совмещения двух противоположных требований лобовых обтекателей гиперзвуковой теплогазоаэродинамики и головки самонаведения управляемого гиперзвукового метаемого элемента рассматриваются уже десятки лет. С одной стороны, гиперзвуковой метаемый элемент требует острых углов (рисунок 2 ГЛА НАТО с углом конуса 6º), с другой стороны, наши самые современные управляемые снаряды «Краснополь» имеют головки самонаведения, не отвечающие данным требованиям, которые будет нереально установить в остроугольную форму.

Еще одним проблемным фактором являются новые виды гиперзвукового, кинетического, объемно-детонирующего, ударно-гидравлического поражения гиперзвуковыми метаемыми элементами [6]. Это новые малоизвестные проблемы успешного поражения всех средств сухопутного, морского, воздушного и воздушно-космического нападения. Если в качестве критерия оценки отставания в данном направлении от передовых стран взять размер атмосферной объемной детонации, то Россия отстает в 3-5 раз.

В работе [4] были рассмотрены тенденции развития гиперзвуковых бортовых двигателей высокоточных артиллерийских снарядов повышенной дальности в перспективных образцах гиперзвукового артиллерийского вооружения и дана оценка ключевых направлений дальнейшего их развития:

- конструктивно улучшенные элементы артиллерийских метаемых установок для размещения больших зарядов с требуемыми скоростями горения и ствольных пастотопливных сгораемых реактивных двигателей, функционирующих при больших давлениях вдоль ствола (от 2,5 до 0,5 кбар);
- экономичные бортовые ракетно-прямоточные воздушно-реактивные двигатели гиперзвукового доразгона и маршевые ГПВРД;
- новые поколения отечественных химических энергоносителей с требуемыми высокими скоростями горения, повышенной энергоемкостью и большими значениями удельных импульсов ствольного разгона и внествольного доразгона.

Некоторые направления в России имеют достаточный экспериментально-теоретический задел для проработки их в стадии НИОКР, однако большая часть из вышеупомянутых направлений еще требует постановки НИР.

К настоящему времени в ИХФ РАН, ЦИАМ, ИПРИМ РАН, ИТПМ СО РАН, НИИ механики МГУ успешно выполнены экспериментально-теоретические работы, направленные на снижение всех видов сопротивления, кинетического нагрева, увеличения прямоточной и донной тяг малоразмерных летательных аппаратов. Еще с 80-х годов прошлого столетия в ЦИАМ велись работы по активному снижению кинетического нагрева лобового (волнового) сопротивления и трения малоразмерных летательных аппаратов с помощью различных искусственных, парогазовых и жидко-воздушных обтекателей. Экспериментально было показано снижение активным способом сопротивления полусферы головки самонаведения межконтинентальной баллистической ракеты Трайдент с иглой на М=4 в 2,7 раза [6]. В то же время в ИТПМ СО РАН и НИИ механики МГУ школами П.К. Третьякова и А.И. Зубкова проводились работы по изучению активного снижения донного сопротивления. Эксперименты показали возможности не только снижения донного сопротивления, но и превышения донного давления над статическим давлением внешнего потока более чем в 1,5 раза и тем самым получение «донной тяги» [5]. Для сравнения следует отметить, что применяемые на всех континентах донные газогенераторы позволяют лишь снизить только донное сопротивление снарядов на 80%, что приводит к максимальному увеличению дальности только на 30% [3]. В ЦИАМ уже с 1980-х годов была поставлена задача созда-

ния этой же донной тяги, но при максимальных давлениях горла воздухозаборника ГПВРД. К решению этой задачи до сих пор никто не приступал.

С советских времен в России успешно разрабатываются и эксплуатируются разнообразные ракетные системы и комплексы, оснащаемые ракетными, ракетно-прямоточными и прямоточными воздушно-реактивными двигателями, что свидетельствует о достаточной научно-технической базе в области реактивных двигателей [10]. Однако практика первого применения таких двигателей на снарядах отечественных малокалиберных артиллерийских орудий указывает на ряд их недостатков в силу отсутствия, как минимум, требуемых энергоносителей [7, 8].

Проведенные экспериментальные исследования в ИХФ РАН твердотопливных образцов с удовлетворяющими энергетическими характеристиками на лабораторной малокалиберной баллистической установке показали, что существующие твердотопливные энергоносители не способны держать требуемых перегрузок во время выстрела. В работах ИХФ РАН приведены результаты первых испытаний образов твердого топлива, не выдержавших желаемых перегрузок. Те же результаты в свое время были получены в опытах стран НАТО и в опытах МГТУ им. Н.Э. Баумана.

В 2005 году специалистами ГНИИХТЭОС, ЦИАМ и МО РФ была запатентована композиция твердого горючего для маршевого ГПВРД[1]. Проведенные стендовые испытания такого горючего со стехиометрическим коэффициентом 12 подтвердили, что оно имеет устойчивое горение в воздушном потоке на M=2, что соответствует крейсерскому режиму полета на M=4 [7].

Сегодня же воссоздать данную композицию не представляется возможным из-за отсутствия отечественной сырьевой базы. В ряде случаев отсутствуют и специалисты, которые способны решать поставленные задачи, что приводит к дополнительному вниманию и новым усилиям при создании ранее имеющегося задела.

Применение ПГГС, например, производства ФГУП «СКТБ «Технолог» до сих пор вызывает много сомнений у большинства специалистов, хотя такие составы позволили бы решить вопрос пагубного влияния артиллерийских перегрузок в стволе на химический энергоноситель.

Разработанные аналитические методики оценки параметров внешней баллистики метаемых реактивных элементов [4] показали, что перспективные метаемые реактивные элементы, имеющие начальную скорость до 0,8 км/с и запущенные под углом 45°, способны более чем в два раза увеличить сегодняшнюю дальность 152-мм САУ «Мста-С». В данном примере не учитывалось дальнейшее увеличение дальности за счет реализации участков планирования на траектории полета. Вместе с тем аналитические оценки параметров внешней баллистики приводились для: ракетного двигателя с удельным импульсом 220 с, ракетно-прямоточного двигателя – 550 с, ПВРД – 1000 с, перспективного ПВРД – 1650 с. В таких случаях отношения массы химического энергоносителя к начальной массе метаемого элемента соответственно составляли: 64%, 27,7%, 15,4%, 9%.

Необходимо отметить еще одну важнейшую общеизвестную проблему перспективных гиперзвуковых метаемых элементов, связанную с плохим состоянием отечественной микропроцессорной техники и электроники, крайне необходимой при создании любых высокоточных реактивных метаемых элементов.

Сейчас как раз то время, когда просто необходимо объединить интересы производственных предприятий, направленных на разработку высокоточных артиллерийских выстрелов, с накопленными знаниями и опытом научных организаций в лице институтов РАН и Минпромторга, Высшей школы и Минобороны.

1 Гусейнов Ш.Л., Прудников А.Г., Северинова В.В. и др. Композиция твердого горючего: пат. 2288207 Рос. Федерация. № 2005116918/02; заяв. 03.06.2005; опубл. 27.11.2006.

Заключение

Для ликвидации возможного отставания и обеспечения превосходства перед гиперзвуковым артиллерийским оружием НАТО XXI века необходимо в первую очередь:

- восстановить отечественное производство необходимых новых химических энергоносителей ПГГС большей энергоемкости и скоростей газификации, необходимых для гиперзвуковых скоростей разгона, доразгона, управления, марша и поражения;
- осуществить импортозамещение элементов новых композитных и теплозащитных материалов (покрытий);
- разработать, изготовить и передать в ведение профильных институтов опытные метательные установки, а также необходимые исполнительные устройства роботизации для проведения дальнейших работ в рассматриваемой проблемной области.

Список использованных источников

1. Богданов М.Б. Особенности построения навигационных систем зарубежных управляемых артиллерийских снарядов // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2013. – Вып. 11. – С. 60-67.

2. Иванов В.А., Горовой Ю.Б. Устройство и эксплуатация артиллерийского вооружения Российской армии: Учеб. пособие. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. ун-та, 2005. – 260 с.

3. Акиншин Р.Н., Дмитриев В.Г., Марков Н.М. История создания и тенденции развития современных боеприпасов и взрывателей. – М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2013. – 204 с.

4. Прудников А.Г., Подвальный А.М., Северинова В.В. Аналитические оценки параметров внешней баллистики сверхдальних метаемых реактивных элементов // Сборник материалов V Всероссийской научно-технической конференци «Фундаментальные основы баллистического проектирования». Санкт-Петербург, 27 июня – 1 июля 2016 г. / Под ред. Б.Э. Кэрта. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2016. – С. 37-38.

5. Фомин В.М., Звегинцев В.И., Третьяков П.К. Современное состояние и перспективы развития артиллерийских систем (обзор по материалам открытой печати) // Оборонная техника. – 2005. – № 10-11. – 126 с.

6. Подвальный А.М. Проблемы получения гиперзвуковых скоростей сверхдальних боевых метаемых элементов // Тезисы докладов Научной молодежной конференции «Химия, физика, биология: пути интеграции». Звенигород, 21-24 мая 2015 г. – М.: Торус пресс, 2015. – С. 10-11.

7. Прудников А.Г., Подвальный А.М., Северинова В.В. Новые энергосиловые устройства, химические энергоносители и их применение в гиперзвуковых летательных аппаратах // Двигатель. – 2015. – № 4. – С. 36-39.

8. Прудников А.Г., Подвальный А.М., Рощин А.В. Перспективные виды химических энергоносителей энергосиловых устройств гиперзвукового разгона, доразгона, марша и поражения // Труды Десятой Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы обеспечения взрывобезопасности и противодействия терроризму». Санкт-Петербург, апрель 2015 г.. – СПб.: Любавич, 2016. – С. 56-67.

9. Хоменко Ю.П., Ищенко А.Н., Касимов В.З. Математическое моделирование внутрибаллистических процессов в ствольных системах. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 1999. – 256 с.

10. Александров В.Н., Быцкевич В.М., Верхоломов В.К. Интегральные прямоточные воздушно-реактивные двигатели на твердых топливах (Основы теории и расчета). – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 343 с.

Г.Н. Вылегжанин, кандидат технических наук
И.С. Завьялов
С.Н. Рымкевич, кандидат технических наук
Е.А. Федорова

Метод оценки реализуемости вариантов развития вооружения, военной и специальной техники ВКО

В статье рассмотрен метод, позволяющий производить оценку реализуемости вариантов развития ВВСТ ВКО на этапе обоснования предложений в программы развития системы вооружения ВКО с учетом рисков, связанных с необходимостью импортозамещения.

Одним из основных факторов, оказывающих в настоящее время влияние на развитие системы вооружения ВКО, являются существенно возросшие риски, связанные с необходимостью импортозамещения в условиях санкций против оборонного сектора экономики из-за отсутствия отечественных аналогов импортных материалов, комплектующих и электронной компонентной базы (ЭКБ). А это, в свою очередь, наносит значительный ущерб процессу внедрения новых научно-технологических достижений в перспективные образцы ВВСТ ВКО.

Это подтверждается результатами анализа хода выполнения ГПВ-2020 в части программных мероприятий развития вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) ВКО, указывающими на то, что ее реализация ежегодно снижается. Указанные обстоятельства обусловливают необходимость повышения реализуемости предложений в программы развития ВВСТ ВКО.

Проблемой низкой реализации ГПВ и ГОЗ последние годы занимаются на всех уровнях управления, вплоть до Президента РФ. Однако даже воли самых высокопоставленных чиновников зачастую недостаточно для того, чтобы заведомо нереализуемое мероприятие было выполнено. Поэтому качество научно-методического обеспечения (НМО) оценки реализуемости мероприятий, включаемых в ГПВ, должно непрерывно повышаться. Существующая методология программно-целевого планирования (ПЦП) [1-7] предусматривает осуществление оценки реализуемости ГПВ на этапе, когда проект ГПВ уже сформирован, то есть на данном этапе определяются и, при необходимости, корректируются либо заменяются заведомо высоко-рисковые мероприятия, а выбор рационального варианта ГПВ уже сделан без учета его реализуемости. В то же время, в ряде работ [8-9] были предприняты отдельные успешные попытки оценки реализуемости работ, включаемых в программы и планы развития ВВТ.

Не учтенными в существующем НМО оценки реализуемости программ и планов развития ВВТ на данный момент остаются следующие факторы:

1) риски, связанные с освоением новых импортозамещающих технологий (так, введенные в 2014 году санкции привели к срыву сроков разработки и поставки ВВТ);

2) возможность формирования предложений по снижению (парированию) возникающих рисков, включающих современные механизмы государственного частного партнерства (в статье данный аспект не рассматривается).

Для устранения указанных недостатков существующего научно-методического обеспечения оценки реализуемости программ развития ВВСТ ВКО на этапе обоснования вариантов развития ВВСТ ВКО разработан представленный в данной статье метод.

Метод оценки реализуемости вариантов развития ВВСТ ВКО предназначен для расчета показателей реализуемости вариантов развития системы вооружения ВКО.

Целью данного метода является обеспечение лица, принимающего решение (ЛПР), необходимой исходной информацией для выбора оптимального варианта развития системы ВКО на основе анализа рассчитанных значений показателей реализуемости заданных вариантов.

Под вариантом развития ВВСТ ВКО понимается иерархическая структура, включающая группировки ВКО, системы ВКО, образцы ВВСТ и программные мероприятия (создание, разработка, производство, ремонт, модернизация, капитальное строительство).

Программное мероприятие (мероприятие) – отдельный заказ на поставку ВВСТ, выполнение работ, оказание услуг для федеральных государственных нужд, рассматриваемый для включения в проект ГПВ (НИР и ОКР на разработку образцов ВВСТ, серийное производство (производство, ремонт) образцов ВВСТ).

Реализуемость мероприятия – количественный показатель, характеризующий возможность выполнения мероприятия при заданных ограничениях и принимающий значения в диапазоне от 0 до 1.

Оценка реализуемости варианта развития системы ВКО включает:

- оценку реализуемости мероприятий по созданию (разработке (производству (ремонту)) образцов ВВСТ;
- оценку реализуемости поставки образцов ВВСТ;
- оценку реализуемости оснащения системами ВКО;
- оценку реализуемости создания группировок ВКО;
- оценку реализуемости варианта развития системы вооружения ВКО в целом.

Оценка реализуемости мероприятий по созданию ВВСТ включает:

- оценку реализуемости мероприятий по выполнению НИР по созданию образцов ВВСТ;
- оценку реализуемости мероприятий по выполнению ОКР по разработке образцов ВВСТ;
- оценку реализуемости мероприятий по производству (ремонту) образцов ВВСТ;
- оценку финансово-экономической устойчивости предприятий-исполнителей мероприятий.

Данный метод разработан в интересах обеспечения деятельности должностных лиц, принимающих решения при формировании, обосновании и экспертизе предложений в проект исполнительных документов по формированию системы вооружения ВКО.

Алгоритм функционирования метода представлен на рисунке 1.

Сформированные на основе существующей системы исходных данных варианты развития ВВСТ ВКО поочередно проходят оценку:

1) реализуемости программных мероприятий (НИР, ОКР, производство (ремонт)), направленных на разработку конкретного образца ВВСТ ВКО, при этом также учитывается финансово-экономическая устойчивость предприятий – исполнителей указанных мероприятий;

2) реализуемости образца ВВСТ (рассчитывается как свертка значений реализуемости программных мероприятий, направленных на создание и поддержку исправности данного образца);

3) реализуемости системы ВВСТ (рассчитывается как свертка значений реализуемости образцов ВВСТ, входящих в состав системы);

4) реализуемости группировки ВКО (рассчитывается как свертка значений реализуемости систем ВВСТ, входящих в состав группировки);

5) значения комплексного показателя реализуемости варианта развития ВВСТ ВКО (рассчитывается как свертка значений реализуемости группировок ВКО, развитие которых планируется в рамках реализации указанного варианта).

Расчет (свертка) вышеприведенных показателей осуществляется с учетом весовых коэффициентов важности группировок, систем, образцов и мероприятий.

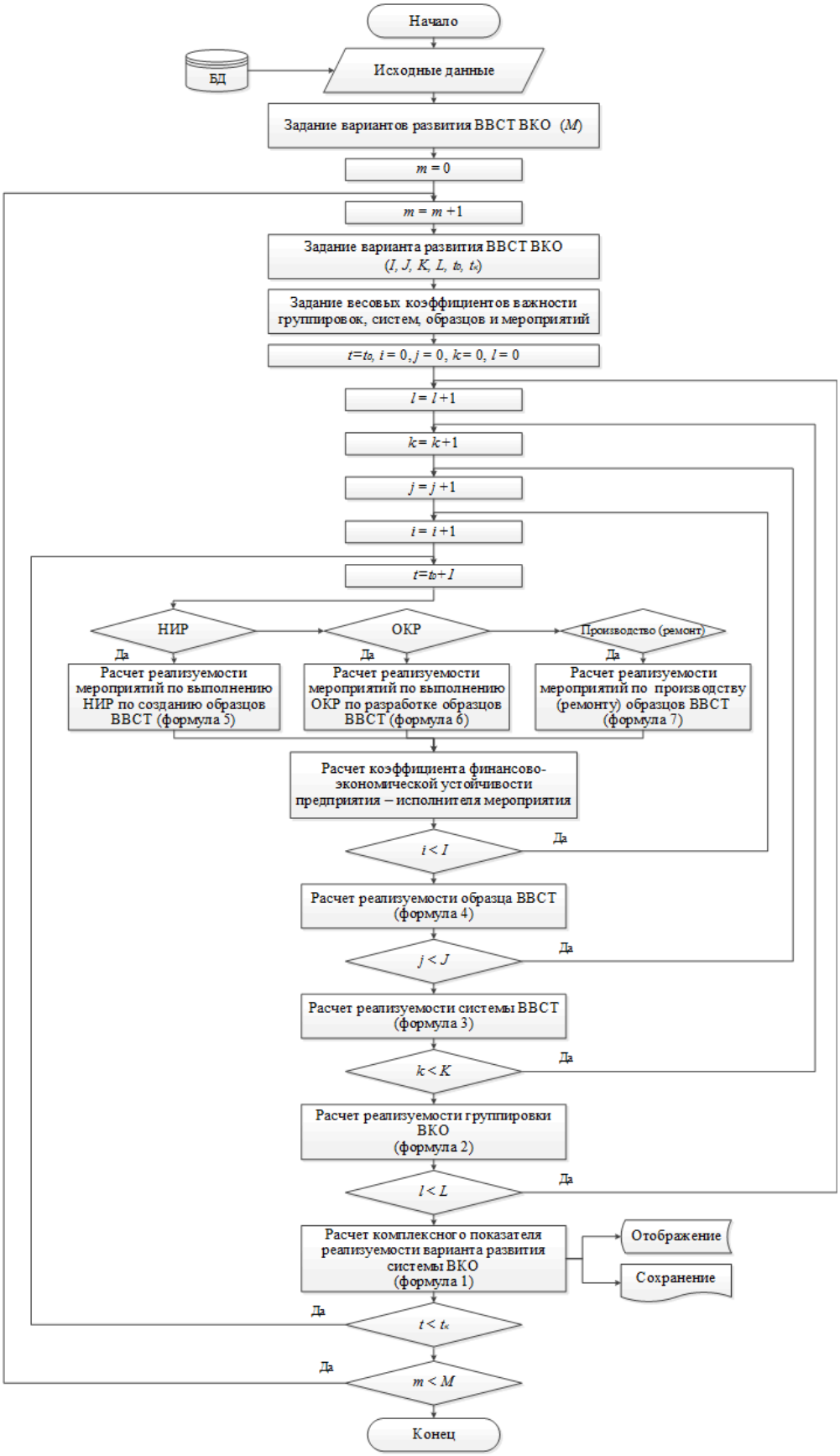


Рисунок – Алгоритм функционирования метода оценки реализуемости вариантов развития ВВСТ ВКО

Принято разделять промышленную и финансовую составляющую реализуемости [7, 8]. Так как ключевой направленностью данной статьи является учет рисков, связанных с освоением новых импортозамещающих технологий, то финансовые риски здесь не рассматриваются. Механизм оценки финансовых рисков реализации вариантов развития ВВСТ ВКО подробно описан в отчете о НИР «Исследование и разработка методики оценки реализуемости ГОЗ и создание специального программного обеспечения»[1].

Расчет комплексного показателя реализуемости варианта развития ВВСТ ВКО

1) Расчет комплексного показателя реализуемости m-го варианта $(m=1,2,\ldots,M)$ развития ВВСТ ВКО производится по формуле:

$$R_m^{BKO}=\sum_{l=1}^{L}\lambda_{lm}^{гр}\cdot R_{lm}^{гр}, \quad (1)$$

где $R_{lm}^{гр}$ – показатель реализуемости создания l-й группировки m-го варианта развития ВВСТ ВКО, $R_{lm}^{гр}\leqslant 1$;

$\lambda_{lm}^{гр}$ – весовой коэффициент важности l-й группировки m-го варианта развития ВВСТ ВКО, $\sum_{l=1}^{L}\lambda_{lm}^{гр}=1$, $l=1,2,\ldots,L$;

L – количество группировок, образующих m-й вариант развития ВВСТ ВКО.

2) Показатель реализуемости создания группировки ВКО определяется реализуемостью плановых документов в части систем ВВСТ:

$$R_{lm}^{гр}=\sum_{k=1}^{K}\lambda_{klm}^{сист}\cdot R_{klm}^{сист}, \quad (2)$$

где $R_{klm}^{сист}$ – показатель реализуемости k-й системы ВВСТ ($R_{klm}^{сист}\leqslant 1$), входящей в l-ю группировку ВКО m-го варианта развития системы ВКО;

$\lambda_{klm}^{сист}$ – весовой коэффициент важности k-й системы ВВСТ в l-й группировке m-го варианта развития системы ВКО, $\sum_{k=1}^{K}\lambda_{klm}^{сист}=1$, $k=1,2,\ldots,K$;

K – количество систем ВВСТ в l-й группировке m-го варианта развития системы ВКО.

3) Показатель реализуемости оснащения системами ВВСТ определяется реализуемостью образцов ВВСТ, входящих в систему:

$$R_{klm}^{сист}=\sum_{j=1}^{J}\lambda_{jklm}^{обр}\cdot R_{jklm}^{обр}, \quad (3)$$

где $R_{jklm}^{обр}$ – показатель реализуемости j-го образца ВВСТ в составе k-й системы ВВСТ в l-й группировке m-го варианта развития системы ВКО, $R_{jklm}^{обр}\leqslant 1$;

$\lambda_{jklm}^{обр}$ – весовой коэффициент важности j-го образца ВВСТ в составе k-й системы ВВСТ в l-й группировке m-го варианта развития системы ВКО, $\sum_{j=1}^{J}\lambda_{jklm}^{обр}=1$, $j=1,2,\ldots,J$;

J – количество образцов в составе k-й системы ВВСТ в l-й группировке m-го варианта развития системы ВКО.

4) Показатель реализуемости поставки образцов ВВСТ зависит от значений показателей реализуемости мероприятий по его созданию (разработке, производству, ремонту):

1 Отчет о НИР, шифр «Реализуемость-ГОЗ». – Тверь: ЗНП АО «Отделение ПВЭиФ», 2006.

$$R_{ijklm}^{обр} = \sum_{i=1}^{I} \lambda_{ijklm}^{мер} \cdot R_{ijklm}^{мер}, \quad (4)$$

где $R_{ijklm}^{мер}$ – показатель реализуемости *i*-го мероприятия, необходимого для создания (разработки, производства, ремонта) *j*-го образца ВВСТ *k*-й системы ВВСТ в *l*-й группировке *m*-го варианта развития системы ВКО, $R_{ijklm}^{мер} \leqslant 1$;

$\lambda_{ijklm}^{мер}$ – весовой коэффициент важности *i*-го мероприятия, необходимого для создания (разработки, производства, ремонта) *j*-го образца ВВСТ *k*-й системы ВВСТ в *l*-й группировке *m*-го варианта развития системы ВКО, $\sum_{i=1}^{I} \lambda_{ijklm}^{мер} = 1$, $i = 1, 2, \ldots, I$;

I – количество отдельных мероприятий, которые необходимо провести для включения *j*-го образца ВВСТ в состав *k*-й системы ВВСТ в *l*-й группировке *m*-го варианта развития системы ВКО.

Расчет реализуемости мероприятий по созданию образцов ВВСТ

Оценка реализуемости мероприятий по созданию ВВСТ производится по результатам расчета вероятности[1] реализации *i*-го мероприятия по созданию (разработке, производству, ремонту) *j*-го образца ВВСТ в *t*-й год периода времени $\overline{t_0, t_к}$ ($t \in [t_0, t_к]$, t_0 – год начала программного периода, $t_к$ – год окончания программного периода, $t = t_0, t_0+1, t_0+2, \ldots, t_к$) (далее *i*-го мероприятия):

$$R_i = R_{НИР_i} R_{ОКР_i} R_{СП_i} K_{фу\,i},$$

где $R_{НИР_i}$ – реализуемость *i*-го мероприятия по выполнению НИР по созданию образцов ВВСТ;

$R_{ОКР_i}$ – реализуемость *i*-го мероприятия по выполнению ОКР по разработке образцов ВВСТ;

$R_{СП_i}$ – реализуемость *i*-го мероприятия по производству (ремонту) образцов ВВСТ;

$K_{фу\,i}$ – коэффициент финансово-экономической устойчивости предприятия – исполнителя *i*-го мероприятия (процедура расчета описана в отчете о НИР «Реализуемость-ГОЗ»[2]).

Расчет реализуемости мероприятий по выполнению НИР по созданию образцов ВВСТ

Реализуемость *i*-го мероприятия по выполнению НИР по созданию образцов ВВСТ характеризуется научно-технической реализуемостью *i*-го мероприятия по выполнению НИР.

Научно-техническая реализуемость *i*-го мероприятия рассчитывается по формуле:

$$R_i^{нт} = R_i^{НТМ} R_i^{НИП} k_i^{кооп}, \quad (5)$$

где $R_i^{НТМ}$ – вероятность достаточности научно-технической мощности (НТМ) предприятия ОПК – разработчика ВВСТ для проведения *i*-го мероприятия;

$R_i^{НИП}$ – вероятность достаточности научно-исследовательского потенциала (НИП) предприятия ОПК – разработчика ВВСТ для проведения *i*-го мероприятия;

$k_i^{кооп}$ – коэффициент, учитывающий необходимость привлечения к кооперации разработчиков иностранных предприятий. В случае отсутствия необходимости в иностранных партнерах $k_i^{кооп} = 1$, при необходимости подключения к кооперации предприятий из стран таможенного со-

1 Здесь и далее по тексту под вероятностью понимается логическая (эпистемологическая) вероятность – логическое отношение между двумя предложениями, степень подтверждения гипотезы свидетельством. Понятие логической вероятности является одной из интерпретаций понятия вероятности наряду с частотной вероятностью и субъективной вероятностью [10]. Значения логической вероятности однозначно определяются заданной системой знаний (основанной на опыте обоснования и реализации программ и планов развития ВВСТ ВКО) и, в этом смысле, имеют объективный характер.

2 Отчет о НИР, шифр «Реализуемость-ГОЗ». – Тверь: ЗНП АО «Отделение ПВЭиФ», 2006.

юза $k_i^{кооп}=0{,}95$, при необходимости подключения к кооперации предприятий из стран дальнего зарубежья $k_i^{кооп}=0{,}9$, при необходимости подключения к кооперации предприятий из стран ЕС и НАТО $k_i^{кооп}=0{,}5$, если же необходимо участие предприятий стран, которые ввели санкции против РФ, то $k_i^{кооп}$ выбирается из диапазона от 0,01 (США, Украина) до 0,1 (страны, которые ввели санкции под давлением США).

1) Значение вероятности достаточности НТМ предприятий ОПК для проведения *i*-го мероприятия вычисляется в соответствии с выражением:

$$R_i^{НТМ}=\begin{cases}\left(\dfrac{C_{огр\,i}^{НТМ}}{C_{НИР\,i}^{факт}}\right)^p, & \text{если } C_{НИР\,i}^{факт}>C_{огр\,i}^{НТМ},\\ 1, & \text{если } C_{НИР\,i}^{факт}\leqslant C_{огр\,i}^{НТМ},\end{cases}$$

где $C_{огр\,i}^{НТМ}$ – прогноз ограничений НТМ предприятий ОПК для проведения *i*-го мероприятия;

p – параметр, характеризующий вид функции $R^{НТМ}\left(\dfrac{C_{огр}^{НТМ}}{C_{НИР}^{факт}}\right)$ и учитывающий ее нелинейность.

Значение параметра p определяется с привлечением экспертов по формуле:

$$p=\frac{\ln(R(C))}{\ln\left(\dfrac{C-C^{min}}{C^{max}-C^{min}}\right)},$$

где $C=\left(\dfrac{C_{огр\,i}^{НТМ}}{C_{НИР\,i}^{факт}}\right)$, $C^{min}=\min(C_{огр\,i}^{НТМ},C_{НИР\,i}^{факт})$, $C^{max}=\max(C_{огр\,i}^{НТМ},C_{НИР\,i}^{факт})$.

Прогноз ограничений НТМ предприятий ОПК для проведения *i*-го мероприятия рассчитывается по формуле:

$$C_{огр\,i}^{НТМ}=C_i^{НТМ}d_{огр\,i}^{НТМ},$$

где $C_i^{НТМ}$ – НТМ предприятия ОПК для проведения *i*-го мероприятия;

$d_{огр\,i}^{НТМ}$ – доля НТМ предприятия, возможная к выделению для проведения *i*-го мероприятия, определяемая экспертом, $d_{огр\,i}^{НТМ}=0..1$.

НТМ предприятий ОПК для проведения *i*-го мероприятия рассчитывается по формуле:

$$C_i^{НТМ}=C_{ср\,i}(t_0)e^{k_{нараш}(t)},$$

где $C_{ср\,i}(t_0)$ – среднее значение НТМ предприятия ОПК – исполнителя *i*-го мероприятия на момент начала программного периода;

$k_{нараш}(t)$ – коэффициент наращивания мощностей в ходе выполнения мероприятия в году t программного периода, в том числе за счет кооперации разработчиков, определяемый экспертами.

2) Вероятность достаточности научно-исследовательского потенциала для проведения *i*-го мероприятия оценивается с использованием следующей зависимости:

$$R_i^{НИП}=\begin{cases}1{,}0, & \text{если } K_{пр\,i}>15\ и\ K_{кв\,i}>3,\\ 0{,}9, & \text{если } 10<K_{пр\,i}\leqslant 15, 2<K_{кв\,i}\leqslant 3,\\ 0{,}8, & \text{если } 5<K_{пр\,i}\leqslant 10, 1{,}5<K_{кв\,i}\leqslant 2,\\ 0{,}7, & \text{если } K_{пр\,i}<5\ и\ K_{кв\,i}\leqslant 1{,}5,\end{cases}$$

где $K_{прi}$ – коэффициент потенциальной производительности сотрудников предприятия для проведения *i*-го мероприятия;

$K_{квi}$ – коэффициент потенциальной квалификации сотрудников предприятия для проведения *i*-го мероприятия.

Потенциальный коэффициент производительности сотрудников предприятия $K_{прi}$ для проведения *i*-го мероприятия рассчитывается по формуле:

$$K_{прi}=\frac{K_{общ}N_{общ}}{N_{НТК}}+\frac{K_{НИР}N_{НИРi}+K_{из}N_{изi}+K_{рац}N_{рацi}+K_{ст}N_{стi}}{N_{НИРi}+N_{изi}+N_{рацi}+N_{стi}},$$

где $N_{общ}$ – общее количество выполненных НИР предприятием;

$N_{НИРi}$ – количество НИР, выполненных по тематике *i*-й НИР;

$N_{изi}$ – количество изобретений по тематике *i*-й НИР (полученных патентов и поданных заявок);

$N_{рацi}$ – количество рационализаторских предложений по тематике *i*-й НИР (зарегистрированных и поданных);

$N_{стi}$ – количество статей, опубликованных в печати по тематике *i*-й НИР;

$K_{общ};K_{НИР};K_{из};K_{рац};K_{ст}$ – коэффициенты, введенные для каждой рубрики: $K_{общ}=5$, $K_{НИР}=10$, $K_{из}=5$, $K_{рац}=1$, $K_{сп}=3$;

$N_{НТК}$ – общая численность НТК предприятия.

Все сведения для расчета $K_{прi}$ учитываются только за последние 2 года.

Коэффициент потенциальной квалификации сотрудников предприятия рассчитывается по формуле:

$$K_{квi}=\frac{K_{дн}N_{днi}+K_{кн}N_{кнi}+K_{во}N_{воi}+K_{ссо}N_{ссоi}+K_{др}N_{дрi}}{N_{днi}+N_{кнi}+N_{воi}+N_{ссоi}+N_{дрi}},$$

где $N_{днi};N_{кнi};N_{воi};N_{ссоi};N_{дрi}$ – количество соответствующих категорий работников (докторов наук, кандидатов наук, лиц с высшим образованием без ученой степени, лиц со средним специальным образованием, других участников), планируемых для участия в проведении *i*-й НИР;

$K_{дн};K_{кн};K_{во};K_{ссо};K_{др}$ – коэффициенты, введенные для каждой категории работников: $K_{дн}=5$, $K_{кн}=4$, $K_{во}=3$, $K_{ссо}=2$, $K_{др}=1$.

Результаты оценки научно-технической реализуемости могут быть представлены пользователю в соответствии со значениями вероятности достаточности научно-технической мощности и вероятности достаточности научно-исследовательского потенциала предприятия ОПК – исполнителя НИР (таблица 1).

Оценка реализуемости мероприятий по выполнению ОКР по разработке образцов ВВСТ

Реализуемость *i*-го мероприятия по выполнению ОКР по разработке образцов ВВСТ определяется производственно-технологической реализуемостью, которая рассчитывается по формуле:

$$R_i^{ПТ}=\min\left(R_{трi},R_{ТУиКвi},R_{ПКИиЭРИi}\right), \quad (6)$$

где $R_{трi}$ – вероятность достаточности трудовых ресурсов для выполнения *i*-го мероприятия;

$R_{ТУиКвi}$ – вероятность соответствия технологического уровня и квалификации персонала требуемому уровню для выполнения *i*-го мероприятия;

$R_{ПКИиЭРИi}$ – вероятность обеспеченности необходимыми покупными комплектующими изделиями и электрорадиоизделиями (ПКИ и ЭРИ) для создания элементов опытного образца ВВСТ при выполнении *i*-го мероприятия.

Таблица 1 – Результаты оценки научно-технической реализуемости мероприятий по созданию образца ВВСТ

Значение $R^{НТМ}$	Значение $R^{НИП}$		
	$0 \leqslant R^{НИП} < 0{,}8$	$0{,}8 \leqslant R^{НИП} < 0{,}9$	$0{,}9 \leqslant R^{НИП} < 1$
$0 < R^{НТМ} < 0{,}8$	Недостаточная научно-техническая реализуемость мероприятия. Необходимо пересмотреть сроки проведения и кооперацию исполнителей мероприятия.	Недостаточная НТМ и средний НИП предприятия – вероятного разработчика. Требуется пересмотр: 1) кооперации исполнителей мероприятия в направлении: - создания дополнительных мощностей; - переподготовки кадров и накопления опыта в данной тематике исследований; 2) сроков разработки.	Недостаточная НТМ предприятия – вероятного разработчика. Требуется пересмотр кооперации исполнителей мероприятия в направлении повышения ее НТМ.
$0{,}8 \leqslant R^{НТМ} < 1$	Недостаточный НИП и средняя НТМ предприятия – вероятного разработчика. Требуется пересмотр: 1) кооперации исполнителей мероприятия в направлении: - накопления опыта по данной тематике исследований (усиленный патентный поиск); - создания дополнительных и/или перераспределению существующих мощностей предприятий; 2) сроков разработки.	Достаточные НТМ и НИП предприятия – вероятного разработчика. Требуется проведение комплекса мероприятий: - по созданию дополнительных и/или перераспределению существующих мощностей предприятия; - по переподготовке кадров и накопление опыта в данной тематике исследований.	Достаточная НТМ предприятия – вероятного разработчика. Требуется проведение комплекса мероприятий по созданию дополнительных и/или перераспределению существующих мощностей предприятия.
$R^{НТМ} = 1$	Недостаточный НИП предприятия – вероятного разработчика. Требуется пересмотр кооперации исполнителей мероприятия, усиленный патентный поиск.	Достаточный НИП предприятия – вероятного разработчика. Требуется проведение комплекса мероприятий по переподготовке кадров и накопление опыта в данной тематике исследований.	Высокая научно-техническая реализуемость мероприятия.

1) Вероятность достаточности трудовых ресурсов для выполнения *i*-го мероприятия рассчитывается как отношение производственной мощности по основному производственному персоналу (в нормочасах) к проектной трудоемкости образца ВВСТ:

$$R_{тр\,i} = \begin{cases} 1 - \dfrac{T_{план\,i} - T_{факт}}{T_{план\,i}}, & \text{если } T_{план\,i} > T_{факт} \\ 1, & \text{если } T_{план\,i} \leqslant T_{факт} \end{cases},$$

где $T_{план\,i}$ – планируемая (проектная) трудоемкость *i*-го мероприятия;

$T_{факт}$ – фонд располагаемой производственной мощности, рассчитываемой по трудовым ресурсам, определенный с учетом всех мероприятий, выполняемых на предприятии:

$$T_{факт} = K_{ОПП} T_{норм}^{ФРВ} K_{исп},$$

где $K_{ОПП}$ – количество основного производственного персонала (ОПП) на предприятии;

$T_{норм}^{ФРВ}$ – нормативный фонд рабочего времени одного представителя ОПП с учетом потерь, определяется по производственному календарю на текущий год. При этом фонд рабочего времени по производственному календарю уменьшается с учетом установленной продолжительности оплачиваемых отпусков работника (как основного, так и дополнительного) и сокращенной продолжительности рабочего времени по отдельным должностям служащих (профессиям рабочих), а также в зависимости от условий труда;

$K_{исп}$ – коэффициент использования трудовых ресурсов для выполнения других мероприятий (в том числе и не связанными с производством ВВСТ), выполняемыми на предприятии.

2) Вероятность соответствия технологического уровня и квалификации персонала предприятия – исполнителя требуемому уровню для выполнения *i*-го мероприятия оценивается выражением:

$$R_{ТУиКв\,i} = R_{ТУ\,i} R_{Кв\,i},$$

где $R_{ТУ\,i}$ – вероятность соответствия технологического уровня предприятия требуемому уровню для выполнения *i*-го мероприятия;

$R_{Кв\,i}$ – вероятность соответствия квалификации персонала предприятия требуемому уровню для выполнения *i*-го мероприятия.

Вероятность соответствия технологического уровня предприятия требуемому уровню для выполнения *i*-го мероприятия рассчитывается по формуле:

$$R_{ТУ\,i} = \sum_{\sigma=1}^{\Theta} \lambda_\sigma T_\sigma,$$

где T_σ – признак наличия необходимой σ-й технологии на предприятии;

$$T_\sigma = \begin{cases} 1, & \text{при наличии } \sigma\text{-й технологии;} \\ 0, & \text{при отсутствии } \sigma\text{-й технологии;} \end{cases};$$

λ_σ – коэффициент важности наличия σ-й технологии на предприятии, $\sum_{\sigma=1}^{\Theta} \lambda_\sigma = 1$;

Θ – количество необходимых технологий для выполнения *i*-го мероприятия в соответствии с конструкторской документацией.

Вероятность соответствия квалификации персонала предприятия требуемому уровню для выполнения *i*-го мероприятия определяется выражением:

$$R_{Кв\,i} = \sum_{\upsilon=1}^{\Omega} \lambda_\upsilon \frac{N_{им\,\upsilon}}{N_{необх\,\upsilon}},$$

где $N_{им\,\upsilon}$ – имеющееся количество производственного персонала υ-й квалификации;

$N_{необх\,\upsilon}$ – необходимое количество производственного персонала υ-й квалификации;

λ_υ – коэффициент важности наличия производственного персонала υ-й квалификации, определяется экспертом с условием $\sum_{\upsilon=1}^{\Omega} \lambda_\upsilon = 1$;

Ω – количество наименований необходимых квалификаций производственного персонала.

3) Вероятность обеспеченности необходимыми ПКИ и ЭРИ для создания элементов опытного образца ВВСТ при выполнении *i*-го мероприятия рассчитывается по формуле:

$$R_{ПКИиЭРИ\,i}=\sum_{\eta=1}^{H}\lambda_\eta R_{пр\eta},$$

где $R_{пр\eta}$ – вероятность приобретения необходимых ПКИ и ЭРИ η-го вида;

λ_η – коэффициент важности приобретения ПКИ и ЭРИ η-го вида, $\sum_{\eta=1}^{H}\lambda_\eta=1$;

H – количество необходимых видов ПКИ и ЭРИ.

Значения $R_{пр\eta}$ определяются выражением:

$$R_{пр\eta}=\begin{cases}1, & \text{если договоры на поставку заключены,}\\ 0{,}95, & \text{если договоры на поставку в стадии подписания,}\\ 0{,}8, & \text{если договоров нет, но проблем не предвидится,}\\ 0{,}01..0{,}5, & \text{если есть проблемы с поставкой ПКИ и ЭРИ,}\end{cases}$$

В случае необходимости поставки ПКИ и ЭРИ из стран, которые ввели санкции против РФ, значения $R_{пр\eta}$ выбирается из диапазона от 0,01 (США, Украина) до 0,1 (страны, которые ввели санкции под давлением США).

Расчет реализуемости мероприятий по производству (ремонту) образцов ВВСТ

Реализуемость *i*-го мероприятия по производству (ремонту) образцов ВВСТ определяется промышленной реализуемостью мероприятий (производство, ремонт).

Промышленная реализуемость *i*-го мероприятия по производству (ремонту) *j*-го образца ВВСТ в каждый год *t* программного периода $\overline{t_0,t_k}$ (*i*-го мероприятия) рассчитывается по формуле:

$$R_i^{пром}=R_i^{пр}R_i^{му}, \qquad (7)$$

где $R_i^{пр}$ – вероятность производственной реализуемости *i*-го мероприятия;

$R_i^{му}$ – вероятность соответствия технологического уровня предприятий ОПК для проведения *i*-го мероприятия.

1) Вероятность производственной реализуемости $R_i^{пр}$ определяется по формуле:

$$R_i^{пр}=\min\left(R_i^{ДПМ}R_i^{ПКИиЭРИ}\right),$$

где $R_i^{ДПМ}$ – вероятность достаточности производственных мощностей (ДПМ) предприятий ОПК для проведения *i*-го мероприятия;

$R_i^{ПКИиЭРИ}$ – вероятность достаточности покупных комплектующих изделий и электрорадиоизделий для проведения *i*-го мероприятия (рассчитывается по аналогии с вероятностью достаточности ПКИ и ЭРИ для ОКР).

Вероятность ДПМ $R_i^{ДПМ}$ предприятий ОПК для проведения *i*-го мероприятия определяется выражением:

$$R_i^{ДПМ}=\begin{cases}\left(\dfrac{C_{i\,огр}^{ДПМ}}{C_{произ\,i}}\right)^p, & \text{если } C_{произв\,i}>C_{i\,огр}^{ДПМ},\\ 1, & \text{если } C_{произв\,i}\leqslant C_{i\,огр}^{ДПМ},\end{cases}$$

где $C_{i\,огр}^{ДПМ}$ – прогноз ограничений ДПМ предприятий ОПК для проведения *i*-го мероприятия;

$C_{произв\,i}$ – производственные затраты на проведение *i*-го мероприятия;

p – параметр, характеризующий вид функции $R_i^{ДПМ}\left(\dfrac{C_{i\,огр}^{ДПМ}}{C_{произ\,i}}\right)$ и учитывающий ее нелинейность.

2) Вероятность соответствия технологического уровня предприятий ОПК для проведения *l*-го мероприятия определяется в зависимости от уровня технологической готовности предприятия к производству (ремонту) *j*-го образца ВВСТ с использованием таблицы 2. Здесь также учитывается риск, связанный с отсутствием отечественных аналогов импортных технологий.

Таблица 2 – Значения вероятности соответствия технологического уровня предприятий ОПК для производства *j*-го образца ВВСТ

Уровень технологической готовности к производству (ремонту) образца ВВСТ	Значение R_i^{my}
Необходимые технологии внедрены и использовались предприятиями ОПК при выполнении оборонных заказов	1
Необходимые технологии внедрены на предприятиях ОПК, но не использовались при выполнении оборонных заказов	0,95
На предприятиях ОПК отсутствуют некоторые существующие технологии, при внедрении которых не ожидается возникновения проблем	0,9
Некоторые требуемые технологии находятся в стадии разработки или их необходимо закупать в странах дальнего зарубежья	0,85
Некоторые требуемые технологии необходимо закупать в странах НАТО и ЕС	0,5
Внедрение хотя бы одной из требуемых технологий сопряжено со значительными трудностями. Некоторые требуемые технологии необходимо закупать в странах, которые ввели санкции против РФ и ее ОПК	0,01-0,1

Результаты оценки промышленной реализуемости могут быть представлены пользователю в соответствии со значениями вероятности производственной реализуемости серии (производимой, модернизируемой или ремонтируемой) образца ВВСТ и вероятности соответствия технологического уровня предприятий ОПК для производства образца ВВСТ (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты оценки промышленной реализуемости мероприятий по производству образца ВВСТ

<table>
<tr><td rowspan="2">Значение $R_{пр}$</td><td colspan="3">Значение R^{my}</td></tr>
<tr><td>$0 \leqslant R^{my} < 0{,}85$</td><td>$0{,}85 \leqslant R^{my} < 0{,}95$</td><td>$0{,}95 \leqslant R^{my} \leqslant 1$</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td rowspan="3">$0 \leqslant R^{пр} < 0{,}8$, в том числе:
$R^{ДПМ} < 0{,}8$
$R^{ПКИиЭРИ} < 0{,}8$</td><td rowspan="3">Недостаточная промышленная реализуемость мероприятия. Необходимо пересмотреть сроки проведения и кооперацию исполнителей мероприятия.</td><td>Недостаточные производственные мощности и средняя технологическая готовность предприятия – вероятного исполнителя мероприятия. Требуется проведение комплекса мероприятий:</td><td>Недостаточные производственные мощности предприятия – вероятного исполнителя мероприятия. Требуется проведение комплекса мероприятий:</td></tr>
<tr><td colspan="2">- по пересмотру кооперации исполнителей мероприятия в направлении повышения ее производственной мощности или сроков проведения мероприятия</td></tr>
<tr><td colspan="2">- по пересмотру кооперации поставщиков ПКИ и ЭРИ или сроков проведения мероприятия</td></tr>
<tr><td>$0{,}8 \leqslant R^{пр} < 1$, в том числе:</td><td>Недостаточная технологическая готовность и средние производственные мощности предприятия – вероятного исполнителя мероприятия. Требуется проведение комплекса мероприятий:</td><td>Средние производственные мощности и технологическая готовность предприятия – вероятного исполнителя мероприятия. Требуется проведение комплекса мероприятий:</td><td>Средние производственные мощности предприятия – вероятного исполнителя мероприятия. Требуется проведение комплекса мероприятий:</td></tr>
</table>

Таблица 3 (продолжение)

1	2	3	4
	- по поиску необходимых технологий или их альтернативы;	- по разработке или закупке некоторых необходимых для реализации мероприятия технологий;	
$0,8 \leqslant R^{ДПМ} < 1$	- по созданию дополнительных и/или перераспределению существующих мощностей предприятия		
$0,8 \leqslant R^{ПКИиЭРИ} < 1$	- по заключению договоров на поставки комплектующих, в том числе обеспечению надежности поставщиков.		
$R^{пр} < 1$	Недостаточная технологическая готовность предприятия – вероятного исполнителя мероприятия. Требуется поиск необходимых технологий или их альтернативы.	Средняя технологическая готовность предприятия – вероятного исполнителя мероприятия. Требуется проведение комплекса мероприятий по разработке или закупке некоторых необходимых для реализации мероприятия технологий.	Высокая промышленная реализуемость мероприятия.

Таким образом, представленный метод, отличающийся от известных возможностью использования на этапе обоснования вариантов развития ВВСТ ВКО и учетом рисков, связанных с освоением новых импортозамещающих технологий, позволяет осуществить выбор наиболее реализуемого варианта развития, а также выработать предложения по повышению реализуемости предложений в программы развития ВВСТ ВКО.

Список использованных источников

1. Методология программно-целевого планирования развития системы вооружения на современном этапе. Часть 1, 2 / Под ред. В.М. Буренка. – М.: Граница, 2013.

2. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Программно-целевое планирование и управление созданием научно-технического задела для перспективного и нетрадиционного вооружения.– М.: Граница, 2007.

3. Буренок В.М., Ляпунов В.М., Мудров В.И. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения / Под ред. А.М. Московского. – Изд. 2-е доп. – М.: Граница, 2005.

4. Буренок В.М, Погребняк Р.Н., Скотников А.П., Панов В.В. Методология обоснования перспектив развития средств вооруженной борьбы общего назначения. – М.: Машиностроение, 2010.

5. Буренок В.М., Косенко А.А., Лавринов Г.А. Техническое оснащение Вооруженных Сил Российской Федерации: организационные, экономические и методологические аспекты. – М.: Граница, 2007.

6. Методология обоснования рациональных вариантов программы вооружения на базе методов теории полезности / Под ред. В.В. Баскакова. – М.: Академия военных наук, 2010.

7. Методология исследований 2 ЦНИИ МО РФ. Кн. 2. «Методология обоснования системы вооружения, военной и специальной техники ПВО». – Тверь: 2 ЦНИИ МО РФ, 2007.

8. Оценка научно-технической и производственно-технологической реализуемости проектов на стадиях жизненного цикла сложных технических систем / Под ред. С.Н. Остапенко. – Тверь, 2015.

9. Лавринов Г.А., Козин М.Н. Управление рисками в системе государственного оборонного заказа. – Саратов: Наука, 2010.

10. Hajek Alan. Interpretation of probability. In The Staford Encyclopedia of Philosophy, ed.Edward N. Zalta, 2007.

А.И. Буравлев, доктор технических наук, профессор
П.С. Горшков, кандидат технических наук, доцент

К вопросу о построении агрегированной модели противоборства группировок войск

В статье рассмотрена методика агрегирования крупномасштабных моделей противоборства путем перехода от вектора фазовых координат модели к линейным нормам и агрегированным параметрам взаимодействия, что позволит на порядок сократить размерность модели. Выбором шага интегрирования обеспечивается заданная точность результатов по исходной и агрегированной модели. Приводятся примеры, иллюстрирующие применимость методики для построения агрегированных моделей различного уровня.

Современные группировки войск представляют собой большие военные системы, включающие в себя десятки воинских формирований различного назначения, сотни единиц образцов вооружения и военной техники(ВВТ) различной номенклатуры, тысячи единиц живой силы.

Моделирование и анализ применения таких группировок представляют собой сложнейшую научную и прикладную проблему. Поэтому одним из направлений современных научных исследований в области моделирования больших военных систем является разработка агрегированных моделей, позволяющих производить качественный анализ динамики таких систем, оценивать их структурную устойчивость и прогнозировать результаты их противоборства с аналогичными системами с использованием небольшого числа агрегированных параметров. Исследованию теоретических основ создания агрегированных моделей больших военных систем посвящена монография [1]. В данной статье рассматривается методика построения агрегированной модели группировки войск, использующая в своей основе методический подход, изложенный в работе [1].

В состав современных группировок войск входят воинские формирования (ВФ) различного назначения. По характеру и масштабу решаемых боевых задач все ВФ подразделяются на шесть классов [2]:

ТВФ-0. Элементарные воинские формирования рода войск, оснащенные одним образцом ВВТ и способные выполнять одну тактико-огневую задачу (задачу обеспечения), функционально определенную предназначением ВВТ. К ТВФ-0 относятся боевые расчеты (экипажи), спешенные мотострелковые отделения (отделения морской пехоты, ВДВ) и им равные. Таким образом, образец ВВТ с экипажем (боевым расчетом) представляет собой элементарное воинское формирование (боевую единицу) ТВФ-0.

ТВФ-1. Тактические подразделения (взвод, рота) рода войск, оснащенные однородным вооружением и техникой и способные выполнять несколько тактико-огневых задач (задач обеспечения), функционально определенных предназначением ВВТ.

В составе ТВФ-1 наряду с боевыми расчетами, экипажами, отделениями могут находиться расчеты, экипажи и отделения, т. е. воинские формирования типа ТФВ-0, обеспечивающие действия боевых подразделений.

ТВФ-2. Тактические подразделения рода войск (батальон, дивизион, эскадрилья), специальных войск, тыла и технического обеспечения, состоящие из нескольких ТВФ-1, способные выполнять одну тактическую задачу. В составе ТВФ-2 могут находиться обеспечивающие подразделения типа ТФВ-1.

ТВФ-3. Тактические подразделения рода войск (полк, бригада, авиабаза), специальных войск, тыла и технического обеспечения, состоящие из нескольких подразделений типа ТВФ-2 и ТВФ-1 и способных выполнять несколько тактических задач.

ОВФ – общевойсковое оперативное (оперативно-тактическое) воинское формирование, оперативное (оперативно-тактическое) воинское формирование вида ВС (группировка войск и сил), состоящее из нескольких ТВФ-3, непосредственно подчиненных ТВФ-2 и ТВФ-1, способных выполнять оперативные задачи, а при определенных условиях – готовить и проводить самостоятельные военные действия оперативного (оперативно-тактического) масштаба.

ОСВФ – общевойсковое (межвидовое, объединенное) оперативно-стратегическое воинское формирование ВС, (группировка войск и сил), состоящее из нескольких ОВФ, непосредственно подчиненных им ТВФ-3, ТВФ-2, ТВФ-1, способные готовить и проводить самостоятельные военные действия различной интенсивности на стратегическом направлении (ТВД).

Перечисленные выше классы образуют иерархическую структуру вооруженных сил (рисунок 1). В этой структуре каждый высший класс ВФ включает в себя нижестоящие классы ВФ.

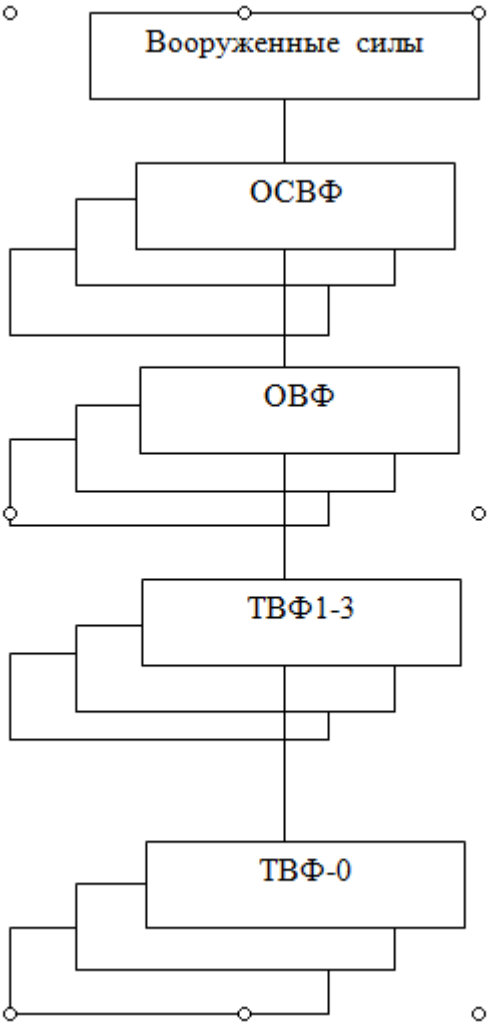


Рисунок 1 – Иерархическая структура вооруженных сил

В качестве типового объекта моделирования далее будем рассматривать ТВФ-3, имеющее в своем составе все основные функциональные элементы:

- боевые подсистемы, обеспечивающие непосредственное поражение объектов противника с применением ударных средств (УС);

- подсистемы боевого управления (БУ), осуществляющие управление применением УС;
- подсистемы материально-технического обеспечения (МТО) группировки.

Более высокие уровни войсковых группировок (ОВФ, ОСВФ) принципиально отличаются только масштабом решаемых задач, типажом и численностью входящих в них элементов и уровнем их взаимодействия.

В более мелких воинских формированиях (ТВФ-2, ТВФ-1, ТВФ-0) могут отсутствовать некоторые функциональные элементы, например, автономные подсистемы МТО.

Боевые подсистемы являются основой боевой мощи войсковых группировок. Объектами действия боевых подсистем выступают все три компоненты группировки противника. Для решения задач поражения объектов противника они оснащаются ударными средствами огневого, радиоэлектронного, химического и других видов воздействия.

Ключевыми характеристиками УС являются их типаж m и численность $N_i, (i=\overline{1,m})$, интенсивность стрельбы λ_i и вероятность поражения W_{ij} одним выстрелом (залпом) соответствующего объекта противника.

Численности и боевые возможности УС противоборствующих сторон будем обозначать верхними индексами. При допущении об отсутствии восполнения группировок в ходе военных действий, что соответствует начальному этапу любого военного конфликта, динамика изменения средних численностей противоборствующих группировок описывается следующими уравнениями [2, 3]:

$$\begin{aligned}\frac{d\overline{N}_i^{(1)}}{dt}&=-\sum_{j=1}^{m_2}\gamma_{ij}^{(2)}\omega_{ij}^{(2)}N_j^{(2)};\ \overline{N}_i^{(1)}(0)=N_i^{(1)};\ (i=\overline{1,m_1});\\ \frac{d\overline{N}_i^{(2)}}{dt}&=-\sum_{j=1}^{m_1}\gamma_{ij}^{(1)}\omega_{ij}^{(1)}N_j^{(1)};\ \overline{N}_i^{(2)}(0)=N_i^{(2)};\ (i=\overline{1,m_2});\end{aligned} \quad (1)$$

где $0<\gamma_{ij}^{(1)}<1$; $\sum_{j=1}^{L_2}\gamma_{ij}^{(1)}=1$; $0<\gamma_{ij}^{(2)}<1$; $\sum_{j=1}^{L_1}\gamma_{ij}^{(2)}=1$ – параметры целераспределения УС по объектам противника;

$\omega_{ij}^{(1)}=\lambda_j^{(1)}W_{ij}^{(1)}$; $\omega_{ij}^{(2)}=\lambda_j^{(2)}W_{ij}^{(2)}$ – интенсивности поражающего действия УС по объектам противника;

m_1, m_2 – количество типов УС в группировках противников;

L_1, L_2 – общее число возможных объектов поражения (целей) противника.

Средства боевого управления осуществляют целеуказание и управление огнем УС по объектам противника. В качестве их основных характеристик рассмотрим численность средств БУ n и число каналов управления l. Будем считать, что с каждым каналом управления связано несколько УС. При поражении средства БУ выводятся из строя все его каналы управления. При потере канала управления связанные с ним УС также теряют свою боеспособность. Принятые допущения не противоречат принципам и практике применения современных средств боевого управления. Динамику численности средств БУ в ходе военных действий описывают следующие уравнения:

$$\begin{aligned}\frac{d\overline{n}_1}{dt}&=-\sum_{j=1}^{m_2}\gamma_{ij}^{(2)}\omega_{ij}^{(2)}\overline{N}_j^{(2)};\ \overline{n}_1(0)=n_1;\\ \frac{d\overline{n}_2}{dt}&=-\sum_{j=1}^{m_1}\gamma_{ij}^{(1)}\omega_{ij}^{(1)}\overline{N}_j^{(1)};\ \overline{n}_2(0)=n_2.\end{aligned} \quad (2)$$

С учетом (2) среднее число боеспособных УС в составе противоборствующих группировок на текущий момент времени t будет составлять:

$$\overline{N}_i^{(1)}(t) := \min\left\{\overline{N}_i^{(1)}(t), l_i \overline{n}_1(t)\right\}. \quad (3)$$

Символ $:=$ здесь означает «положить равным».

Подсистема МТО включает в себя склады (пункты) с запасами материальных средств и боеприпасами, необходимые транспортные средства и личный состав для их доставки в войска. В качестве основных характеристик подсистемы МТО будем рассматривать число r складов (пунктов) размещения материальных средств и их объем M. Общий запас материальных средств в группировках составляет:

$$M^{(1)} = \sum_{k=1}^{r_1} \sum_{i=1}^{m_1} M_{kj}^{(1)}; \quad M^{(2)} = \sum_{k=1}^{r_2} \sum_{i=1}^{m_2} M_{kj}^{(2)}. \quad (4)$$

Этот запас обеспечивает ведение военных действий в течение времени проведения операции T_{on}. От величины запасов, времени проведения операции и численности ударных средств зависит интенсивность действия УС по объектам противника. В общем случае интенсивность действия УС λ определяется следующим выражением:

$$\lambda(t) = \begin{cases} \dfrac{\overline{M}(t)}{\overline{N}(t)\left[T_{on} - t\right]}, & \overline{M}(t) > 0 \\ 0, & \overline{M}(t) = 0 \end{cases}, \quad (5)$$

где $\overline{M}(t), \overline{N}(t)$ – средние значения текущего запаса материальных средств и численности УС в составе группировки.

Склады (пункты) с запасами материальных средств, транспортные потоки их поставки в войска также являются объектами поражения противоборствующей стороны. Динамику изменения запасов материальных средств в ходе военных действий можно описать системой дифференциальных уравнений, учитывающих расход материальных средств и их возможные потери от ударов противника:

$$\begin{aligned} &\frac{d\overline{r}_1}{dt} = -\sum_{j=1}^{m_2} \gamma_{ij}^{(2)} \omega_{ij}^{(2)} \overline{N}_j^{(2)}; \quad \frac{dM_i^{(1)}}{dt} = -\lambda_i^{(1)} \overline{N}_i^{(1)}; \quad \overline{r}_1(0) = r_1; \quad M_i^{(1)}(0) = M_i^{(1)}; \\ &\frac{d\overline{r}_2}{dt} = -\sum_{j=1}^{m_1} \gamma_{ij}^{(1)} \omega_{ij}^{(1)} \overline{N}_j^{(1)}; \quad \frac{dM_i^{(2)}}{dt} = -\lambda_i^{(2)} \overline{N}_i^{(2)}; \quad \overline{r}_2(0) = r_2; \quad M_i^{(2)}(0) = M_i^{(2)}. \end{aligned} \quad (6)$$

Система уравнений (1)...(6) является замкнутой и позволяет моделировать процесс военных действий противостоящих группировок войск. Общая размерность даже такой «грубой» модели составляет $3(m_1 \times m_2)+5$, что при $m > 10$ уже является достаточно большой.

Размерность математической модели можно снизить путем перехода к суммарной численности УС и агрегированным показателям группировок:

$$\overline{N}^{(1)} = \sum_{i=1}^{m_1} \overline{N}_i^{(1)}; \quad \overline{N}^{(2)} = \sum_{i=1}^{m_1} \overline{N}_i^{(2)};$$

$$\omega^{(1)} = \frac{\sum_{i=1}^{m_2} \sum_{j=1}^{m_1} \gamma_{ij}^{(1)} \omega_{ij}^{(1)} N_j^{(1)}}{\sum_{j=1}^{m_1} N_j^{(1)}}; \quad \omega^{(2)} = \frac{\sum_{i=1}^{m_1} \sum_{j=1}^{m_2} \gamma_{ij}^{(2)} \omega_{ij}^{(2)} N_j^{(2)}}{\sum_{j=1}^{m_2} N_j^{(2)}};$$

$$\lambda^{(1)} = \frac{\sum_{i=1}^{m_1} \lambda_i^{(1)} \overline{N}_i^{(1)}}{\sum_{i=1}^{m_1} \overline{N}_i^{(1)}}; \quad \lambda^{(2)} = \frac{\sum_{i=1}^{m_2} \lambda_i^{(2)} \overline{N}_i^{(2)}}{\sum_{i=1}^{m_2} \overline{N}_i^{(2)}};$$

$$l^{(1)}=\frac{\sum_{i=1}^{\bar{n}_1} l_i^{(1)}}{\bar{n}_1};\quad l^{(2)}=\frac{\sum_{i=1}^{\bar{n}_2} l_i^{(2)}}{\bar{n}_2}. \tag{7}$$

В результате получаем систему из 12 уравнений для агрегированных показателей группировок:

$$\begin{gathered}
\frac{d\bar{N}^{(1)}}{dt}=-\omega^{(2)}\bar{N}^{(2)};\quad \frac{d\bar{N}^{(2)}}{dt}=-\omega^{(1)}\bar{N}^{(1)};\\
\frac{d\bar{n}_1}{dt}=-\omega^{(2)}\bar{N}^{(2)};\quad \frac{d\bar{n}_2}{dt}=-\omega^{(1)}\bar{N}^{(1)};\\
\bar{N}^{(1)}(t):=\min\left\{\bar{N}^{(1)}(t),l_1\bar{n}_1(t)\right\};\quad \bar{N}^{(2)}(t):=\min\left\{\bar{N}^{(2)}(t),l_2\bar{n}_2(t)\right\};\\
\frac{d\bar{r}_1}{dt}=-\omega^{(2)}\bar{N}^{(2)};\quad \frac{d\bar{r}_2}{dt}=-\omega^{(1)}\bar{N}^{(1)};\\
\frac{d\bar{M}^{(1)}}{dt}=-\lambda^{(1)}\bar{N}^{(1)};\quad \frac{d\bar{M}^{(2)}}{dt}=-\lambda^{(2)}\bar{N}^{(2)};\\
\bar{M}^{(1)}:=\bar{r}_1\bar{M}^{(1)};\quad \bar{M}^{(2)}:=\bar{r}_2\bar{M}^{(2)}.
\end{gathered} \tag{8}$$

Покажем, что система агрегированных уравнений (8) на малых интервалах времени Δt эквивалентна решению системы уравнений (1)-(6) для линейной нормы векторов.

Для этого рассмотрим систему векторно-матричных дифференциальных уравнений противоборства в упрощенном представлении:

$$\begin{gathered}
\frac{d\mathbf{x}}{dt}=-\mathbf{B}\mathbf{y};\quad \mathbf{x}(0)=c_1;\\
\frac{d\mathbf{y}}{dt}=-\mathbf{A}\mathbf{x};\quad \mathbf{y}(0)=c_2;
\end{gathered} \tag{9}$$

где $\mathbf{A}=\left(a_{ij}\right)_{m\times n}$; $\mathbf{B}=\left(b_{ij}\right)_{n\times m}$ – положительные прямоугольные матрицы соответствующих размерностей;

x, y – вектора с неотрицательными компонентами.

Обозначим $\|\mathbf{x}\|=\sum_{i=1}^{n} x_i$; $\|\mathbf{y}\|=\sum_{i=1}^{n} y_i$ линейные нормы векторов **x,y**; $\|A\|=\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} a_{ij}$; $\|B\|=\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} b_{ij}$ – линейные нормы матриц **A, B**.

Применим к векторно-матричным уравнениям (9) операцию нормирования. В результате получим следующую систему скалярных уравнений:

$$\begin{gathered}
\frac{dx}{dt}=-\beta y;\quad x(0)=c_1;\\
\frac{dy}{dt}=-\alpha x;\quad y(0)=c_2;
\end{gathered} \tag{10}$$

где $x=\sum_{i=1}^{n} x_i$; $y=\sum_{i=1}^{m} y_i$ – суммарные численности ударных сил противоборствующих группировок;

$p_i=\frac{x_i}{x}$; $q_i=\frac{y_i}{y}$ – долевые численности разнородных сил группировок;

$\beta=\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} b_{ij}q_j$; $\alpha=\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} a_{ij}p_j$ – агрегированные параметры эффективности действия сторон.

Совместное интегрирование этих уравнений позволяет получить динамику суммарной численности ударных сил группировок в процессе противоборства в зависимости от агрегированных параметров эффективности их действия α, β.

Введем теперь расширенный вектор $z = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ и матрицу $\mathbf{D} = \begin{pmatrix} 0 & \mathbf{B} \\ \mathbf{A} & 0 \end{pmatrix}$. Тогда систему уравнений (9) можно записать в виде одного уравнения:

$$\frac{dz}{dt} = -\mathbf{D}z \; ; \; z(0) = c \; .$$

Его решение имеет вид [4]:

$$z(t) = e^{-\mathbf{D}t} c \; , \tag{11}$$

где $e^{-\mathbf{D}t}$ – матричная экспонента.

На малом интервале времени $(t, t+\Delta t)$ имеем следующее приближенное равенство:

$$z(t+\Delta t) = e^{-D(t+\Delta t)} c \approx \left[I - \Delta t \, \mathbf{D} \right] z(t) \; ,$$

откуда получаем:

$$\Delta z = -\Delta t \, \mathbf{D}z \; .$$

Поскольку матрица **D** блочная, то приращение Δz разбивается на два независимых приращения:

$$\Delta x = -\Delta t \, \mathbf{B}y \; ; \; \Delta y = -\Delta t \, \mathbf{A}x \; .$$

Применяя к ним операцию нормирования для векторов **x, y**, получаем приращения для суммарной численности группировок, соответствующие уравнениям(10):

$$\Delta x = -\beta \, y \, \Delta t \; ; \; \Delta y = -\alpha \, x \, \Delta t \; .$$

Таким образом, на достаточно малом интервале времени Δt решения уравнений (9), (10) по линейной норме векторов совпадают. Выбор длины интервала Δt определяется заданной относительной погрешностью получаемого решения ε:

$$\Delta t \leqslant \frac{\varepsilon}{\min\left\{ \alpha, \beta \right\}} \; .$$

В результате агрегирования значительно сокращается размерность модели, что не требует применения высокопроизводительных компьютеров.

По результатам моделирования для каждого момента времени нетрудно определить количественное соотношение сил противоборствующих группировок. Этот показатель определяется как отношение суммарных численностей ударных сил противоборствующих группировок [3]:

$$K_c(t) = \frac{x(t)}{y(t)} \; . \tag{12}$$

При оценке возможностей группировок часто используется показатель боевого потенциала группировки [1, 2, 3]. Этот показатель характеризует суммарную величину ущерба, наносимого противнику в текущий момент времени. Из (9), (10) следует, что потенциалы противоборствующих сторон составляют:

$$P_A = \|\mathbf{A}x\| = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j = \alpha \, x \; ; \; P_B = \|\mathbf{B}Y\| = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} b_{ij} x_j = \beta \, y \; . \tag{13}$$

Соотношение потенциалов характеризует боевые возможности сторон в текущий момент времени, которые зависят как от количественного соотношения ударных сил, так и от эффективности их действия:

$$K_p(t) = \frac{P_A(t)}{P_B(t)} = \mu K_c(t) \; , \tag{14}$$

где $\mu = \frac{\alpha}{\beta}$ – соотношение агрегированных показателей эффективности действия сторон.

Использование в качестве агрегированных параметров показателей боевого потенциала позволяет исходную модель противоборства (9) представить в виде системы уравнений для боевых потенциалов группировок:

$$\frac{dP_A}{dt} = -\alpha^* P_B ; \quad \frac{dP_B}{dt} = -\beta^* P_A \qquad (15)$$

с соответствующими начальными условиями $P_A(0)$; $P_B(0)$,

где $\alpha^* = \frac{\|\mathbf{AP_B}\|}{\|P_B\|}$; $\beta^* = \frac{\|\mathbf{BP_A}\|}{\|P_A\|}$ – агрегированные параметры эффективности действия сторон относительно боевых потенциалов группировок.

Уравнения (15) дают эквивалентное решение исходной задачи в пространстве боевых потенциалов.

Для демонстрации методики рассмотрим примеры построения агрегированной модели противоборствующих группировок.

Пример 1. Рассматривается противодействие двух тактических группировок, в состав которых входят только ударные средства.

Типаж и численность УС, а также параметры эффективности их действия представлены в таблицах 1-3. В таблицах 2, 3 в первом столбце приведены вероятности целераспределения УС, а во втором – вероятности поражения объектов.

Таблица 1 – Состав и численность группировок

Сторона А			Сторона В		
Типаж УС	Численность	Интенсивность действия	Типаж УС	Численность	Интенсивность действия
x1	10	0,15	y1	20	0,1
x2	30	0,1	y2	30	0,2
x3	15	0,2	y3	0	0
Суммарная численность	55			50	

По данным таблиц 1-3 методом численного интегрирования уравнений (9) рассчитывается динамика численности противоборствующих сторон в ходе боя продолжительностью $T_{on} = 10$ часов . Расчетный интервал времени составляет $\Delta t = 1$ час . Результаты расчетов приведены на рисунках 2, 3.

Таблица 2 – Матрица поражающего действия стороны А

	Сторона В					
Сторона А	y1		y2		y3	
x1	0,3	0,1	0,7	0,15	0	0
x2	0,5	0,2	0,5	0,1	0	0
x3	0,6	0,15	0,4	0,3	0	0

Таблица 3 – Матрица поражающего действия стороны В[1]

	Сторона В					
Сторона А	x1		x2		x3	
y1	0,5	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1
y2	0,4	0,1	0,2	0,15	0,4	0,2
y3	0	0	0	0	0	0

1 В таблицах 2, 3 первое число означает вероятность действия УС по объекту, а второе – вероятность его поражения.

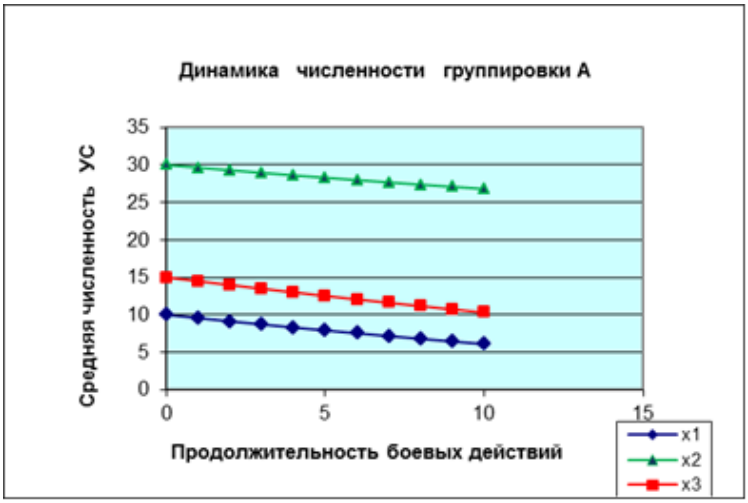


Рисунок 2 – Динамика численности группировки А

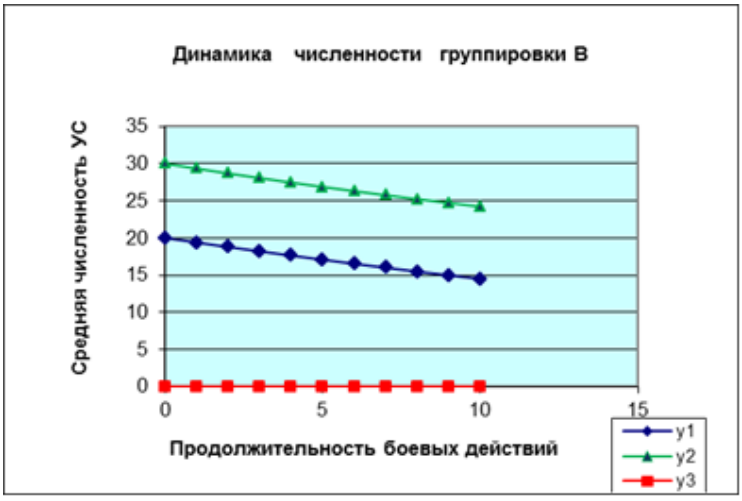


Рисунок 3 – Динамика численности группировки В

В соответствии с формулами (10) рассчитаны агрегированные значения показателей α, β, динамика которых показана на графиках рисунка 4.

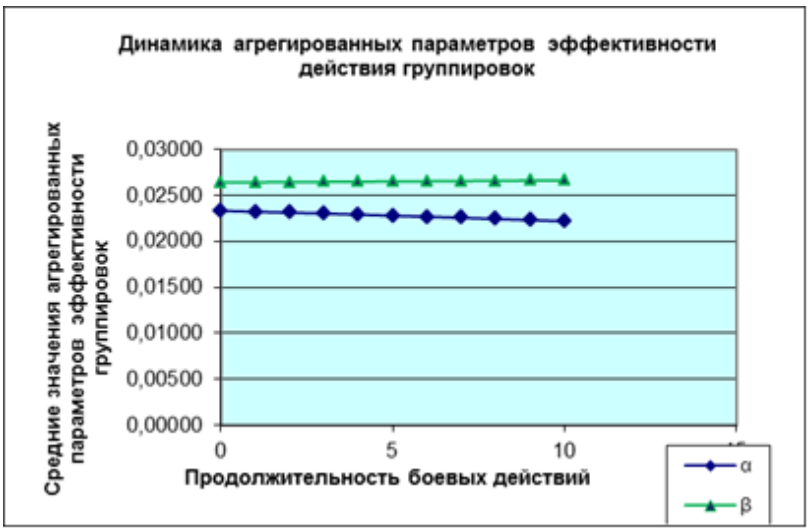


Рисунок 4 – Динамика агрегированных показателей эффективности действия противоборствующих группировок

По этим значениям произведен расчет изменения суммарной численности группировок по точной формуле (11) и приближенным формулам (10), результаты которого показаны на рисунках 5, 6. Как видно из приведенных графиков, агрегированная модель (10) дает практически одинаковые результаты в сравнении с точной моделью. Исследования показывают, что выбором шага интегрирования Δt можно обеспечить любую заданную точность расчета.

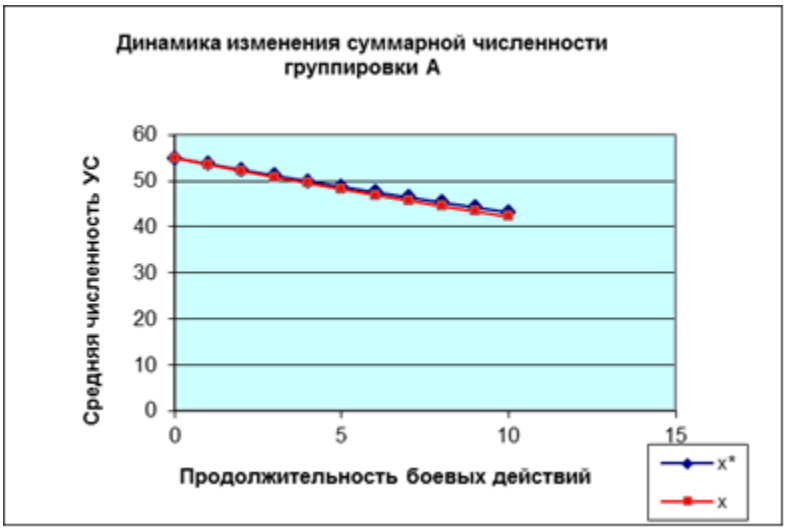


Рисунок 5 – Динамика суммарной численности группировки А, рассчитанная точным и приближенным методом

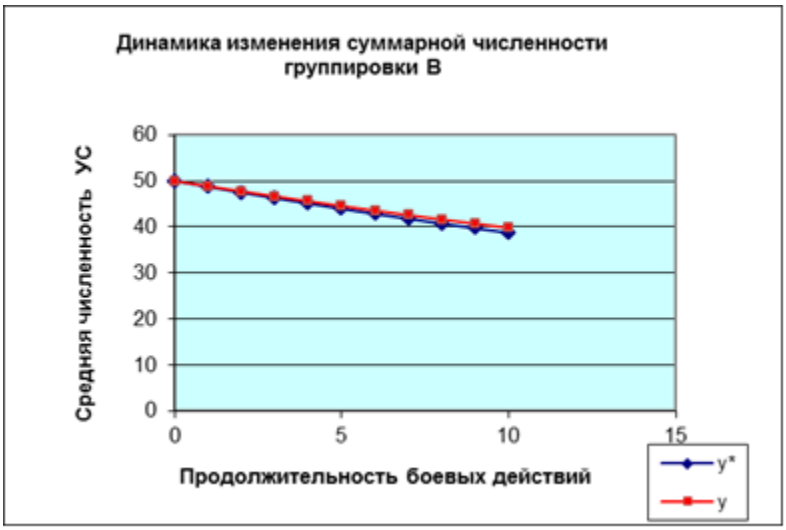


Рисунок 6 – Динамика суммарной численности группировки В, рассчитанная точным и приближенным методом

На рисунке 7 приведены значения показателей боевых возможностей противоборствующих группировок $K_c(t)$, $K_p(t)$ в ходе боевых действий.

Из рисунка видно, что с течением боевых действий показатель соотношения численности сторон $K_c(t)$ увеличивается в пользу стороны А, однако показатель ее боевых возможностей убывает по сравнению со стороной В. Это связано с тем, что показатель эффективности действия стороны В в среднем выше, чем у стороны А (рисунок 6) и он увеличивается в ходе боевых действий за счет более низкого темпа потерь.

Приведенный пример демонстрирует практическую целесообразность применения агрегированной модели для описания процессов противоборства военных систем.

Рассмотрим второй пример, в котором противоборствующие группировки войск имеют в своем составе кроме ударных средств подсистемы боевого управления и МТО.

Пример 2. Дополнительными данными к условиям примера 1 являются численность средств БУ и пунктов МТО с запасами средств поражения, а также целераспределение УС при действии по ним (таблица 4).

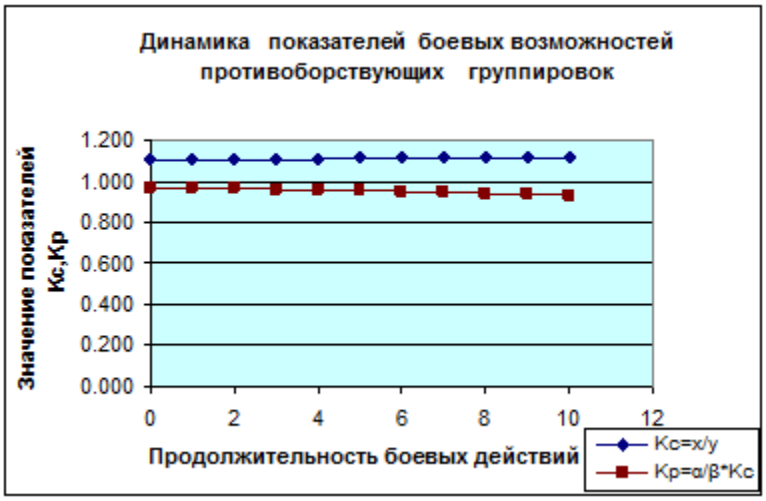


Рисунок 7 – Динамика показателей боевых возможностей противоборствующих группировок

Таблица 4 – Матрица целераспределения УС группировок по объектам действия

Сторона А				Сторона В		
Объекты действия	Численность	Целераспре-деление	Вероятность поражения	Численность	Целераспре-деление	Вероятность поражения
УС	55	0,5	0,3	50	0,6	0,3
Средства БУ	8	0,2	0,2	10	0,3	0,2
Пункты МТО	5	0,3	0,2	8	0,1	0,2
Общий запас СП	240			240		

Из таблицы 4 видно, что группировки имеют примерно одинаковую численность УС и эффективность их применения, схожие системы боевого управления и МТО, одинаковый запас средств поражения. Различие состоит в стратегии огневого поражения объектов противника. Сторона А основной упор делает на поражение УС (50%) и пунктов МТО (30%), а сторона В – на поражение УС (60%) и средств БУ (30%).

Объем запаса СП обеспечивает непрерывное ведение военных действий в течение $T_{оп}=16$ час. Интенсивность действия УС рассчитывается из заданного запаса СП и продолжительности военных действий по формуле (5). В качестве расчетного интервала принят $\Delta t=1$ час. Моделирование противоборства производилось в рамках агрегированной модели. Результаты моделирования приведены на рисунках 8-10.

Как видно из рисунков 7-10 при выбранной стратегии огневого поражения запасы СП стороны В за время боевых действий $t=11$ час. полностью расходуются. Поэтому сторона В хотя и имеет большую численность УС, но оказывается не боеспособной. Сторона А в этом случае одерживает безусловную победу над противником.

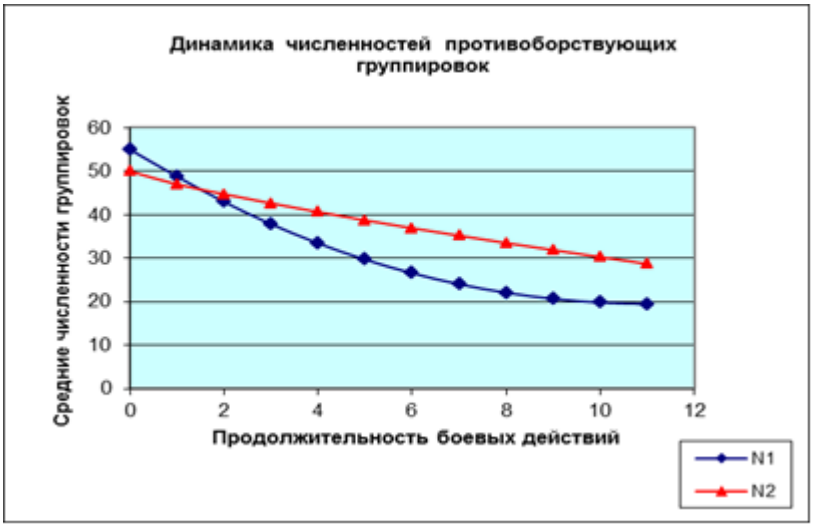


Рисунок 8 – Динамика средних численностей противоборствующих группировок

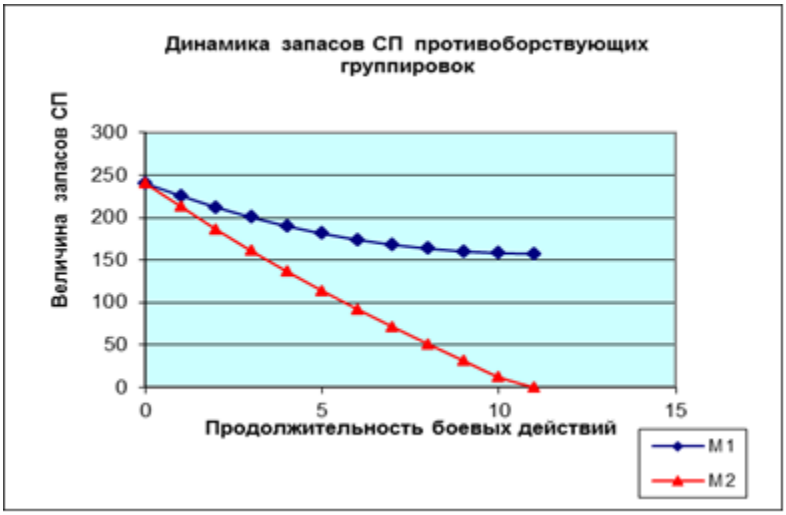


Рисунок 9 – Динамика запасов СП противоборствующих группировок

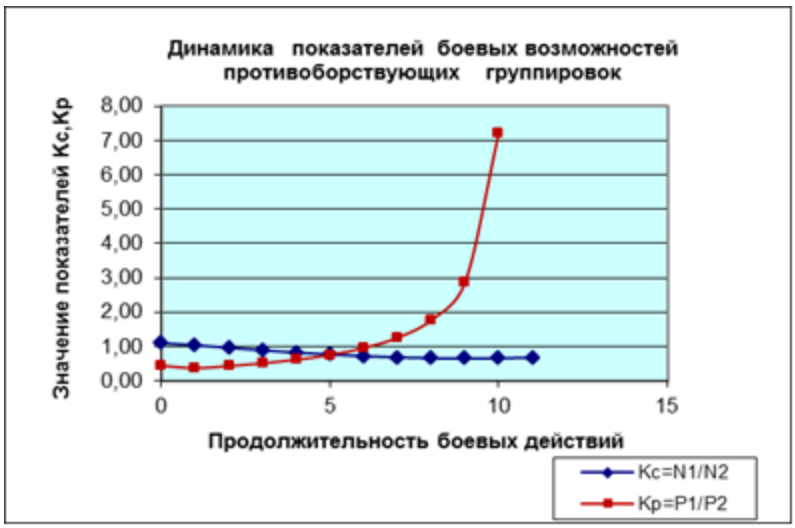


Рисунок 10 – Динамика показателей боевых возможностей противоборствующих группировок

Картина кардинально меняется, если сторона В применяет следующее целераспределние своих УС: 50% действуют по УС, 30% – по средствам БУ, 20% – по пунктам МТО. В этом случае

запасы СП у стороны В сохраняются вплоть до расчетного момента времени и в среднем превышают запасы стороны А (рисунок 11). Численность группировки В почти на порядок превышает численность стороны А (рисунок 12), что обеспечивает ей полный разгром противника.

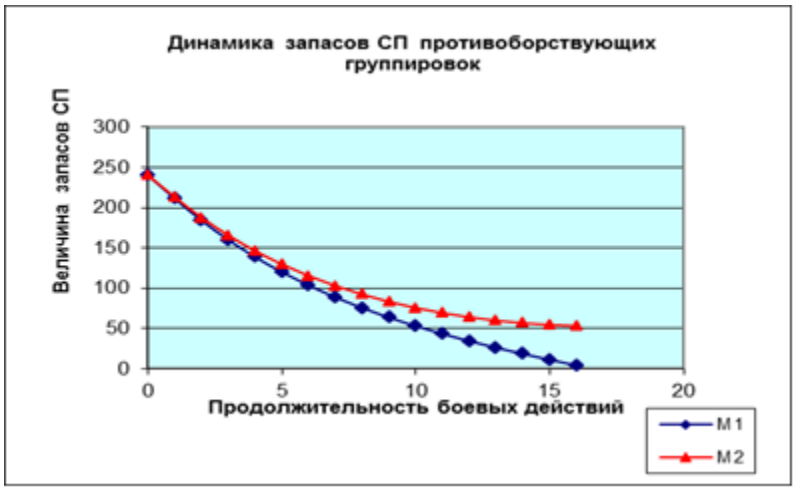


Рисунок 11 – Динамика запасов СП противоборствующих группировок

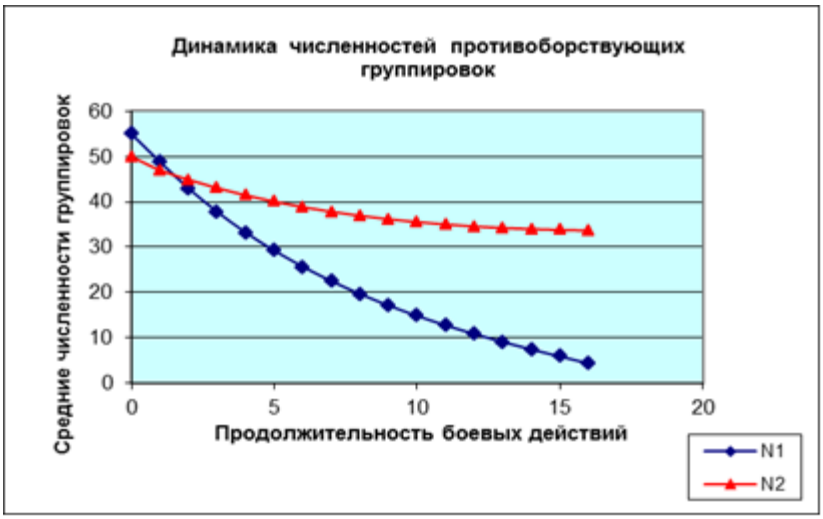


Рисунок 12 – Динамика средних численностей противоборствующих группировок

Причина такого резкого изменения результатов противоборства состоит в том, что сторона А изначально имеет меньшее число средств БУ и пунктов хранения запасов СП, что обеспечивает их большую уязвимость по сравнению со стороной В при одинаковой эффективности действия УС. Кроме того, эффективность поражения средств БУ стороны А в 1,5 раза выше, чем у стороны В. Все это приводит к тому, что темп выбытия средств БУ и пунктов МТО у стороны А в ходе боевых действий выше, чем у стороны В (рисунок 13, 14).

Исследования агрегированной модели показывают, что она обладает достаточно высокой чувствительностью к изменению параметров противоборства группировок (их численности, эффективности поражения объектов и др.), что позволяет использовать ее для сравнительного анализа и оптимизации боевых возможностей группировок различного масштаба в различных сценариях военного противоборства. Областью применения рассмотренной выше агрегированной модели могут быть предварительные исследования по обоснованию облика создаваемых перспективных войсковых группировок с новыми видами ВВТ и оценки их боевых возможностей на различных ТВД и операционных направлениях [5]. Для практического использования модели разработан

программный модуль в среде Mathcad, который может быть встроен в любую автоматизированную информационную систему поддержки решений задач военного планирования.

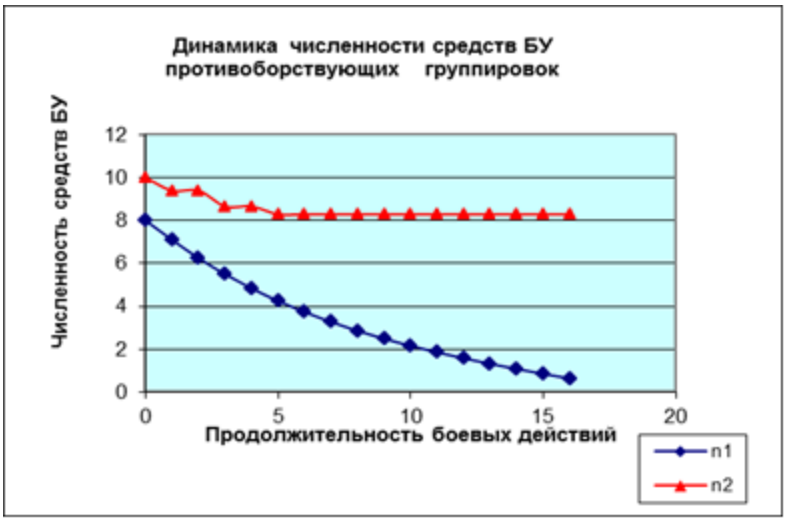


Рисунок 13 – Динамика средней численности средств БУ противоборствующих группировок

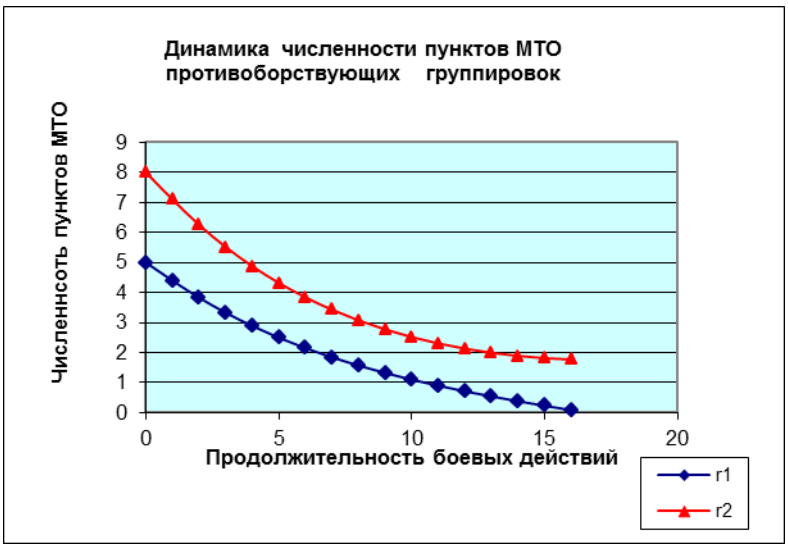


Рисунок 14 – Динамика средней численности пунктов МТО противоборствующих группировок

Построение агрегированной модели для крупномасштабных военных систем типа ОВФ, ОСВФ потребует дальнейшей структурной детализации их функциональных подсистем. Например, разделения УС по сферам их применения, расширения перечня поражаемых объектов военной и гражданской инфраструктуры, большей детализации системы военного управления и МТО группировок войск. В этом случае размерность агрегированной модели будет увеличиваться, но в значительно меньшей степени, чем при традиционном подходе к моделированию.

Список использованных источников

1. Морозов Н.А. Теоретические основы качественного анализа больших военных систем. – М.: 27 ЦНИИ МО РФ, 2003. – 357 с.

2. Буравлев А.И., Брезгин В.С., Цырендоржиев С. Р. Основы методологического подхода к оценке боевого потенциала образцов ВВТ и воинских формирований // Вооружение и экономика. – 2009. – № 3 (7).

3. Брезгин В.С., Буравлев А.И. Методы оценки эффективности вооружения и военной техники и их применение в задачах программно-целевого планирования / В кн. Методология программно-целевого планирования развития системы вооружения на современном этапе. Ч. 1, 2; под ред. В.М. Буренка. – М.: Граница, 2011. – 519 с.

4. Беллман Р. Введение в теорию матриц / Пер. с англ. под ред. В.Б. Лидского. – М.: Наука, 1976. – 351 с.

5. Буравлев А.И., Еланцев Г.А. Задача обоснования оптимальной численности группировки войск по критерию «стоимость-эффективность» // Вооружение и экономика. – 2014. – № 3 (28).

В.В. Пименов, доктор экономических наук, профессор

Промышленная политика: основные направления и приоритеты в условиях цифровой трансформации

Утвержденная распоряжением Правительства РФ в июле 2017 года программа «Цифровая экономика Российской Федерации» становится важным фактором государственной промышленной политики, которая должна способствовать успешному развитию производственной сферы экономики страны. Вместе с тем это потребует глубоких структурных изменений всей действующей модели экономики, отвечающей требованиям концепции «Индустрия 4.0». В статье с системных позиций рассматриваются основные направления и приоритеты промышленной политики России, связанной, в первую очередь, с оборонно-промышленным комплексом как высокотехнологичным сектором экономики страны и являющимся базой передовых технологических укладов. Раскрываются инструменты и методы адаптации высокотехнологичных предприятий к условиям цифровой экономики.

Промышленная политика России: современный этап развития

В самом конце 2014 года с принятием Федерального закона № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации» промышленная политика в России получила статус de jure, но de facto пока не стала реальным программным инструментом, стимулирующим развитие всей производственно-технологической базы страны. В 2015 году вступил в действие Федеральный закон № 72-ФЗ «О стратегическом планировании в РФ». Эти два закона как нормативно-правовые акты регулируют соответственно отношения, возникающие между субъектами в сфере промышленности, и определяют порядок их взаимодействия в сфере стратегического планирования.

Вступившая в силу в середине 2015 года промышленная политика России стала результатом долгих споров о том, каким путем стимулировать промышленное развитие и рост экономики и, соответственно, каким производствам и отраслям следует в первую очередь предоставлять государственную поддержку и льготы для их развития. Объективной предпосылкой такого подхода к выбору промышленной политики служил вопрос о необходимости обратить главное внимание на состояние общей промышленной базы страны и принять эффективные меры, чтобы вывести экономику на новый уровень, отвечающий перспективным технологическим укладам.

По сути, вполне обоснованно промышленная политика рассматривалась на этом этапе как основной приоритет всей экономической политики государства. И как подтверждение этому, в главе 4 Федерального закона № 488-ФЗ раскрываются особенности промышленной политики в оборонно-промышленном комплексе, тем самым подчеркивая целостность стратегии промышленной политики России. Однако это общее видение на практике реализуется крайне слабо, что проявляется как в низком уровне трансфера высоких технологий между секторами оборонного и гражданского производства, так и в медленном развитии всей промышленной базы страны и ее структуры.

Одним из ключевых инструментов реализации промышленной политики в рамках данного Федерального закона следует считать лишь специальный инвестиционный контракт (ст. 16) как долгосрочный проект, заключаемый на срок до десяти лет по типовым формам, утвержденным Правительством России для отдельных отраслей промышленности. Такой специальный инвестиционный контракт в совокупности с федеральными целевыми программами (ФЦП), государственными программами и отраслевыми стратегиями развития действительно составляет определен-

ную правовую основу для проведения промышленной политики Российской Федерации. Однако на этом практически заканчивается важная стратегическая роль этой промышленной политики как фактора развития экономики страны. Такая политика ограничивается лишь ее поддержкой.

В то же время внешние экономические и политические условия, сложившиеся в России в последние три года, ставят перед страной задачи существенной смены самой модели развития экономики и поиска в ней роли и места промышленной политики и ее новых приоритетов. Так, промышленная политика в странах Европейского союза рассматривается в ее широком понимании как инструмент обеспечения экономического и технологического лидерства, наращивания производительности труда, квалификации и общей численности занятых, способность справляться с рисками глобализации и интенсивной международной конкуренцией [7, 11]. В этом контексте современная промышленная политика России должна быть тесно связана с технологической и инновационной политикой с целью структурного обновления всей отечественной экономики.

Технологическая политика, которую называют политикой содействия инновационному развитию, направлена на поддержание и развитие технологического уровня государства путем внедрения инноваций. Именно на такую взаимосвязь промышленной и технологической политики направлен Указ Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642 «О стратегии научно-технологического развития РФ». Примечательно, что в данной стратегии подчеркнуто, что при имеющемся положительном опыте реализации масштабных технологических проектов, в том числе в сфере обеспечения обороны и безопасности государства, сохраняется проблема невосприимчивости экономики и общества к инновациям, что препятствует практическому применению результатов исследований и разработок (доля инновационной продукции в общем выпуске составляет всего 8-9%; инвестиции в нематериальные активы в России в 3-10 раз ниже, чем в ведущих государствах; доля экспорта российской высокотехнологичной продукции в мировом объеме экспорта составляет около 0,4%). Практически отсутствует передача знаний и технологий между оборонным и гражданским секторами экономики, что сдерживает развитие и использование технологий двойного назначения.

Инновационная политика направлена, как правило, на идентификацию ключевых технологий, на проведение соответствующих НИОКР и внедрение полученных результатов. Инструментом реализации этой целевой задачи промышленной политики является создание инновационной инфраструктуры, направленной на создание нового продукта, использование новой технологии производства, новых материальных, финансовых и других ресурсов, открытие новых рынков, новых источников сырья. Инновационная инфраструктура не должна оставаться лишь компонентом инновационной стратегии, она должна стать неотъемлемым инструментом реализации всей промышленной политики.

В настоящее время пора уже переходить от дискуссий о роли и месте промышленной политики [5, 10] к ее практической реализации. Не стоит повторять, что роль и место отечественной промышленности, особенно обрабатывающей, не соответствует стандартам развитых и динамично развивающихся стран. Падение технологического уровня промышленности России в 1990-е годы, особенно отрасли станкостроения, постепенно восстанавливается.

Роль промышленной политики следует рассматривать значительно шире. Анализируя различные варианты понимания промышленной политики, В.Л. Тамбовцев [14] выделяет такое ее определение: «…для промышленной политики критически важно осуществить структурные изменения, требуемые для развития». Но именно эта целевая задача и не просматривается в современной отечественной промышленной политике. В должной степени не привлечен к ее реализации и оборонно-промышленный комплекс, роль которого ограничивается лишь увеличением доли высокотехнологичной продукции.

В действующем Законе № 488-ФЗ понимание промышленной политики представляется весьма узким, ограниченным именно «промышленной инфраструктурой», «инфраструктурой поддержки деятельности в сфере промышленности… предприятиями и интегрированными структурами ОПК». При этом крайне слабо просматриваются роль и место таких общесистемных инструментов и механизмов, как программно-целевое планирование и государственно-частное партнерство, развитие производственно-технологической базы, организационной структуры современной промышленности. При раскрытии принципов промышленной политики (ст. 4) отсутствуют такие ее субъекты, как Союз промышленников и предпринимателей, Торгово-промышленная палата, Союз машиностроителей, деятельность которых в значительной степени связана с развитием бизнеса и интересами негосударственного сектора экономики. При раскрытии понятия инфраструктуры поддержки деятельности в сфере промышленности (ст. 3) совершенно не обозначена роль малого бизнеса в промышленной политике, тогда как именно он должен стать как связующим специализированным звеном в крупных интегрированных структурах, так и проводником высоких технологий при их трансфере между субъектами оборонной и гражданской отраслями промышленности. Автор [6, 7] неоднократно подчеркивал, что оборонно-промышленный комплекс на современном этапе не должен выполнять лишь роль «локомотива» экономики, которую он играл в 1990-е годы, вытягивая страну из разрухи, выпуская высокотехнологичную продукцию, а должен стать «генератором», заряжая ее высокими технологиями и выполняя тем самым структурообразующую роль всей производственной сферы.

Системообразующая роль ОПК состоит в дальнейшей модернизации и развитии промышленно-технологической базы страны. ОПК, помимо того, что он является основным и единственным поставщиком военной продукции, следует рассматривать и как основного разработчика и поставщика высоких технологий двойного назначения (ТДН), что делает его технологической базой для гражданских производств по выпуску материалов, компонентов, элементной базы микроэлектроники, приборов, деталей, узлов машин и т. п. Сборочные производства ОПК – изготовители собственно ВВСТ (систем вооружений) – носят узкоспециализированный характер и, по сути, представляют собой ядро оборонно-промышленного потенциала, состоящего из ограниченного числа оборонных предприятий (системообразующих интегрированных структур – ИС), ориентированных, главным образом, на задачи реализации Государственной программы вооружений. Схематично такое ядро оборонно-промышленного потенциала представляется в виде правильной пирамиды, вписанной в усеченную пирамиду, изображающую национальную промышленно-технологическую базу (рисунок 1).

На вершине пирамиды находятся ключевые корпорации, создающие системы вооружений; в середине – компании (основные звенья военно-гражданской интеграции), разрабатывающие и поставляющие компоненты и узлы первого и второго уровня кооперации; в основании пирамиды – гражданские отрасли экономики, разработчики, производители и поставщики оборудования, деталей, материалов, сырья и т. п., которые могут использоваться оборонными предприятиями в военном производстве. Нижний уровень – это, по сути, общий технологический базис национальной экономики страны.

Таким образом, можно говорить уже не об ОПК как комплексе, ориентированном, в своей основе, на замкнутый цикл создания вооружения и военной техники, а об *оборонно-промышленной базе высокотехнологичного комплекса страны*. Исходя из такого видения процесса модернизации ОПК, должна строиться и соответствующая система управления развитием оборонно-промышленной базы.

Основной вектор развития промышленной политики страны – это диверсификация, которая в значительной степени характерна для оборонных предприятий [6]. Президент В. Путин в по-

следнее время неоднократно акцентировал внимание «оборонки» именно на глубокой диверсификации имеющегося промышленного, технологического, научного и кадрового потенциала для выпуска продукции двойного и гражданского назначения после 2020 года, по завершении Государственной программы вооружения – ГПВ-2020. Вместе с этим, обращалось также внимание на усиление поддержки гражданских предприятий, обеспечивающих выпуск критически важных материалов и комплектующих для предприятий ОПК, а также на принятие более решительных мер по вовлечению в процессы диверсификации частного бизнеса. И такая промышленная стратегия крайне важна, поскольку известно, что диверсифицированная экономика развивается успешнее, чем узкоспециализированная, вплоть до некоторого порога, за которым условием успеха становится повышение специализации.

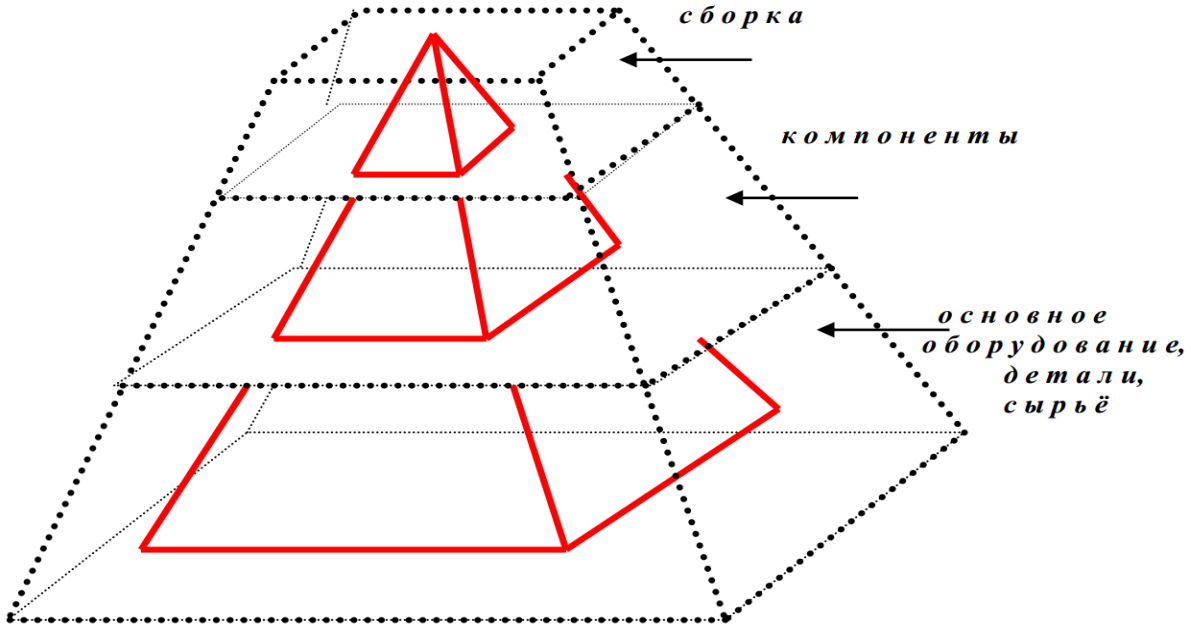


Рисунок 1 – Схема интеграции военно-промышленной базы с гражданским сектором экономики

Еще одним важным структурообразующим фактором промышленной политики является соотношение крупных, средних и малых компаний. Для сложившейся российской промышленности и, в первую очередь, для высокотехнологичных предприятий ОПК, характерным является упор на крупные фирмы, тогда как средние и особенно мелкие предприятия рассматривались скорее, по замечанию [14], как «социальная нагрузка» на экономику промышленных гигантов. В то же время такая структура крупномасштабных компаний уже не соответствует облику экономики, переходящей к этапу четвертой промышленной революции [1, 11].

Таким образом, главный вектор развития сложившейся промышленной политики России на современном этапе должен быть направлен на глубокую структурную модернизацию, отвечающую требованиям новой экономики, и в первую очередь, на предприятие как на основного субъекта промышленной политики и объекта цифровой трансформации.

Предприятие в цифровой экономике: системный подход к его реформированию

Программа «Цифровая экономика», утвержденная распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р становится важным фактором государственной промышленной политики и должна способствовать успешному развитию всей производственной сферы экономики страны. Вполне обоснованно, что данная программа (далее – Программа ЦЭ) реализуется в рамках «Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 гг.» (утв. Указом Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203) и в тесной координации с такими программными

документами как постановление Правительства РФ от 2 августа 2010 г. № 588 «Об утверждении порядка разработки, реализации и оценки эффективности государственных программ Российской Федерации», Стратегия национальной безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента РФ от 31 декабря 2015 года № 683), Федеральный закон от 28.06. 2014 № 172-ФЗ «О стратегическом планировании» и др.

Программа ЦЭ представлена тремя уровнями, охватывающими в тесном взаимодействии жизнь граждан и общества в целом:

- рынки и отрасли экономики (сферы деятельности), где осуществляется взаимодействие конкретных субъектов (поставщиков и потребителей товаров, работ и услуг);
- платформы и технологии, где формируются компетенции для развития рынков и отраслей экономики (сфер деятельности);
- среда, которая создает условия для развития платформ и технологий, и эффективного взаимодействия субъектов рынков и отраслей экономики (сфер деятельности) и охватывает нормативное регулирование, информационную инфраструктуру, кадры и информационную безопасность.

Вместе с тем настоящая Программа сфокусирована на двух нижних уровнях цифровой экономики – базовых направлениях, определяя цели и задачи развития:

- ключевых институтов, в рамках которых создаются условия для развития цифровой экономики (нормативное регулирование, кадры и образование, формирование исследовательских компетенций и технологических заделов);
- основных инфраструктурных элементов цифровой экономики (информационная инфраструктура, информационная безопасность).

Подчеркнуто, что реализация настоящей Программы требует тесного взаимодействия государства, бизнеса и науки, так как основным результатом ее реализации должно стать создание не менее 10 национальных компаний-лидеров – высокотехнологичных предприятий, развивающих «сквозные» технологии.

Таким образом, программа ЦЭ обозначила направленность и структуру функционирования экономики страны в условиях концепции «Индустрия 4.0». Практическая ее реализация остается за отраслями и предприятиями как основным звеном экономики. Концепция «Индустрия 4.0», зародившаяся в Германии в 2011 году на Ганноверской ярмарке как технология «умных заводов», представляет собой процессную модель, описывающую уровни стратегического, тактического и оперативного управления, и «создает мир, в котором виртуальные и физические системы производства гибко взаимодействуют между собой на глобальном уровне» [1, 9].

В нашей стране ведущую роль по реализации этой концепции и переходу на цифровую экономику приняла на себя коллегия Военно-промышленной комиссии РФ. Проведенный в Ижевске в июне 2017 года VI форум «Информационные технологии на службе оборонно-промышленного комплекса» открыл заместитель председателя коллегии Военно-промышленного комиссии О.И. Бочкарев. Форум обсудил основные мировые тренды ИТ-сферы эпохи цифровой экономики, в значительной степени раскрыл опыт ведущих предприятий ОПК в цифровизации производства, показал ее преимущества, подчеркнул основные вызовы и угрозы, стоящие перед отраслью[1].

Именно оборонно-промышленный комплекс как высокотехнологичный сектор экономики показал, с чем пришлось реально столкнуться отечественным предприятиям при движении в цифровую экономику. Как следует из доклада модератора Секции «Системы управления предприятиями ОПК» О.В. Кривошеева – заместителя директора ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» по информационным технологиям и управлению жизненным циклом изделий, это четыре основных тренда, в соответствии с которыми необходимо двигаться предприятиям ОПК в этом направлении:

1 Материалы пленарного заседания этого форума // www. ИТОПК.РФ

формирование новых цепочек создания стоимости, создание цифровых продуктов и услуг, создание цифровых двойников изделий, развитие цифровых бизнес-моделей.

В этой связи перед предприятиями возникают серьезные задачи: в кратчайшие сроки адаптироваться к условиям цифровой экономики, что потребует глубинной производственно-технологической и, по сути, системной модернизации управления предприятием, позволит обеспечить их конкурентоспособность и выйти на новые рынки. Ряд предприятий по старинке считают, что цифровая экономика – это развитие действующих систем АСУ, развитие системы электронного документооборота, расширение системы 1С.

Многие специалисты, в том числе работники предприятий, считают, что при переходе к цифровой экономике достаточно ликвидировать разрыв между экономикой предприятия и его информационной системой. Однако необходимо также выстроить системную взаимосвязь организационно-экономической структуры предприятия с его информационной системой.

Важнее найти бизнес-модель, отвечающую требованиям новой экономики, при которой взаимодействие организационно-управленческой, производственно-технологической и информационной систем на предприятии было бы наиболее эффективным. Как показывает реальная практика, на отечественных предприятиях все эти системы проектировались и создавались отдельно, что является наибольшим препятствием при реализации модели цифровой экономики, сущностью которой является системность. В значительной степени такая системность представлена в Концепции INDUSTRY 4.0, основные компоненты которой приведены в таблице 1, составленной автором по данным Industrial Engineering.

Промышленная концепция «Индустрия 4.0» – это глобальная, сложная, многоуровневая организационно-техническая система, основанная на интеграции в единое информационное пространство физических операций и сопутствующих процессов, состоящая из 6 подсистем: PLM, Big Data, Smart Factory, Cyber-physical systems, Internet of Things, Interoperability, позволяющих создать эффективную бизнес-модель предприятия. Высокая эффективность достигается главным образом за счет рационального управления систем автоматизации физических операций производства и сопутствующих процессов, интегрированных в единое информационное пространство.

Однако для отечественных предприятий главным следует считать именно фактор интероперабельности, призванный обеспечить функциональную совместимость информационных технологий Industry 4.0 с их реальной организационной структурой. В связи с этим следует выделить три основных этапа на пути предприятия к цифровой трансформации:

этап первый – перевести бизнес-модель управления предприятием от сложившейся организационно-функциональной структуры управления к процессной, отвечающей содержанию и понятию цифровой экономики, и которая рассматривается как базовая модель на пути к перспективному технологическому укладу на современном этапе. Этот этап знаком практически всем, и большинство компаний уже освоили процессную структуру;

этап второй, определяющий шаг предприятия на его пути к цифровой экономике, – это переход к системному управлению предприятием на основе концепции Архитектуры. Применительно к предприятию понятие архитектуры более полно раскрыто в работе [8]. Концепция архитектуры предприятия базируется на интеграции практически всех компонентов, связанных с его деятельностью: инфраструктуры, системы управления, информации, процессов и людей. Основой и формой этой интеграции является архитектура информационных технологий – IT, а в более широком смысле – архитектура предприятия в целом. Системное понимание архитектуры предприятия состоит не только в интеграции его структурных элементов, но и в их взаимосвязи с инновационной, информационной и стратегической деятельностью организации, где основная роль в этом принадлежит IT-стратегии, ориентированной на поддержку бизнес-стратегии предприятия;

этап третий – это непосредственная взаимосвязь всей архитектуры предприятия со стратегией развития предприятия. Системный подход к деятельности предприятия предполагает, что появление новых состояний сопряжено с изменениями как в самой системе, так и в ее внешней среде. Таким системным подходом к управлению предприятием является стратегия и комплекс стратегических инструментов по ее реализации – «пирамида стратегии». Пирамида стратегии, по сути, представляет собой лишь общую пространственную взаимосвязь основных компонентов, но не их функциональную зависимость. Глубинную же взаимосвязь всех компонентов предприятия обеспечивают современные цифровые информационные системы в методологии информационного инжиниринга (IE) [3, 8].

Таблица 1 – Основные компоненты концепции «Индустрия 4.0»

Подсистема	Содержание подсистемы
1. PLM (Product Lifecycle Management) – «управление жизненным циклом изделия»	Организационно-техническая система управления жизненным циклом изделий, основанная на принципе дуализма объект-операция/физическое-информационное. Для эффективного использования IT-технологий необходимо преобразовать процессы, происходящие в физическом пространстве в информационные проблемы, а также иметь возможность обратного преобразования информационных процессов в физические.
2. Big Data – Большие Данные	Big Data представляет собой набор данных из традиционных и цифровых источников внутри и за пределами компании. Основная задача предприятий при работе с Big Data – наилучшим образом интерпретировать данные для дальнейшего использования. Определяющими характеристиками Big Data является совокупность VVV: Volume (объем) – величина физического объема данных; Velocity (скорость) – скорость прироста объема данных; Variety (многообразие) – одновременная обработка различных типов данных, структурированных и неструктурированных.
3. SMART Factory – Продуманный завод	Smart Factory – Продуманный завод, что соответствует немецкому термину – Intelligente Fabrik. В русскоязычной среде эти термины чаще всего переводят как «Умное производство» или «Умный завод», что в принципе является не совсем верным, более релевантным определением является «Продуманное производство», или «Продуманный завод». В основе концепции Smart Factory – бесшовное соединение отдельных этапов (операций) производственного процесса, от стадии проектирования изделий и планирования использования производственных ресурсов к исполнительным механизмам в реальных условиях.
4. Cyber-physical systems – Кибер-физические системы	Кибер-физическая система – это организационно-техническая концепция управления информационными потоками, интеграция вычислительных ресурсов в физические процессы производства. В такой системе датчики, контроллеры и информационные системы объединены в единую сеть на протяжении всего жизненного цикла изделия. Интернет вещей не может существовать без кибер-физической системы, так как CPS является инфраструктурой интернета вещей.
5. Internet of Things (IoT) – Интернет вещей	Internet of Things (IoT) – Интернет вещей, это простое определение грандиозной концепции. IoT – концепция вычислительной сети физических предметов (вещей), оснащенных встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, рассматривающая организацию таких сетей как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключающее из части действий и операций необходимость участия человека.
6. Interoperability Интероперабельность (функциональная совместимость)	Интероперабельность – наиважнейший фактор промышленной концепции Industry 4.0. Чтобы прочувствовать важность интероперабельности, необходимо вспомнить всем известную библейскую историю о Вавилонской башне. Без функциональной совместимости создать работоспособную интегрированную производственную систему «Industry 4.0» невозможно.

В условиях цифровой экономики предприятие должно стать «предприятием реального времени». Ключевым фактором в этих условиях становится принятие решений о планировании и распределении ресурсов в реальном времени. Введенное на западе в начале 2000-х годов понятие «Предприятия реального времени» (RTE – Real Time Enterprise) отражает стиль ведения бизнеса,

когда «актуальная на каждый момент времени информация о критичных для бизнеса процессах используется для получения конкурентных преимуществ за счет постоянного сокращения издержек в управлении». Концепция RTE ориентирует на оперативное принятие решений при взаимодействии в командах, а не постоянным обращениям к высшим инстанциям. Отечественные высокотехнологичные предприятия ОПК, как правило, достаточно крупные, и их организационные структуры состоят из множества цехов и служб. Это требует поменять саму систему управления высокотехнологичными предприятиями, которые должны постепенно становиться более эффективными сетевыми организациями [4], и каждое такое предприятие в концепции будущего развития производственной сети рассматривается в качестве одного из узлов B2B-сети.

Базисом такой бизнес-модели и являются инструменты цифровой экономики. В рамках этой концепции новой производственной модели предприятия основными организационными единицами становятся специализированные подразделения взаимодействующих предприятий (цехи и центры компетенции) меньшего масштаба, которые должны быть организованы путем реформирования действующих подразделений предприятий. Практическая реализация такого проекта на одном из цехов является результатом совместных усилий предприятия АО «Ижевский мотозавод «Аксион-холдинг» и Группы компаний «Генезис знаний» [4]. Переход предприятий на цифровую трансформацию требует определенной программы по ее реализации.

Список использованных источников

1. Внедрение и развитие Индустрии 4.0 Основы моделирования и примеры из практики / Под ред. Армина Рота. – М.: Техносфера, 2017. – 294 с.

2. Кривошеев О.В. Цифровизация: преимущества и угрозы. Вызовы, стоящие перед отраслью / Сборник докладов VI ежегодного форума «Информационные технологии на службе ОПК». – Ижевск, 2017. – С. 9-10.

3. Кудрявцев Г.И. Стратегия развития высокотехнологичного приборостроительного предприятия в условиях цифровой экономики. – М.: Граница, 2017. – 296 с.

4. Кудрявцев Г.И., Скобелев П.О. Цифровая экономика: Концепция управления крупным высокотехнологичным предприятием // Горизонты экономики. – 2017. – № 5 (38). – С. 54-60; № 6 (39). – С. 37-46.

5. Осьмаков В., Калинин А. О стратегии развития промышленности // Вопросы экономики. – 2017. – № 5. – С. 44-59.

6. Пименов В.В. Государственная оборонно-промышленная политика России (1992-2012 годы): этапы становления и развития, механизмы и инструменты реализации. Теория, методология, практика. В 2 томах. – М.: Граница, 2014.

7. Пименов В.В., Быстров А.В., Калиматова Л.Б. Инструменты развития промышленной политики России на современной этапе трансформации экономики // Вестник РЭУ им. Г.В. Плеханова. – 2017. – № 1 (91). – С. 106-116.

8. Пименов В.В., Кудрявцев Г.И. «Архитектура предприятия» – понятийный аппарат: практика использования и перспективы развития в современных условиях // Экономические стратегии. – 2017. – № 4. – С. 146-163.

9. Промышленная политика европейских стран. Доклады Института Европы / Под ред. Н.В. Говоровой. – М.: Ин-т Европы РАН; Русский сувенир, 2010.

10. Тамбовцев В.Л. Нуждается ли промышленная политика в теоретических оправданиях // Вопросы экономики. – 2017. – № 5. – С. 29-44.

11. Шваб К. Четвертая промышленная революция / Пер. с англ. – М.: Издательство «Э». – 2017. – 208 с.

Л.В. Панкова, доктор экономических наук

Эволюция оборонных НИОКР США: объемы и структура финансирования[1]

Статья посвящена исследованию оборонных НИОКР в США, являющихся главным драйвером их военно-инновационного развития. Рассматриваются объемы и структура финансирования оборонных НИОКР США, важнейшие изменения в области финансово-экономического обеспечения исследований и разработок, а также отдельные аспекты организационно-управленческой стратегии в рассматриваемой области в рамках третьей стратегии компенсации (Third Offset).

Оборонные НИОКР: сущность и значение

Современные параметры и конфигурация мирового военного сектора определяются радикальными изменениями, которые произошли в этой сфере за последние три – три с половиной десятилетия в условиях динамичного движения к инновационной экономике. Прежде всего, это относится к США, чья практика в рассматриваемой области в значительной степени копировалась в других странах Европы и Азии.

Использование позитивного опыта США в реализации инновационных сдвигов в военном секторе национального хозяйства, их «копирование» как промышленно развитыми, так и развивающимися странами мира, привели к крупным, по сути, мета-изменениям, и, в конечном счете, как сегодня утверждают эксперты, к смене парадигмы мировой военной экономики.

Инновационные программы в сфере обороны – важнейшие как экзогенные, так и эндогенные факторы, влияющие на характер и размеры экономических потребностей вооруженных сил и способы их удовлетворения. Они, по сути, становятся одним из определяющих элементов трансформации военной экономики, необходимым условием обеспечения военно-технического превосходства и важнейшей составляющей поддержания национальной безопасности.

Анализ инновационной деятельности в экономике США свидетельствует об эффективности и последовательности в осуществлении инновационной политики как в узком смысле, когда политика фокусируется на внедрении новых технологий и, в гораздо большей степени, чем научно-техническая политика, обращена к фактору спроса в технологическом уравнении спроса и предложения (со стороны пользователей технологии), так и в широком смысле, как совокупность научно-технической, инновационной (или промышленной), и политики в сфере подготовки научно-технических кадров [1].

В то же время инновационные программы, как правило, требуют обширных экономических, организационных и человеческих ресурсов. Разница в количественных и качественных характеристиках этих ресурсов имеет отношение к способности отдельных государств развивать перспективную технологическую базу и применять ее для достижения политических целей [2].

Одним из важнейших показателей, характеризующих общее состояние и перспективы военно-инновационного развития являются объемы ассигнований государств на проведение военных НИОКР (научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ). Безусловным лидером в этой сфере военно-экономической деятельности являются Соединенные Штаты, ежегодно выделяющие на данные цели из военного бюджета суммы, значительно превышающие военные расходы на НИОКР подавляющего большинства стран мира.

1 Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 15-37-11136.

Тем не менее, взаимодействие между финансированием и технологическими инновациями исследовалось не часто. И хотя большинство экспертов признает, что масштабы финансирования оборонных НИОКР США внесли значительный вклад в обеспечение лидерства США в области инноваций, тем не менее, отмечается и то обстоятельство, что вклад этот на сегодня еще не до конца оценен [3].

Интересна в этом плане работа Массачусетского технологического института [4]. Их исследование показало, что на протяжении довольно длительного периода в истории американского технологического прогресса изобретатели и инноваторы продемонстрировали значительную гибкость в определении способов финансирования своих работ. Сюда следует отнести и взаимодействие с группами местных инвесторов, с крупными компаниями, которые могли пробить финансирование на рынке безопасности, и получение финансирования через федеральный бюджет на НИОКР, а также получение финансовых средств посредством венчурных организаций (venture capital industry). Вышеупомянутое исследование также показало, что метод финансирования инноваций имеет огромный смысл (подтекст) как для выбора направлений технологических изменений, так и для конкурентоспособности национальной экономики.

Тем не менее, очевидно, что оборонные НИОКР – важный признак общего состояния и динамизма развития высокотехнологичных отраслей и инноваций, а также показатель долгосрочного тренда в качестве вооружений и военной техники (ВВТ) [5]. Переход ВВТ от лаборатории к использованию на поле боя, как известно, занимает десятилетия. Детальный регрессионный анализ показал, что имеется тесная корреляция между вложениями в НИОКР пятилетней давности и активностью в сфере военных разработок, а между вложениями в НИОКР 20-25-летней давности – и качеством современных ВВТ [6]. Уменьшение или увеличение вложений в НИОКР в эти периоды повышает или снижает конкурентные преимущества страны относительно других стран, инвестирующих в НИОКР. Кумулятивный эффект «недостачи» финансовых ресурсов, направляемых в НИОКР, предопределяет серьезные проблемы в развитии научно-технического и инновационного потенциалов в военной сфере.

Интенсивно реализуемые в США программы НИОКР и наращивание возможностей эффективного внедрения их результатов являются важными инструментами поддержания доминирования американских вооруженных сил по всему спектру, обеспечивая в то же время хеджирование против наиболее неопределенных аспектов состояния безопасности.

Динамика оборонных НИОКР

США являются безусловным лидером по ассигнованиям на военные НИОКР, хотя в первой половине текущего десятилетия их доля в мировых оборонных НИОКР снизилась: с 75% в 2010 году до порядка 60% в 2015 году [7].

В 2010 году оборонные НИОКР США превысили уже 80 млрд долл. [8]. Следует особо подчеркнуть, что в данном случае речь идет об ассигнованиях на военные НИОКР только по линии Министерства обороны (МО). Если к этому добавить часть военных НИОКР, финансируемых по линии Министерства энергетики и Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА), то общая сумма ассигнований США на оборонные исследования и разработки может приблизиться к 100 млрд долл. [12].

К началу текущего десятилетия находящийся по рассматриваемому показателю на втором месте Китай отставал от США в 12 раз, израсходовав на военные НИОКР 6,3 млрд долл. в 2008 г.[1] (США по линии МО израсходовали на военные НИОКР в 2008 году 75 млрд долл.).

1 Рассчитано на основе базы данных Стокгольмского института исследования проблем мира (http://milexdata.sipri.org/) и The Military Balance 2010. London, IISS, 2010.

Несколько отставала от Китая по расходам на военные НИОКР Великобритания – 5,4 и 5,7 млрд долл. соответственно в 2008 и 2009 годах[1].

Что касается России, то ее расходы на названные цели в конце первого десятилетия XXI в. не превышали 3 млрд долл. ежегодно. Иными словами, Россия отставала от США в данной сфере военно-экономических приготовлений более чем в 20 раз, от Китая и Великобритании – в 2 раза.

С 2012 года объемы мировых оборонных НИОКР начали снижаться (в значительной степени в связи с секвестром оборонного бюджета США[2]). В первой половине текущего десятилетия Соединенные Штаты находились на понижающейся стадии расходов на НИОКР: падение составило 18% (рисунок 1) [9].

Год	Доля, %	Объем в ценах 2015 г., млрд долл.	Изменения в объемах финансирования НИОКР
1958	80,0	16	
1959	85,0	34	
1967	51,0	45	+181%
1975	52,4	36	
1978	48,5	34	
1980	49,3	38	
1985	64,5	58	+53%
1989	66,0	67	
1990	64,0	64	
1995	54,0	52,4	
2000	54,7	53	–21%
2005	59,1	82	
2010	54,8	85	
2015	55,3	70	–18%

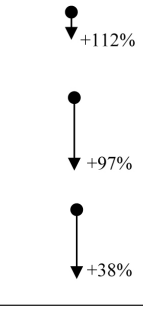


Рисунок 1 – Оборонные НИОКР США в федеральных ассигнованиях на НИОКР[3]

На 2018 год в США планируется увеличение ассигнований на оборонные НИОКР на 14% [10], которые предполагается направить на конечные стадии процесса НИОКР: экспериментирование и демонстрационная активность. Акцент на последние стадии процесса НИОКР связан со стратегией Третьего Офсета (Third Offset), провозглашенного МО США в конце 2014 года в целях поддержания военно-технического превосходства США в долгосрочной перспективе. А также на реализацию технологической перестройки в ближнесрочный период в целях роста боеготовности американских вооруженных сил над «набирающими силу» (по мнению военно-политического руководства США) потенциальными противниками.

Структура финансирования оборонных НИОКР США (рисунок 2) по главным программным элементам бюджета министерства обороны США на НИОКР (от BA1-BA5, BA7) свидетельствует о значительном расхождении в период с 2006 по 2014 год расходов на НИОКР по текущим программам (современным системам – поколение С) и на программы по следующему поколению вооружений (С+1), которая относится к ВВТ, прошедших модернизацию. Последние превышали расходы на НИОКР по текущим программам (поколение С) вплоть до 2006 года более чем на 35%. Однако к 2011 году они практически сравнялись (финансирование по программе BA7 и BA5+BA4). При этом расходы военного ведомства США на так называемую программу «Наука и технологии» (Defense “Science and Technology”, поколение – С+2), куда включаются фундаментальные исследования (BA1), прикладные и исследования (BA2) и перспективные технологические разработки (BA3), колебались по абсолютной величине незначительно при небольшом росте затрат на фундаментальные иссле-

1 Рассчитано на основе базы данных Стокгольмского института исследования проблем мира (http://milexdata.sipri.org/) и Statistical Bulletin: Gross domestic expenditure on R&D / Office for National Statistics. [S. l.], Mar. 18 2011 (http://www.statistics.gov.uk/pdfdir/gerd0311.pdf).

2 В связи с Законом о секвестре военного бюджета США на 2011-2021 гг. (BCA – The Budget Control Act), который вступил в силу 1 августа 2011 г. (в качестве дополнений к законам PL.112-75, PL.112-240, PL.113-67).

3 Составлено по данным: http://www.aaas.org/sites/default/files/Function_1.jpg.

дования (ВА1), которые, как известно, закладывают основу для развития перспективных ВВТ, обеспечивающих военно-техническое превосходство в долгосрочный период.

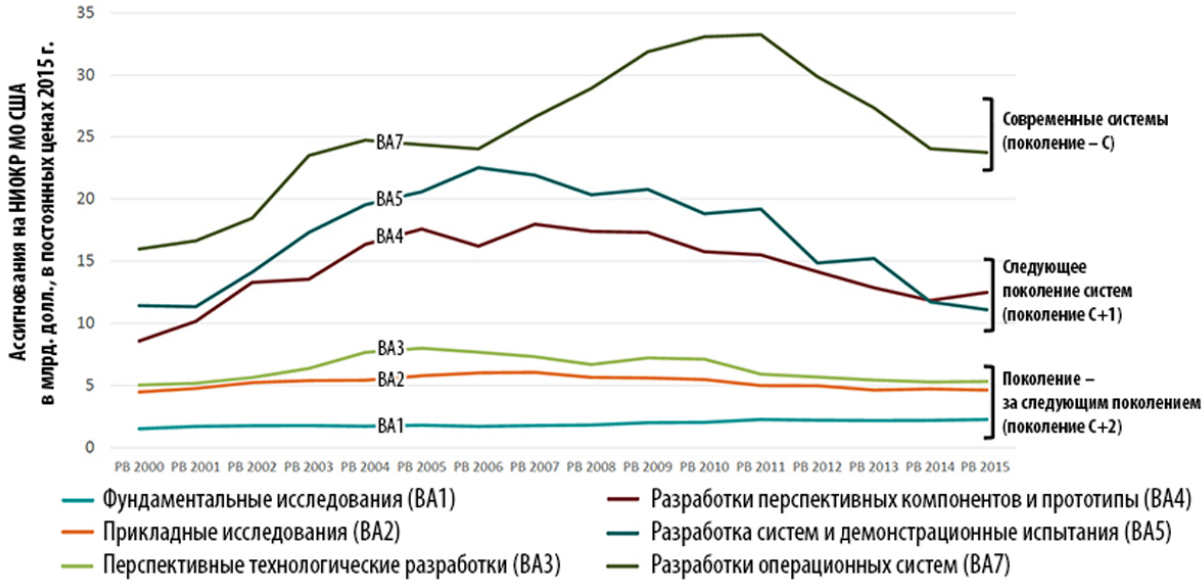


Рисунок 2 – Финансирование НИОКР министерства обороны США в 2000-2015 гг. в постоянных ценах 2015 года, млрд долл.[1]

Следует заметить, что ассигнования на фундаментальные исследования исключительно важны с позиции оценки «инновативности» как гражданского, так и военного секторов экономики. В первом десятилетии нового тысячелетия (в «нулевые» годы) федеральные ассигнования на фундаментальные исследования выросли в США на 26% по сравнению с уровнем 2001 года. И хотя порядка 95% ассигнований на фундаментальные исследования направляются в невоенные ведомства, министерство обороны (МО) США придает очень большое значение работам данного характера для повышения эффективности и результативности реализации инновационных программ.

Программа «Наука и технологии»

По мнению большинства экспертов, сегодня совершенно очевидно, что «нет науки – нет безопасности». В этой связи безусловный интерес представляет динамика ассигнований МО США по программе «Наука и технологии», составляющие в совокупности примерно 18-20% общего бюджета НИОКР МО США. В рамках программы «Наука и технологии» финансируются также исследования в области медицины, а в 2009 году в период кризиса сюда были добавлены и средства согласно законодательному «Американскому акту по восстановлению и развитию» (The American Recovery and Reinvestment Act of 2009 (ARRA)-P.L.111-5) (рисунок 3).

Как следует из рисунка, в период 1990-2016 гг. наблюдается неустойчивость (или даже некоторая цикличность) финансирования программы «Наука и технологии» МО США.

В начале 1990-х годов ассигнования по программе «Наука и технологии» росли практически по всем составляющим: фундаментальные (ВА1), прикладные (ВА2), исследования и перспективные технологии (ВА3) (рисунок 3). С 1994 года и практически до конца 1990-х наблюдалось падение объема финансирования по программе «Наука и технологии» примерно на 42%, в том числе и по главным составляющим программы «Наука и технологии». Это падение состави-

1 Источник: слайд зам. министра обороны США по НИОКР – Стефан Уэлби (Stephen Welby). Will Thomas. «Trump Budget Cuts Defense S&T by 5.8% While Funding Third Offset Priorities» // AIP (Ameican Institute of Phisics, Publication date: 1 June 2017, N71. (https://www.aip.org/fyi/2017/trump-budget-cuts-defense-st-58-while-funding-t

ло порядка 56% по ВА3 (перспективные технологии) и примерно на 25% по ВА2 (прикладные исследования) и ВА1 (фундаментальные исследования).

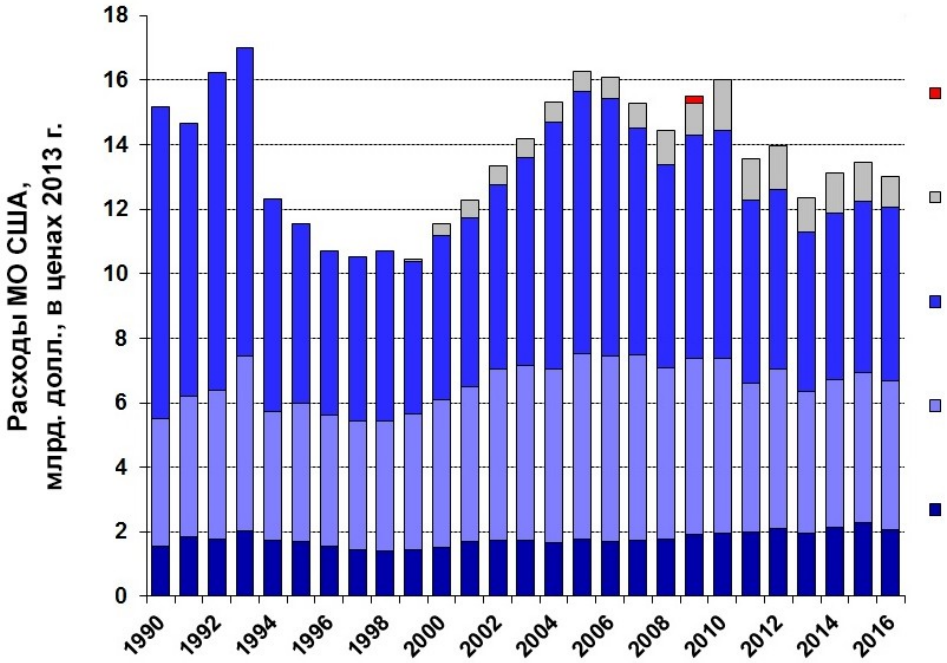


Рисунок 3 – Основные тенденции в расходах МО США на науку и технику (млрд долл., в ценах 2015 г.)[1]

С конца 1990-х годов (рисунок 3) ассигнования на фундаментальные исследования (ВА1) МО США практически неуклонно возрастают, несмотря на кризис в конце предыдущего десятилетия. В то время как ассигнования МО США на перспективные технологии (ВА3) в 2015 году упали на 35% по сравнению с серединой «нулевых» годов, что в значительной степени объясняет опасения американских экспертов в отношении возрастания рисков в области обеспечения военно-технологического превосходства американских вооруженных сил в долгосрочной перспективе. Особенно если принять во внимание, что ассигнования по программе МО США «Наука и технологии» в 2016 году даже ниже по сравнению с уровнем 1990 года (рисунок 3). Если к вышеотмеченному факту добавить снижение в США с 1990 года ассигнований на НИОКР в аэрокосмическом секторе, который, как известно, является одним из важнейших источников инноваций со стороны федеральных агентств, и при этом снижение федеральных ассигнований не было компенсировано частными финансовыми вливаниями, то вполне закономерно возникает следующий вопрос: свидетельствует ли это о кризисе в финансировании оборонных инноваций и недостаточности уровня выделяемых ассигнований на программу «Наука и технологии» и аэрокосмические НИОКР? Еще в начале нового столетия руководством МО США выражалось беспокойство по поводу того, что «фокус современных программ науки и техники американского военного ведомства сконцентрирован на инкрементальных усовершенствованиях текущих возможностей и не делает достаточного акцента на инновационные технологические инициативы для достижения кардинально новых военных возможностей»[2]. Как было показано выше, этот тезис особенно актуален для периода 2006-2014 годов.

1 Источник: AAAS R&D reports, agency budget documents, and appropriations reports. FY 2015 figures are bestimates, FY 2016 is the request. www.aaas.org/sites/default/files/DODST_1.jpg

2 Defense Science Board, “Letter Report on the Adequacy of the DOD Science & Technology (S&T) Program”, June 1, 2000, 4 // www.acq.osd.mil’dsb/letter.pdf

Ассигнования на программу «Наука и технологии» составили 12,3 млрд долл. в 2016 году[1] и планируются в размере 12,5 млрд долл. в 2017 году[2], или примерно 18,0% от общих ассигнований на федеральные НИОКР США и примерно 2,4% от базового оборонного бюджета. Примерно 3,0 млрд долл. (24%) по программе «Наука и технологии» в 2017 году предполагается направить на исследования в соответствии с тремя принципами Стратегии в области американских оборонных НИОКР[3]:

смягчение (mitigate) существующих и ожидаемых угроз. Изучаемые области: кибербезопасность, противокосмическая оборона (ПКО – counter space), противоракетная оборона (ПРО), радиоэлектронная борьба (electronic Warfare – 0,4 млрд долл.), противодействие оружию массового поражения (counter – WMD (weapons of mass destruction) – 0,4 млрд долл.);

обеспечение доступности по внедрению новых или дополнительных возможностей в существующие военные системы. Изучаемые области – системный инжиниринг, экспериментирование, «операционные» взаимодействия (interoperability), моделирование и имитация (simulation), тестирование (испытания) и оценка, энергетические системы. Примерами инвестирования в 2017 году в соответствии с принципом доступности – перспективное производство (0,14 млрд долл. – поддержка в рамках президентской национальной Инициативы в области промышленной сетевой структуры – President's National Network Manufacturing Initiative, восьми промышленных институтов, возглавляемых МО США) и усилия в сфере экспериментирования (0,3 млрд долл.);

создание технологического сюрприза посредством научных исследований и инжиниринга. Изучаемые области – автономность, система взаимодействия человека и машины, квантовые системы, аналитика данных, гиперзвук, фундаментальная наука. В соответствии с данным принципом по программе «Наука и технологии» предполагается разработка высокоскоростного ударного оружия (high-speed strike weapons) с бюджетом на 2017 год в 0,3 млрд долл.

Организационно-управленческие изменения

Что изменилось для поддержания военно-технического превосходства США и их союзников? Это, как отмечалось в докладе Б. Бейкера (B. Baker), заместителя директора подразделения МО США по планам и программам, помощника министра обороны в области исследований и инжиниринга, во-первых, связано с увеличением глобальной доступности технологий. А во-вторых, инвестиции конкурентов в новые возможности прямо проектируются с учетом противодействия технологическим преимуществам США[4].

То есть в новом десятилетии все чаще выражаются мнения, что хотя мощная база НИОКР МО США остается необходимым фундаментом и важным стимулом для поддержания американского военного превосходства, этого становится явно недостаточным для обеспечения будущего технологического превосходства МО США.

Обстоятельства, которые «подпирали» американские преимущества в течение предыдущих десятилетий, сильно изменились. Подъем новых инновационных систем и изменения глобально-

1 FiscalYear 2016 President's Budget Request for the DoD Science & Technology Program, March 24, 2015. Mr.Bob Baker Deputy Director, Plans & Programs, Assistant Secretary of Defense (Research & Engineering) // www.dtic.mil/ndia/2015/SET/TuesBaker.pdf

2 FiscalYear 2017 President's Budget Request for the DoD Science & Technology Program, March 24, 2015. Mr.Bob Baker Deputy Director, Plans & Programs, Assistant Secretary of Defense (Research & Engineering) // www.dtic.mil/ndia/2016/science/RobertBaker.pdf.

3 Там же.

4 Там же.

го инновационного пространства бросают вызов военному ведомству США, прежде всего с точки зрения способа организации бизнеса [11, с.5].

Ключевым дополнением к программам НИОКР МО США становится управление внешними инновациями, что позволяет быстрее инкорпорировать технологии, разработанные вне юрисдикции правительственных инвестиций и традиционных правительственных взаимодействий (с университетами и компаниями подрядчиками), но которые исключительно полезны для укрепления и расширения военных возможностей МО США.

Руководство МО США осознает этот технологический вызов и пытается найти необходимые и эффективные решения по достижению доминирующих возможностей посредством инноваций и технологического превосходства. На сегодня следует выделить ряд инициатив и возможностей. На национальном пространстве это, во-первых, инициатива бывшего министра обороны Э. Картера о создании в Силиконовой долине организации DIUX – партнерства МО и компаний Силиконовой долины. Во-вторых, это оборонная инновационная инициатива (Defense Innovation Initiative), запущенная бывшим министром обороны Ч. Хэйгелем в рамках Третьего Офсета. И, наконец, в-третьих, в рамках укрепления промышленной базы, это, прежде всего, инициатива зам. министра обороны Ф. Кэндала (Frank Kendall) по «Оптимизации покупательной способности 3.0» (Better Buying Power 3.0 – BBP 3.0), что представляет собой следующий этап развития процесса оптимизации системы приобретения ВВТ в военном ведомстве США. Кроме того, имеются и соответствующие инициативы в рамках отдельных видов вооруженных сил США. Так, обращает на себя внимание предложенная Б.Обамой инициатива в области Институтов производственных инноваций (Manufacturing Innovation Institutes – MII).

На международном уровне – это усиление взаимодействий в области военных НИОКР (например, с Японией, Германией) и, возможно, в дальнейшем ослабление экспортного контроля по ряду направлений военно-ориентированных инноваций.

Вместо заключения

Как известно, администрация Д. Трампа предполагает увеличение военных расходов: в 2018 году на 52 млрд долл. по сравнению с 2017 годом (запрашивается 639 млрд долл.). Однако следует отметить, что доля США в мировых оборонных расходах на НИОКР будет продолжать снижаться и составит в 2018 году 58%.

По абсолютной величине расходы США на оборонные НИОКР в 2018 году планируются в размере 63 млрд долл. В то же время азиатские и другие развивающиеся страны уделяют все возрастающее внимание военным НИОКР[1]. Мировые оборонные расходы на НИОКР составят в 2018 году порядка 109 млрд долл., а с учетом ассигнований таких организаций как министерство энергетики США, НАСА – могут приблизиться к 150 млрд долл.

Значимость масштабных НИОКР США идет значительно дальше тех десятков миллиардов долларов, которые выделяются ежегодно на военные исследования и разработки. Технологическое развитие встроено в стратегическую культуру американского военного ведомства и продолжает выстраиваться при неуклонно широкой общественной поддержке миссий национальной безопасности.

В ближайшие десятилетия оборонные НИОКР останутся важным стратегическим ресурсом Соединенных Штатов по обеспечению национальной безопасности, повышению качества во-

1 Deloitte Global Defense Outlook 2015. Defense and Development. – P. 14 // www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Public-Sector/gx-2015-deloitte-global-defense-outlook.pdf

оружений и боеготовности вооруженных сил, а также росту конкурентоспособности экономики и эффективности инновационной деятельности.

Можно говорить о попытке военного ведомства США реализовать новый этап «радикальности» изменений в сфере оборонных НИОКР и инноваций, что необходимо учитывать при оценках воздействия перспективных и зарождающихся технологий на состояние национальной и международной безопасности.

Список использованных источников

1. Панкова Л.В. Инновационная составляющая военной экономики США. – М.: ИМЭМО РАН, 2006. – С. 58.

2. Military Industrialization and Economic Development. Theory and Historical Case Studies. Raimo Vayrynen // Science and Technology and the Arms Race / UNIDIR (United Nations Inst. for Disarmament Research) [S. l.], 1992. – P. 13.

3. Steinbock D. The Challenges for America's Defense Innovation. Washington, D.C., The Information Technology and Innovation Foundation, November 2014. – P. 16-17. URL: http://www2.itif.org/2014-defense-rd.pdf.

4. Financing innovation in the United States, 1870 to Present / Edited by Naomi R Lamoreaux and Kenneth L Sokoloff. The MIT Press, March 2007. URL: https://mitpress.mit.edu/books/financing-innovation-united-states-1870-present (accessed 9 November 2016).

5. Ablett J., Erdman A. Strategies, Scenarios, and the Global Shift in Defense Power. [S. l.]: McKinsey and Company Publ., April 2013. P. 10 (http://www.mckinsey.com/industries/public-sector/our-insights/strategy-scenarios-and-the-global-shift-in-defense-power)

6. Bowns S., Gebicke S. From R&D investment to fighting power, 25 years later. [S. l.]: McKinsey on Government, Spring 2010. – P. 70–75 //
http://www.technology-futures.co.uk/MoG5_DefenseR&D_VF.pdf)

7. Панкова Л.В. Финансирование оборонных программ в зарубежных странах / Сборник докладов второй конференции «Экономический потенциал промышленности на службе оборонно-промышленного комплекса». – М.: Финансовый университет, Коллегия ВПК, 2016. – С. 148-149.

8. Aerospace Facts and Figures. 57th Ed. [S. l.], 2009. – P. 109.

9. Панкова Л.В. Военные инновации для нового противостояния / Безопасность и контроль над вооружениями 2015-2016. Международное взаимодействие в борьбе с глобальными угрозами / Отв. ред. А.Г. Арбатов, Н.И. Бубнова. – М.: ИМЭМО РАН; Политическая энциклопедия, 2016. – С. 77.

10. https://www.aip.org/fyi/2017/trump-budget-cuts-defense-st-58-while-funding-t Will Thomas. "Trump Budget Cuts Defense S&T by 5.8% While Funding Third Offset Priorities" / AIP (Ameican Institute of Phisicspis, Publication date: 1 June 2017, № 71.

11. Hunter Andrew P., Crotty Ryan A. Keeping the Technological Edge. Leveraging Outside Innovation to Sustain the Department of Defense's Technological Advantage. Center for Strategic & International Studies (CSIS). – 2015.

12. Панкова Л.В. Военно-экономическое обеспечение безопасности: инновационное измерение // Вестник Московского университета. Серия 25 «Международные отношения и мировая политика». – 2012. – № 2. – С 19-34.

Е.И. Балабан, кандидат физико-математических наук
А.В. Гальченко
В.А. Тегин, кандидат технических наук

Прогноз стоимости образцов материальной продукции военного назначения

В статье изложены примеры применения ценометрического метода прогнозирования стоимости поставок отечественных образцов военной техники. Даны разъяснения и рекомендации к его использованию, обоснованы преимущества.

Введение

В авторских исследованиях [1-6] излагались основы построения ценометрического анализа и прогнозирования стоимости образцов материальной высокотехнологичной продукции военного и гражданского назначения для внешнего рынка. На основе регрессионного метода нами были получены аналитические зависимости, позволяющие осуществлять долгосрочные прогнозы рыночной стоимости выпускаемых образцов техники в зависимости от изменения ограниченного ряда технико-экономических параметров изделий и даты их поставки. Использование ценометрического метода для прогнозирования поставок военной техники в различные страны мира доказало свою высокую конкурентоспособность в сравнении с возможностями методик известного консалтингового агентства «Forecast international weapons group» [5].

Однако до настоящего времени в печати не ставился вопрос об определении внутренних цен на военную продукцию в первую очередь из-за практически полного отсутствия достоверных исходных данных. Для использования ценометрического подхода к решению этого вопроса необходим массив более или менее правдоподобных исходных данных по отпускным ценам на поставляемую отечественную продукцию, а они (что вполне естественно) отсутствуют в открытых источниках информации. Практически единственный достоверный массив опубликованных исходных данных по стоимости поставок отечественных вооружений относится ко времени 30-х годов XX века и Великой Отечественной войны. Воспользовавшись, за неимением других, этими данными и предлагаемой нами **гипотезой об идентичности характера изменения цен на внешнем и внутреннем рынках**, вычислим по аналитическим ценометрическим зависимостям стоимость некоторых образцов современной отечественной высокотехнологичной продукции.

Ценометрический прогноз для различных видов высокотехнологичной материальной продукции имеет ряд преимуществ перед другими известными на сегодняшний день методами:

- рассчитывается на более длительную, чем обычно, перспективу (15 лет и более);
- имеет четкую экономическую логику и алгоритмизацию;
- не зависит от субъективной позиции исполнителей прогноза;
- применим в условиях нестабильной экономической ситуации и волатильности курса рубля;
- дает однозначно интерпретируемые результаты;
- позволяет надежно планировать не только цены, но и объемы поставок продукции, адаптивно для каждой страны;
- прост в методике применения;
- дает четкие численные определения ассоциативных понятий: «дорого», «дешево», «приемлемо по затратам»;
- имеет значительные резервы по точности прогноза при модернизации и совершенствовании

расчетной методики;

- позволяет определять и прогнозировать оптимальные (предположительно) цены внутреннего и внешнего рынков. При этом в качестве критерия оптимальности цены принимается степень ее приближения к расчетному значению тренда рыночной стоимости продукции.

Опорные кривые ценометрии

Основой ценометрического метода является предложенный нами биэкспоненциальный закон изменения полной удельной стоимости *Y* образцов промышленной продукции (рисунок 1). Аналогичные кривые присущи гражданской авиатехнике [2] и бронетехнике [4]. Полная удельная стоимость в данном случае определяется, как осредненная величина полных удельных контрактных цен. Полной удельной ценой называется удельная цена (отношение цены к массе образца) с компенсацией влияния на цену двух заметных технико-экономических характеристик: серийности (массовости) выпуска и величины крейсерской скорости образца [5]. В реальности полная удельная цена Y присуща головному образцу серийного выпуска, имеющему осредненные скоростные характеристики. Несмотря на ограниченность перечня исходных параметров, формула расчета исходного параметра – полной удельной цены *Y* – является достаточно строгой, что подтверждается ее длительным использованием при прогнозах и проектировании авиатехники [2-5, 11-14]:

$$Y = \frac{(C \cdot f_N \cdot f_V)}{M}, \quad (1)$$

где C – цена образца;

f_N – функция Т. Райта (убывания стоимости при увеличении выпуска);

f_V – динамическая функция образца (увеличения стоимости при увеличении крейсерской скорости);

M – масса образца.

Верхняя кривая рисунка 1 характерна для так называемых «развитых» стран: США, стран Евросоюза, Японии и т. п. Темпы роста стоимости продукции в этих странах самые высокие. Ежегодное прибавление величины полной удельной стоимости их продукции примерно на 1% обгоняет прибавление стоимости продукции «развивающихся» стран [4-6]. Математический анализ «верхних и нижних кривых» стоимости разнообразной высокотехнологичной продукции показал, что «ответвление» нижней кривой от верхней началось в первой половине 30-х годов XX века. Именно это и обусловило к настоящему времени существенное расхождение цен в этих двух секторах мирового производства [4-6].

Такое соотношение стоимостей продукции было характерно для периода ~1933-2016 гг. и, в соответствии с существующей практикой, может приниматься во внимание при прогнозировании как минимум до 2040 года, а вероятнее всего, и в более длительной перспективе. Следует отметить стабильность указанного биэкспоненциального закона, внешне не зависящего от титанических усилий по реализации национальных программ, направленных на снижение издержек и повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции. Программы по реализации снижения издержек были всегда, но те страны, которые не выполнили необходимого минимума мероприятий в этой области, просто лишились статуса поставщика этой продукции на рынке. Стабильность биэкспоненциального закона особенно впечатляет на фоне прошедших за это время грандиозных событий, таких, как Вторая мировая и холодная война, разрушение СССР, глобализация и в то же время непрерывная цепь сырьевых, экономических, финансовых и политических кризисов в мире, череда многократных смен экономических укладов.

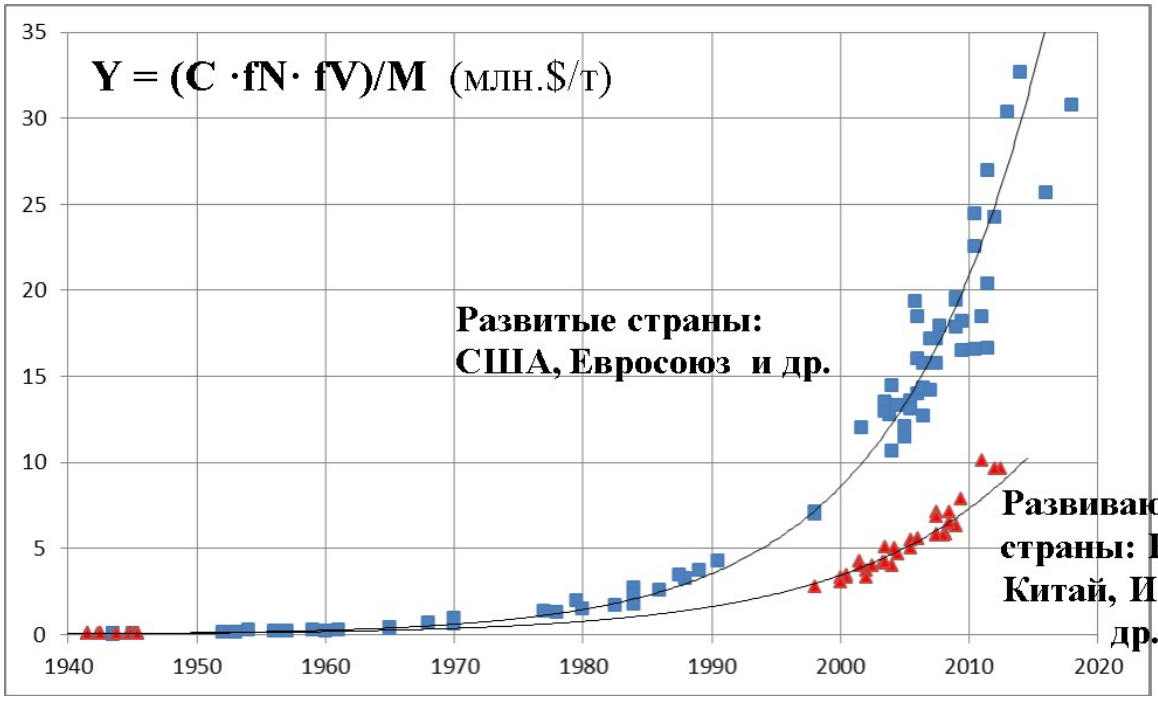


Рисунок 1 – Биэкспоненциальный закон (двойной тренд) возрастания полной удельной рыночной стоимости боевых самолетов в зависимости от года выполнения контракта и принадлежности страны-поставщика к группе «развитых» (верхняя кривая) либо «развивающихся» стран (нижняя кривая)

Нижняя кривая рисунка 1 характерна для «развивающихся» стран, к числу которых относится и Россия, поэтому *далее будем рассматривать только ее*. Для расчета стоимости отечественных боевых самолетов, нами предлагается гипотеза об идентичности характера изменения цен на внешнем и внутреннем рынках. Справедливым считаем и то, что внутренние цены должны быть меньше цен внешнего рынка. То есть кривая изменения полной удельной стоимости на внутреннем рынке будет повторять кривую внешнего рынка, но находиться на графике ниже нее. Величину смещения кривой можно найти, если знать как минимум одну точку с известной полной удельной стоимостью образца в определенный момент времени. Важно, чтобы характеристики этой точки были *достоверны*. Достоверность характеристик исходных точек (или даже всего одной) определяют стабильно работающая система сбора непредвзятых и объективных статистических данных, принадлежность этих точек к типичному отраслевому непрерывному производству на ведущем (желательно) предприятии и т. п.

Таким образом, внутренние цены можно определять, как минимум, по единственной точке *достоверного* факта отпускной цены образца, построив нижнюю кривую стоимости внутреннего рынка (рисунок 2) методом перемещения верхней кривой (стоимости внешнего рынка) параллельно временной оси до пересечения с достоверной точкой. На рисунке 2 такая кривая построена при пересечении *достоверной* точки А (относящейся для наглядности в данном примере к 80-м годам XX века). Таким образом, верхняя и нижняя кривые являются идентичными по темпам роста (интенсивности роста) и смещенными друг относительно друга на постоянный промежуток времени.

Форма всех рассмотренных кривых определяется так называемым *индексом роста цен*, обеспечивающим ежегодное процентное прибавление величины полной удельной стоимости (темпы роста стоимости [5]). В соответствии с гипотезой об идентичности характера изменения цен на внешнем и внутреннем рынках индекс роста цен имеет одинаковое значение для обеих

стоимостных кривых на рисунке 2. Таким образом, все дальнейшие точки – значения прогнозируемой внутренней стоимости – будут лежать на нижней кривой. Так как цена на внутреннем рынке является, по сути, базой для формирования цены на внешнем рынке можно обоснованно предположить, что разброс случайных отклонений внутренних цен от значений нижней кривой стоимости внутреннего рынка на рисунке 2 должны быть меньше аналогичных для внешнего рынка. То есть полагается, что внутренние цены более упорядочены, чем внешние. Однако в нашем случае, ввиду отсутствия достаточного количества статистических данных по внутренним ценам вынужденно решается обратная задача определения внутренних цен с использованием закономерности изменения внешнеторговой рыночной стоимости продукции.

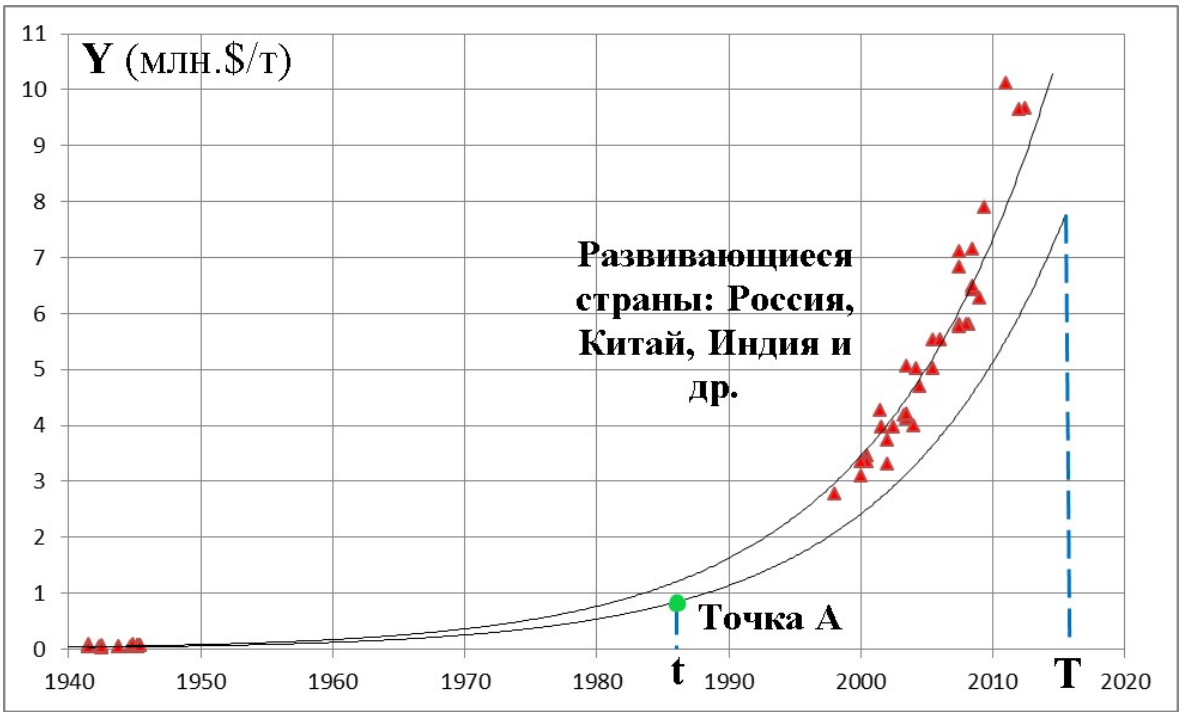


Рисунок 2 – Возрастание полной удельной стоимости отечественных боевых самолетов на внешнем рынке (верхняя кривая, относящаяся к группе развивающихся стран) и внутренней стоимости (нижняя кривая) в зависимости от года выполнения контракта

Значения, превышающие нижнюю кривую являются числовым подтверждением интуитивного понятия «дорогая цена», находящиеся ниже кривой – «дешевая цена», совпадающие с кривой – «нормальная цена». Больше того, можно определенно утверждать, что независимо от колебаний цен, стоимость, являясь их средней величиной, кроме того, становится и оптимальной кривой, к которой должны стремиться все проектируемые цены образцов. Значительные отклонения цен от кривой оптимальной стоимости делают проблематичным производство или сбыт продукции.

Возможность применения в качестве исходной всего одной достоверной точки не препятствует использованию дополнительных точек при их наличии как для повышения уровня достоверности, так и для уточнения самого индекса роста цен.

Исходные данные для определения отпускных цен

Итак, нами установлено, что для исследования современных цен на авиапродукцию достаточно иметь, как минимум, единственное *достоверное* исходное сообщение о цене на поставленную подобную продукцию. Акцент здесь должен быть сделан на понятии *достоверное*. В качестве такового примем сообщение, относящееся к четвертому кварталу 1943 года (t=1943,88)

по факту поставки одного из самых массовых истребителей того времени Як-7 ведущим предприятием по выпуску самолетов КБ Яковлева – заводом № 153 наркомата авиапромышленности (г. Новосибирск) [7]. Серийный номер образца боевого самолета (БС) этого типа на дату поставки заводом № 153 примерно соответствует № 6140. По данным наркомата цена самолета без двигателя М-105ПФ на время поставки составила 110 тыс. рублей. Средневзвешенная по отрасли себестоимость двигателя М-105ПФ за 1943 год составила 48 тыс. рублей. Известно, что отпускная цена на двигатель М-105 в 1942 г. превышала себестоимость на 3,95% на заводе № 16 (г. Казань), на 3,9% на заводе № 26 (г. Уфа) – ведущих заводах наркомата. Исходя из аналогичного соотношения для двигателей, выпущенных в 1943 году, получим отпускную цену истребителя Як-7 с двигателем М-105ПФ ~ 160 тыс. рублей. При курсе доллара США к советскому рублю 1:5,3 [8] в 1943-1944 гг. достоверная отпускная внутренняя цена истребителя в валюте составила $C_t \approx \$30190$.

Следует отметить, что расчет объективных затрат на всех временных отрезках производится в долларах США. В данном случае это не пренебрежение отечественными финансовыми атрибутами, а положительная практическая оценка долгосрочной устойчивости курса доллара к зигзагам финансовой политики и турбулентному воздействию рынка. Высокостабильная и низкая инфляция, присущая доллару, также позволяет относиться к нему, как к достаточно точному естественному измерительному инструменту. Возможно, в перспективе при решении подобных задач его удастся заменить отраслевой линейкой трудозатрат. В нашем случае перед началом расчетов исходные цены в рублях переводятся в доллары, а после завершения расчета, обратно в рубли в соответствии с текущим валютным курсом.

Для исследования внутренних отпускных цен на бронетехнику также достаточно выбрать, как минимум, одно достоверное исходное сообщение о цене на поставленную продукцию. В качестве такового выберем одно из сообщений, относящееся к середине 1944 года ($t=1944,5$), по факту поставки самого массового танка того времени Т-34-85 ведущим предприятием – заводом № 183[1] наркомата танковой промышленности (г. Нижний Тагил) [9]. Серийный номер образца танка этого типа на дату поставки заводом № 183 примерно соответствует № 20487. Цена такого танка на момент поставки составила по данным наркомата 142,1 тыс. рублей. При курсе доллара США к советскому рублю 1:5,3 достоверная отпускная внутренняя цена танка в валюте составила $C_t \approx \$26811$.

Расчет современных отечественных отпускных цен на боевые самолеты и бронетехнику

В соответствии с выводами, полученными нами с помощью ценометрического анализа, и гипотезой об идентичности характера изменения цен на внешнем и внутреннем рынке приведем универсальную формулу (2) расчета стоимости (СТ) отечественного образца военной техники (в частности, боевых самолетов (БС) и бронетехники), поставляемого на момент времени T. Расчет СТ в данном случае производится по одному известному достоверному сообщению о цене (C_t) образца.

$$C_T = C_t \cdot \frac{M_T}{M_t} \cdot И^{(T-t)} \cdot \left(\frac{N_t}{N_T}\right)^{0,1} \cdot \frac{800+V_T}{800+V_t}, \qquad (2)$$

где: M_T – масса пустого образца с искомой ценой;

M_t – масса образца с достоверной ценой;

$И$ – индекс роста цен на продукцию, относящуюся к рассматриваемому виду вооружений ($И=1,078$ – для отечественных БС; $И=1,064$ – для отечественной бронетехники [5]);

1 www.tank.uw.ru

t – год выпуска образца с достоверной ценой;

N_T – серийный номер образца с искомой ценой;

N_t – серийный номер образца с достоверной ценой;

V_T – крейсерская скорость образца с искомой ценой (км/час);

V_t – крейсерская скорость образца с достоверной ценой (км/час).

В случае наличия нескольких исходных сообщений о цене результат может быть определен как средняя величина. Из-за относительно малых значений крейсерских скоростей V у объектов бронетанковой техники для фрагмента формулы (2) оказывается справедливым следующее соотношение:

$$\frac{800+V_T}{800+V_t} \approx 1 . \qquad (3)$$

Результаты расчетов отпускных цен некоторых образцов современных отечественных боевых самолетов (БС) в условиях их серийного выпуска приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчетные отпускные цены[1] некоторых образцов современных отечественных боевых самолетов[2]

Тип БС	Год поставки	Масса (т)	Серийный № образца	Крейсер. скорость V (км/час)	Цена С (млн $)	Цена С (млн ₽)	Курс[3] $/₽
Як-7, (мотор М-105ПФ)	1943,9	2,5	6140	600	0,03	0,16	5,3
Су-35	2015	17	790	850	**62,6**	**2252,0**	36
Су-35	2016,5	17	810	850	**69,8**	**5028,5**	72
МиГ-29	2015	10,5	1600	850	**36,0**	**1296,2**	36
МиГ-29	2016,5	10,5	1620	850	**40,3**	**2897,8**	72
ПАК ФА[4]	2014,5	17,5	3	850	**108,3**	**35735,9**	33

Результаты расчетов отпускных цен некоторых образцов современных отечественных основных боевых танков (ОБТ) в условиях их серийного выпуска приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчетные отпускные цены[1] некоторых образцов современных отечественных ОБТ[2]

Тип ОБТ	Год поставки	Масса (т)	Серийный № образца	Цена С (млн $)	Цена С (млн ₽)	Курс[3] $/₽
Т-34-85	1944,5	32	20487	0,027	0,142	5,3
Т90А	2009,5	46,5	21800	**2,18**	**69,9**	32
Т90А	2011,5	46,5	21900	**2,47**	**75,0**	30,4
Т90А	2016,5	46,5	22000	**3,37**	**242,5**	72
Армата[4]	2015	55	8	**8,01**	**288,4**	36
Армата[4]	2016,5	55	25	**7,85**	**565,0**	72

Следует повторить, что в приведенных примерах использование дополнительных точек позволило бы повысить уровень достоверности исходных данных, что, в свою очередь, дало бы возможность уточнить *индексы роста цен*.

1 Результаты расчетов отпускных цен выделены жирным шрифтом. По мнению авторов, они достаточно точно совпадают с реальностью.

2 Расчетные цены приведены без учета возможного понижающего влияния «отложенного» производства, когда комплектующие и само незаконченное изделие с конвейера на годы попадали в отстойники-накопители из-за финансовых проблем с кредитованием и сбытом.

3 Валютный курс расчетов на полгода опережает год поставки образца.

4 Исходные данные по сообщениям СМИ.

Заключение

В данной работе приведены несколько примеров 70-летнего прогноза цен на поставляемые образцы вооружений. Авторы считают, что результаты этих расчетов достаточно точно совпали с реальными ценовыми показателями современных образцов. Таким образом, можно констатировать, что, пользуясь формулами, выведенными в рамках ценометрического метода, рядовой заводской экономист в 1944 году смог бы достаточно точно рассчитать стоимость отечественной военной продукции начала XXI века.

Если исходить из линейной зависимости ошибок прогноза от его дальности, то годовой прогноз цен должен оказаться в 70 раз точнее приведенных примеров. Или, если подходить к этому вопросу с другой стороны, можно сделать вывод, что точность таких прогнозов почти не ухудшается от дальности. Сверхвозможности по дальности этого прогноза объективно определяются стабильностью во времени формы кривой изменения стоимости продукции, а с субъективной стороны – длительным периодом набора исходных статистических данных (до 100 лет), несмотря на разную степень их достоверности, уточняющих форму кривой возрастания цен. Следует повторно подчеркнуть, что стабильность формы стоимостной кривой во времени во многом объясняется и выбором доллара США в качестве валютной координатной линейки оценки объективных затрат.

Достигнутая точность аналитического исследовательского прогноза к настоящему времени является удовлетворительной. Она определяется вторым числовым знаком после запятой в полученных значениях индексов роста цен ($И=1{,}078$ – для отечественных БС; $И=1{,}064$ – для отечественной бронетехники) при величине оценки достоверности аппроксимации кривых порядка 0,98-0,99 [5]. Перспектива дальнейшего повышения надежности прогноза связана с уточнением этих индексов при использовании статистических данных более обширной и достоверной официальной статистики.

Ценометрический метод как частный случай применения регрессионного анализа по сути, остается в основном математико-статистическим инструментом для исследования сложившейся картины ценообразования. Она не дает аргументированного ответа, почему на цену воздействуют одни технико-экономические характеристики образца, а другие остаются в тени. В данных ценометрических расчетах присутствует крайне ограниченное количество этих исходных характеристик, что, кстати, является достоинством метода, упрощающим его применение. Полученные авторами результаты [1-6] позволяют утверждать, что именно эти характеристики (и еще год выпуска) более чем на 90% определяли ход процессов ценообразования последние 90 лет, и, без сомнения, будут продолжать определять их развитие в ближайшие, как минимум, 30 лет. Необходимо добавить, что именно этот же ограниченный набор исходных характеристик издавна использовался [11-13] и продолжает использоваться [10, 14] в «классических» методах расчета стоимости авиационной техники. Однако расчет влияния времени на стоимость образцов в этих методиках не был предусмотрен. Таким образом, **ценометрический подход позволяет согласовать «классические» методы расчета стоимости** материальных образцов высокотехнологичной продукции и **игнорировавшиеся ранее факты роста цен**.

Без использования ценометрического анализа ситуация с ценообразованием в авиапроме соответствует следующему определению: «Стоимость авиационных комплексов, как правило, не рассчитывается по методикам, базирующимся на объективных законах экономики, а устанавливается, как и рыночная цена, в зависимости от складывающихся условий (поставленных целей) или рассчитывается по факту методами прямой калькуляции… Соответственно, теряют смысл и оценки по показателям «эффективность/стоимость»… Анализ экономических аспектов выполнения заключенных контрактов показывает, что в ряде случаев волюнтаризм при определении

стоимости комплектующих приводил к абсурду» [14]. Схожая ситуация характерна и для других видов военной техники. Поэтому в связи с объективными сложностями прогнозного калькуляционного определения стоимости продукции предлагается ограничить использование этого метода контрольно-корректирующими функциями. При этом **необходимо внедрить в практику ценообразования свод новых регламентирующих индексов роста полных удельных цен для различных видов высокотехнологичной продукции**.

Список использованных источников

1. Гальченко А.В., Тегин В.А. Исследование рынка инвестиций в авиастроении // Оборонная техника. – 2005. – № 12.

2. Гальченко А.В., Тегин В.А. Долгосрочный прогноз рыночной стоимости летательных аппаратов гражданской и военно-транспортной авиации // Проблемы прогнозирования. – 2010. – № 4.

3. Гальченко А.В., Тегин В.А. Долгосрочный прогноз стоимости боевых летательных аппаратов и численности ВВС стран мира // Вооружение и экономика. – 2012. – № 3.

4. Гальченко А.В., Тегин В.А. Долгосрочный прогноз стоимости танков и численности боевого состава бронесил стран мира // Вооружение и экономика. – 2013. – № 1.

5. Балабан Т.И. Гальченко А.В., Тегин В.А. Применение ценометрического метода определения стоимости серийных образцов боевой техники для выполнения долгосрочного исследовательского прогноза ее закупок // Вооружение и экономика. – 2015. – № 1.

6. Балабан Т.И. Гальченко А.В., Тегин В.А. Танки с накруткой // Военно-промышленный курьер. – 2015. – № 43 (609).

7. Мухин М.Ю. Советская авиапромышленность в годы Великой Отечественной войны. – М.: Вече, 2011.

8. Алмазова О. Л. Золото и валюта: прошлое и настоящее. – М.: Финансы и статистика, 1988.

9. Барятинский М. Средний танк Т-34. – М.: Яуза, 2009.

10. Мышкин Л.В. Прогнозирование развития авиационной техники. – М.: Физматлит, 2008.

11. Егер С.М., Мишин В.Ф., Лисейцев Н.К. и др. Проектирование самолетов. – М.: Машиностроение, 1983.

12. Саркисян С.А., Минаев Э.С., Нечаев П.А. Экономическая эффективность перевозок грузов воздушным транспортом. – М.: Транспорт, 1984.

13. Саркисян С.А., Минаев Э.С. Экономическая оценка летательных аппаратов. – М.: Машиностроение. – 1972.

14. Барковский В.И., Скопец Г.М., Степанов В.Д. Методология формирования технического облика экспортно ориентированных авиационных комплексов. – М.: Физматлит, 2008.

А.С. Подстригаев, кандидат технических наук
А.В. Смоляков

Оценка экономического эффекта от использования универсального технологического приспособления для настройки СВЧ-устройств при изготовлении сложных радиоэлектронных комплексов

Время производства опытного образца сложного радиоэлектронного комплекса может быть снижено за счет использования универсального технологического приспособления для настройки и проверки полосковых СВЧ-устройств. Получены выражения для оценки экономического эффекта от внедрения приспособления. Выполнена оценка экономического эффекта на примере станции помех.

Создание опытного образца сложного радиоэлектронного комплекса, в отличие от серийного производства, сопровождается значительным объемом макетных и экспериментальных работ. Эти работы требуют изготовления разнообразной технологической оснастки, а также многократного переоборудования рабочих мест для настройки широкой номенклатуры узлов и, соответственно, по сравнению с серийным производством требуют бóльших временных затрат. Следовательно, для сокращения времени производства опытного образца и его приближения ко времени серийного производства процессы макетирования и регулировки узлов необходимо оптимизировать. С этой целью разработано универсальное технологическое приспособление[1] для настройки и проверки полосковых СВЧ-устройств из состава радиоэлектронного комплекса [2, 3].

Приспособление содержит металлическое основание для размещения на нем плат СВЧ-устройств. К закрепленным на основании платам присоединяют коаксиально-микрополосковые переходы, другие концы которых соединяют с радиоизмерительной аппаратурой. Приспособление снабжено подвижными элементами, обеспечивающими возможность установки устройств с различными габаритными и присоединительными размерами, что и обусловливает его универсальность.

Целью настоящей работы является оценка экономического эффекта от внедрения описанного приспособления.

Точное математическое описание всех существующих типов производств с учетом индивидуальных особенностей предприятий является затруднительным, а учет в таком описании всех особенностей конкретных изделий практически невозможен [4, 5]. Поэтому для определения экономического эффекта от внедрения приспособления целесообразно сделать несколько допущений. Примем, что в любом изделии имеется N_1 СВЧ-узлов первого типа, которые производятся строго последовательно (т. е. для настройки последующих узлов необходимо знание выходных характеристик предыдущих узлов), и N_2 СВЧ-узлов второго типа, которые производятся параллельно на P_0 производственных линиях, каждая из которых оснащена одним рабочим местом регулировщика. Также будем считать, что производство любой оснастки и любого СВЧ-узла занимает некоторое среднее время ($t_{ОСН}$ и t_y соответственно).

1 Патент 2577805 РФ, МПК G01R 29/00. Приспособление для снятия характеристик СВЧ-устройств / Подстригаев А.С., Фомченкова Н.И.; Открытое акционерное общество «Брянский электромеханический завод». № 2014151345/28; заявл. 17.12.2014; опубл. 20.03.2016.

Экономический эффект от внедрения описанного приспособления достигается за счет нескольких составляющих. Во-первых, за счет экономии времени на производстве индивидуальных оснасток. Положим, опытный образец содержит $M=N_1+N_2$ СВЧ-узлов, требующих регулировки. Среди них можно выделить $d=d_1+d_2$ групп однотипных узлов (для регулировки всех узлов группы достаточно одного комплекта оснастки) по K_i узлов в *i*-й группе, где d_1, d_2 – количество групп среди узлов первого и второго типов соответственно. Производство оснасток ведется на P_1 производственных линиях. В таком случае потребуется произвести $M-\sum_{i=1}^{d}(K_i-1)$. При этом экономия времени составит:

$$T_{Э1}=\left[M-\sum_{i=1}^{d}(K_i-1)\right]\cdot\frac{t_{осн}}{P_1}.$$

Во-вторых, время производства опытного образца сократится на этапе регулировки СВЧ-узлов, так как исключается необходимость повторной подготовки индивидуального рабочего места перед регулировкой каждого следующего узла. Подготовка занимает время $t_{рм}$. Среди узлов первого типа имеется d_1 групп однотипных, а среди узлов второго типа – d_2 групп. Тогда время регулировки узлов первого типа сократится на $\left[N_1-\sum_{i=1}^{d_1}(K_i-1)\right]t_{рм}$, а второго типа – на $[N_2-\sum_{i=1}^{d_2}(K_i-1)](t_{рм}/P_0)$. Таким образом, на этапе регулировки будет сэкономлено время:

$$T_{Э2}=\left[N_1-\sum_{i=1}^{d_1}(K_i-1)\right]t_{рм}+\left[N_2-\sum_{i=1}^{d_2}(K_i-1)\right]\cdot\frac{t_{рм}}{P_0}.$$

Дополнительное снижение временны́х затрат достигается введением входного контроля покупных СВЧ-модулей с использованием приспособления. Входной контроль позволяет исключить устранение неисправностей, выявляемых только после сборки узлов и обусловленных монтажом несоответствующих СВЧ-модулей. При этом под несоответствием СВЧ-модуля понимается отклонение какого-либо его параметра от заявленного значения во всем рабочем диапазоне частот. Как правило, время выполнения входного контроля одного модуля $t_{вх}$ значительно меньше времени $t_{устр}$, затрачиваемого на диагностику неисправности и замену покупного СВЧ-модуля. Считая, что изделие содержит *n* покупных модулей, а средняя доля брака в них *s*, на устранении неисправностей будет сэкономлено $snt_{устр}$ минут, а на входной контроль затрачено $nt_{вх}$ минут. Итоговая экономия времени при введении входного контроля составит:

$$T_{Э3}=snt_{устр}-nt_{вх}.$$

Суммируя экономию времени от всех вышеописанных эффектов, получаем формулу для приближенной оценки сокращения времени производства опытного образца сложного радиоэлектронного комплекса:

$$T_Э=T_{Э1}+T_{Э2}+T_{Э3}=\left[M-\sum_{i=1}^{d}(K_i-1)\right]\cdot\frac{t_{осн}}{P_1}+\left[N_1-\sum_{i=1}^{d_1}(K_i-1)\right]\cdot t_{рм}+$$
$$+\left[N_2-\sum_{i=1}^{d_2}(K_i-1)\right]\cdot\frac{t_{рм}}{P_0}+snt_{устр}-nt_{вх}. \quad (1)$$

Оценить общее время производства СВЧ-части радиоэлектронного комплекса можно по формуле:

$$T=\left(N_1+\frac{N_2}{P_0}\right)t_y.$$

Тогда относительную экономию времени можно рассчитать по выражению:

$$E=\frac{T_э}{T}\cdot 100\,\%. \qquad (2)$$

Оценить вклад отдельного k-го составляющего в суммарную экономию времени можно, используя следующую формулу:

$$E_k=\frac{T_{эk}}{T_э}\cdot 100\,\%. \qquad (3)$$

В качестве примера рассчитаем, на сколько сократится время производства опытного образца станции помех[1], построенной по схемам, представленным в [1]. Станция помех содержит семь идентичных приемных каналов, каждый из которых содержит 20 частотных каналов, и однока-нальный передатчик помех. Исходя из структуры станции помех ориентировочное количество СВЧ-узлов в ней составляет 420 штук. Считая, что ввиду унификации 30% СВЧ-узлов не требуют настройки, настройка требуется для $M=294$ СВЧ-узлов. Среди настраиваемых узлов 20 групп по семь $(K_i=7)$ однотипных узлов второго типа $(d_1=0,\ d=d_2=20)$. Считаем, что разработка и изготовление одного комплекта оснастки в условиях опытного производства в среднем занимает $t_{осн}=5$ дней, и одновременно может изготавливаться $P_1=10$ оснасток.

Повторная сборка рабочего места перед регулировкой каждого следующего узла занимает около $t_{рм}=10$ минут, и в среднем производится $P_0=2$ узла одновременно.

Считая, что усилитель промежуточной частоты в каждом из 20 частотных каналов приемника станции помех выбирается, учитывая экспериментально полученное значение коэффициента передачи широкополосного смесителя, а приемные каналы идентичны и после изготовления первого из них остальные могут изготавливаться параллельно, количество узлов первого типа в станции помех $N_1=20$.

Согласно выбранной структуре станции помех при производстве ее опытного образца используется ориентировочно $n=420$ покупных СВЧ-модулей (СВЧ-микросборок усилителей высокой и промежуточной частоты, преобразователей частоты). Согласно имеющейся статистике процент брака СВЧ-модулей составляет приблизительно $s=15\,\%$. Входной контроль одного модуля занимает около $t_{вх}=3$ мин. На поиск неисправного элемента, отключение от рабочего места, демонтаж, разборку, установку исправного элемента, повторную сборку, подключение к рабочему месту и быструю проверку типового узла средней сложности затрачивается около $t_{устр}=90$ мин.

Без использования универсального приспособления для регулировки СВЧ-устройств производство каждого узла занимает в среднем $t_y=3$ дня.

Таким образом, согласно выражениям (1) и (2) время производства СВЧ-части опытного образца станции помех при внедрении универсального технологического приспособления для регулировки СВЧ-устройств сократится на $T_э=89$ дней, или на $E=18{,}9\,\%$.

1 Патент 2237372 РФ, МПК7 H04K 3/00. Устройство формирования ответных помех радиолокационным станциям / Вернигора В.Н., Володин А.В., Дятлов А.П., Поляниченко В.П.; ФГУП «ВНИИ «Градиент». № 2002100954/09; заявл. 08.01.2002; опубл. 27.09.2004; Патент 2329603 РФ, МПК H04K 3/00. Устройство для создания прицельных помех радиолокационным станциям / Володин А.В., Токарев В.А.; ФГУП «ВНИИ «Градиент». № 2006114266/09; заявл. 26.04.2006; опубл. 20.11.2007.

Наибольшее количество времени при этом будет сэкономлено на производстве индивидуальных оснасток. Согласно (3) вклад этого этапа в общую экономию времени составит $E_1 = 97{,}8\,\%$.

Выполненные расчеты показали, что внедрение описанного приспособления имеет значительный экономический эффект и позволяет приблизить временны́е затраты при изготовлении опытного образца сложного радиоэлектронного комплекса к временным затратам при изготовлении серийного образца.

Список использованных источников

1. Перунов Ю.М., Куприянов А.И. Радиоэлектронная борьба: радиотехническая разведка. – М.: Вузовская книга, 2016. – 190 с.

2. Подстригаев А.С., Лихачев В.П., Рязанцев Л.Б. Технология настройки полосковых СВЧ-устройств // Измерительная техника. – 2016. – № 5. – С. 66-68.

3. Podstrigaev A.S. All-purpose adjuster for microwave microstrip devices // Proceedings of 24th International Crimean Conference Microwave & Telecommunication Technology (CriMiCo), 2014, September 7-14. Vol., pp.896-897. doi: 10.1109/CRMICO.2014.6959682.

4. Кротова Е.И. Основы конструирования и технологии производства РЭС: Учеб. пособие. – Ярославль: Изд-во Яросл. гос. ун-та им. П. Г. Демидова, 2013. – 192 с.

5. Тупик В.А. Технология и организация производства радиоэлектронной аппаратуры: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2004. – 144 с.

6. Перунов Ю.М., Куприянов А.И. Радиоэлектронная борьба: радиотехническая разведка. – М.: Вузовская книга, 2016. – 190 с.

А.А. Венедиктов, доктор экономических наук, профессор
С.Ф. Викулов, доктор экономических наук, профессор
А.А. Лукьяница, кандидат физико-математических наук

Обоснование рациональной с экономической точки зрения системы исчисления времени в Российской Федерации[1]

Российская Федерация имеет обширную территорию и довольно неравномерную плотность населения. В настоящей статье обосновывается рациональный вариант распределения часовых зон по территории Российской Федерации в целях наиболее эффективного использования светлого времени суток. Применительно к большинству субъектов Российской Федерации таким решением является отмена нововведений Федерального закона от 21.07.2014 № 248-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об исчислении времени»[2] и возврат к часовой зоне, установленной постановлением Правительства РФ от 31.08.2011 № 725 «О составе территорий, образующих каждую часовую зону, и порядке исчисления времени в часовых зонах...»[3].

Введение

В работе [1] был исследован генезис и развитие государственного регулирования общественных отношений по поводу исчисления времени в Российской Федерации, проанализировано законодательство, регулирующее и регулировавшее ранее порядок исчисления времени в России, рассмотрены проблемы формирования базы данных о населенных пунктах России как исходных данных для создаваемой математической модели и пути их решения, обоснованы критерий и математические методы нахождения рационального решения по организации исчисления времени в Российской Федерации. Результаты исследования перечисленных вопросов позволяют провести расчеты эффективности использования светлого времени суток и на их основе определить более рациональный в смысле данного критерия вариант распределения часовых зон по территории Российской Федерации.

Алгоритмизация процедуры нахождения рационального решения по отнесению населенного пункта к конкретной часовой зоне

Рассмотрим основные этапы процесса обоснования рационального решения по выбору часовой зоны для конкретного населенного пункта или их группы.

Этап 1. Формирование базы данных о городских поселениях России с указанием для каждого из них географических координат и численности населения.

Целесообразность рассмотрения в ходе моделирования только городских населенных пунктов была обоснована в [1]. Там же рассматривались проблемы формирования базы данных о них (в частности, связанные с недавним изменением подходов при определении статуса поселения как городского, а также с недочетами существующих классификаторов административно-территориальных единиц в Российской Федерации: Общероссийского классификатора объектов

1 Статья подготовлена в рамках гранта РФФИ № 17-06-0053217.
2 http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165841/
3 http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_118896/

административно-территориального деления и Общероссийского классификатора территорий муниципальных образований) и пути их решения. С применением данной методики был сформирован перечень из 2406 поселений Российской Федерации, учитываемых в модели как городские.

В целях его формирования была разработана компьютерная программа, проводящая сравнение типа населенного пункта, включенного в его название (например, «город», «поселок городского типа»), с данными о населенных пунктах, размещенными в Общероссийском классификаторе объектов административно-территориального деления, Общероссийском классификаторе территорий муниципальных образований, а также в отчетах Федеральной службы государственной статистики о результатах Всероссийской переписи населения 2010 года. Если все эти данные совпадали (т. е. были солидарны в определении статуса поселения как городского либо сельского), то информация о городском населенном пункте вносилась в базу данных. Если имелось хотя бы одно разногласие, в ручном режиме проводилась проверка, по результатам которой выяснялись причины возникших разногласий и принималось решение о фактическом статусе населенного пункта на сегодняшний день. В частности, не включались в базу данных населенные пункты, существующие юридически, но имеющие нулевое население, сельские поселения, имеющие в своем наименовании слова «поселок городского типа», населенные пункты Республики Крым, которые имели статус поселка городского типа по украинскому законодательству, однако относятся к сельским населенным пунктам согласно российским правилам. В таблице 1 в качестве примера приведены записи базы данных о городских населенных пунктах Орловской области.

Этап 2. Создание компьютерной программы, позволяющей для любого места Земного шара определить на заданную дату время восхода и захода солнца, а также начала и окончания гражданских сумерек применительно к конкретному варианту отнесения данной территории к той или иной часовой зоне.

Данная программа позволяет для каждого городского населенного пункта России определить продолжительность светлого и темного времени суток на любую дату. Просуммировав результаты работы программы за достаточно длительный период, можно оценить последствия того или иного решения по системе исчисления времени в государстве.

Отметим, что понятие «световой день» необходимо рассматривать не как промежуток от восхода до захода солнца. Нужно учитывать, что имеется еще период так называемых гражданских сумерек: с момента видимого захода солнца за линию горизонта до достижения центром светила отметки 6° ниже этого уровня. Аналогичный период имеет место перед восходом. Считается, что в этот промежуток времени на открытом месте можно выполнять любые работы без искусственного освещения. В Москве продолжительность гражданских сумерек составляет примерно 40-60 мин. в зависимости от времени года (в даты, близкие к летнему и зимнему солнцестоянию они больше, а в даты, близкие к весеннему и осеннему равноденствию, – меньше). А в Санкт-Петербурге в июне-июле они длятся почти от заката до восхода, это явление известно нам как «белые ночи».

На рисунке 1 приведен результат расчета времени восхода и захода солнца, а также начала и окончания гражданских сумерек в Твери на 2018 год. На рисунке хорошо видна свойственная большинству населенных пунктов России асимметрия расположения времени восхода и захода солнца относительно середины периода активности большинства населения (с 7 до 23 часов), т. е. относительно 15 часов по местному административному времени. Зеленым цветом закрашена область неэффективно используемого светлого времени суток. «Площадь» этой области (т. е. суммарное время неэффективно используемого времени от восхода до захода солнца) в течение заданного календарного года для рассматриваемого населенного пункта может быть вычислена по формуле:

$$S_{неэфф.} = \sum_{t=01.01}^{31.12} (s_{tв} + s_{tз}),$$
$$s_{tв} = \begin{cases} 7 - T_{tвосх.}, & \text{если } T_{tвосх.} < 7, \\ 0, & \text{если } T_{tвосх.} \geqslant 7, \end{cases} \quad (1)$$
$$s_{tз} = \begin{cases} T_{tзах.} - 23, & \text{если } T_{tзах.} > 23, \\ 0, & \text{если } T_{tзах.} \leqslant 23, \end{cases}$$

где $T_{tвосх.}$ – время восхода солнца в рассматриваемом населенном пункте на дату *t*;

$T_{tзах.}$ – время захода солнца в рассматриваемом населенном пункте на дату *t*.

Для гражданских сумерек формула аналогична с заменой времени восхода и захода солнца на время начала и окончания гражданских сумерек.

Таблица 1 – Информация в базе данных о городских населенных пунктах Орловской области

Населенный пункт	**Часовой пояс**	**Географические координаты**		**Население, чел.**[1]
		Широта	Долгота	
Орёл	UTC+3	52° 58' с.ш.	36° 5' в.д.	318633
Ливны	UTC+3	52° 25' с.ш.	37° 36' в.д.	47489
Мценск	UTC+3	53° 17' с.ш.	36° 34' в.д.	38350
Болхов	UTC+3	53° 27' с.ш.	36° 0' в.д.	11154
Верховье	UTC+3	52° 49' с.ш.	37° 14' в.д.	6956
Глазуновка	UTC+3	52° 30' с.ш.	36° 20' в.д.	6495
Дмитровск	UTC+3	52° 30' с.ш.	35° 9' в.д.	5181
Долгое	UTC+3	52° 4' с.ш.	37° 31' в.д.	3968
Залегощь	UTC+3	52° 54' с.ш.	36° 53' в.д.	4939
Колпна	UTC+3	52° 13' с.ш.	37° 2' в.д.	5628
Кромы	UTC+3	52° 41' с.ш.	35° 46' в.д.	6613
Малоархангельск	UTC+3	52° 24' с.ш.	36° 30' в.д.	3293
Хомутово	UTC+3	52° 51' с.ш.	37° 27' в.д.	4084
Новосиль	UTC+3	52° 58' с.ш.	37° 3' в.д.	3216
Знаменка	UTC+3	52° 54' с.ш.	35° 59' в.д.	11571
Покровское	UTC+3	52° 37' с.ш.	36° 52' в.д.	4177
Змиевка	UTC+3	52° 40' с.ш.	36° 22' в.д.	5850
Нарышкино	UTC+3	52° 58' с.ш.	35° 44' в.д.	10380
Хотынец	UTC+3	53° 8' с.ш.	35° 24' в.д.	3782
Шаблыкино	UTC+3	52° 51' с.ш.	35° 12' в.д.	3005

В ходе анализа результатов работы данной программы необходимо учитывать особенности населенных пунктов, расположенных в северных широтах. Летом в таких местностях восход солнца может произойти, например, до полуночи, вследствие чего на такую дату закат будет

1 Оценка Федеральной службы государственной статистики на 1 января 2017 года // http://www.gks.ru/free_doc/doc_2017/bul_dr/mun_obr2017.rar

предшествовать восходу. Зимой и летом закат либо восход могут вообще отсутствовать (полярный день и полярная ночь). В связи с этим общий вид формулы расчета суммарного времени неэффективно используемого времени от восхода до захода солнца несколько сложнее, чем (1), однако достаточно очевиден и здесь не приводится по причине того, что ее более громоздкая запись не «окупается» дополнительным информационным наполнением.

Для Твери (UTC+3) в 2018 году $S_{неэфф.}=594$ часа. При оптимальном (в смысле минимизации $S_{неэфф.}$) выборе смещения местного времени относительно UTC продолжительность неэффективно используемого времени от восхода до захода солнца для Твери в 2018 году составила бы 310 час. 45 мин., что почти в два раза меньше значения для ныне установленной часовой зоны.

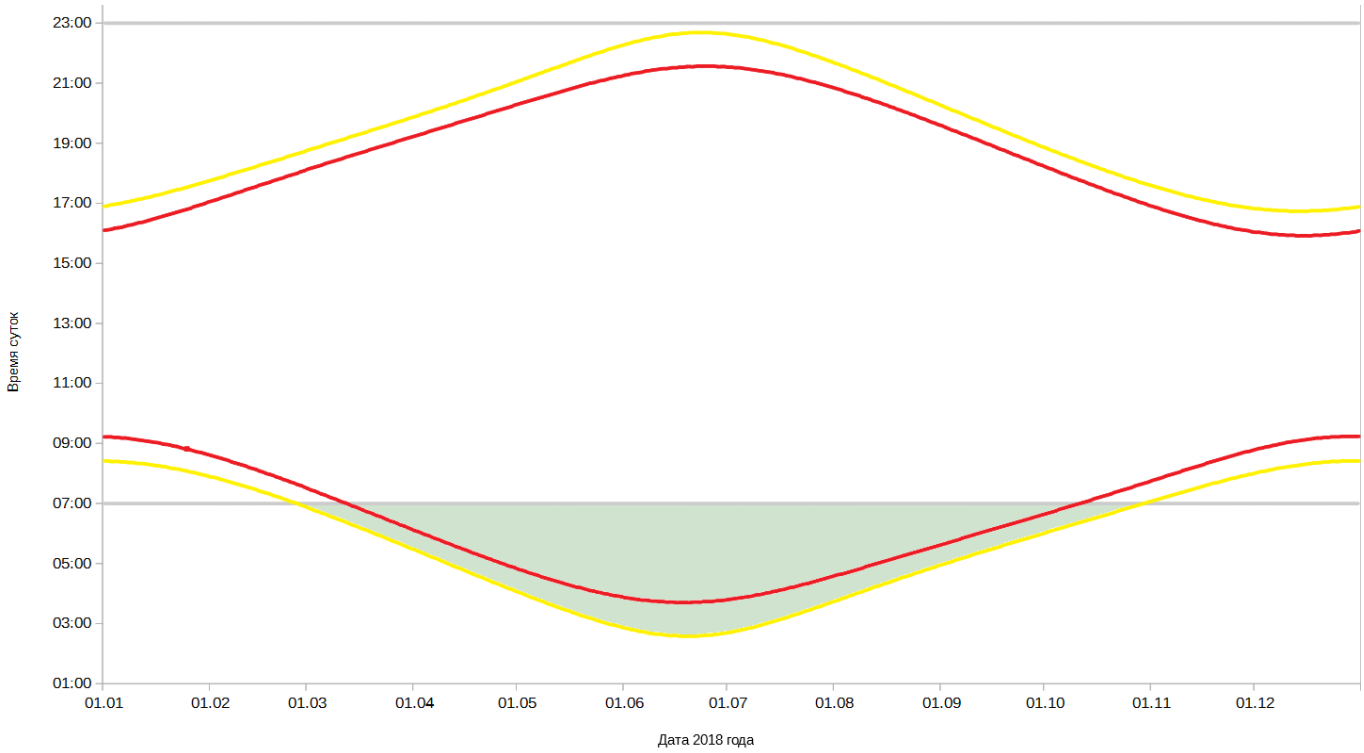


Рисунок 1 – Время восхода и захода солнца (красные линии) и начала и окончания гражданских сумерек (желтые линии) в Твери в 2018 году

Этап 3. Отражение в модели существующих экономических и организационных связей между рассматриваемыми поселениями.

На первом этапе достаточно учесть наиболее важный (и легко формализуемый) признак наличия подобных связей: вхождение поселений в состав одного субъекта Российской Федерации. Вместе с тем в ряде случаев даже находящиеся в соседних субъектах Российской Федерации населенные пункты имеют весьма тесные связи (например, лица, проживающие вблизи административной границы одной области, работают на предприятии, расположенном в другом субъекте Российской Федерации, иногда – находящимся в иной часовой зоне). Как было отмечено в [1], данный вопрос был достаточно глубоко исследован в рамках выполненной в 2010 году по заданию Министерства промышленности и торговли Российской Федерации научно-исследовательской работы «Анализ организационных и технических проблем создания в Российской Федерации правовых основ определения времени, распространения и использования информации о времени, сокращения количества часовых поясов и целесообразности перехода на летнее

и зимнее время в связи с подготовкой законопроекта Российской Федерации об определении времени»[1].

Кроме того, следует отметить особенность применения данного алгоритма в отношении Республики Саха (Якутии) – самого крупного по территории субъекта Российской Федерации и самой большой административно-территориальной единицы в мире[2]. Данная республика традиционно делится на 3 часовых пояса. Алданский, Амгинский, Анабарский, Булунский, Верхневилюйский, Вилюйский, Горный, Жиганский национальный эвенкийский, Кобяйский, Ленский, Мегино-Кангаласский, Мирнинский, Намский, Нерюнгринский, Нюрбинский, Олекминский, Оленекский эвенкийский национальный, Сунтарский, Таттинский, Томпонский, Усть-Алданский, Усть-Майский, Хангаласский, Чурапчинский и Эвено-Бытантайский улусы (районы), а также город республиканского значения Якутск входят в 8-ю, «западную», часовую зону (на сегодняшний день – UTC+9). Верхоянский, Оймяконский и Усть-Янский улусы составляют 9-ю, «центральную», часовую зону Республики Саха (Якутия) – UTC+10, а Абыйский, Аллаиховский, Верхнеколымский, Момский, Нижнеколымский и Среднеколымский улусы – 10-ю, «восточную» (UTC+11).

Городское население составляет 2/3 от общей численности жителей Республики Саха (Якутия), однако на территории «центральной» и «восточной» часовых зон этого субъекта Российской Федерации проживает менее 3% ее городского населения. Формальное применение рассматриваемого алгоритма несомненно привело бы к рекомендации поместить весь этот субъект Российской Федерации в «западную» часовую зону. Однако в этом случае, например, в 2018 году в день осеннего (весеннего) равноденствия в поселке городского типа Айхал, расположенном на западе республики, восход солнца состоится в 7:15, а заход – в 19:39 (для действующего помещения «западной» часовой зоны Якутии в часовой пояс UTC+9). При этом в поселке городского типа Черский на востоке Якутии солнце взойдет в 3:53, а закат наступит в 16:22. Представляется очевидным, что подобное неудобство недопустимо для жителей центральных и восточных районов Якутии вне зависимости от того, что лишь небольшая часть населения республики вынуждена будет его терпеть. С учетом изложенного применительно к Республике Якутия в качестве исключения из общего правила связи между поселениями на начальной стадии моделирования были установлены в пределах названных выше часовых зон этого субъекта Российской Федерации, а не для республики в целом.

Итак, на первом этапе расчеты будут производиться исходя из предположения о «связанности» лишь населенных пунктов, входящих в состав одного субъекта Российской Федерации (с учетом упомянутого исключения в отношении Республики Саха (Якутия), разделенной на 3 «области связанности»). Далее, если расчеты покажут целесообразность перемещения какого-либо субъекта в другую часовую зону отдельно от его соседей мы воспользуемся результатами упомянутой научно-исследовательской работы «Время-ТР» в целях определения того, имеются ли значимые сложившиеся связи между населенными пунктами соседних субъектов Российской Федерации, для которых увеличится разница во времени в результате такого перемещения.

Этап 4. Выбор интервала времени, за который будет производиться суммирование показателей использования светлого времени суток.

Очевидно, что этот период должен состоять из целого числа лет (чтобы учесть сезонные изменения времени восхода и захода солнца). Вполне достаточную точность обеспечит осуществление расчета для одного произвольно выбранного календарного года. Для описываемой модели был выбран более продолжительный 16-летний период: с 1 января 2018 г. по 31 дека-

1 Тишков А.А., Артобалевский С.С., Астанин В.В., Венедиктов А.А., Панин А.В. Отчет о НИР, шифр «Время-ТР». – М., 2010.

2 https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_крупнейших_административных_единиц_первого_уровня_по_площади

бря 2033 года. Кратность выбранного промежутка времени 4 годам обусловлена желанием корректно учесть наличие дополнительной даты (29 февраля) в високосных годах.

Этап 5. Анализ полученных результатов.

Принципы, на которых будет проводиться анализ полученных данных, мы рассмотрим после приведения результатов расчетов.

Результаты расчетов

Описанная выше модель была реализована в виде программы для ЭВМ. В таблице 2 приведены результаты работы данной программы применительно ко всем городским поселениям 1-й и 2-й часовых зон[1] России. С учетом обоснованных связей между рассматриваемыми поселениями результаты расчетов сведены по субъектам Российской Федерации.

Каждой группе поселений соответствуют две строки данных. В первой приведено увеличение (уменьшение) количества темного времени суток (в процентах), приходящегося на период с 7 до 23 часов при трех вариантах изменения часовой зоны для данной группы: +1, +2 и +3 часа к действующей. В ходе исследования были также просчитаны варианты смещения на большее количество часов и, наоборот, уменьшения смещения текущей часовой зоны относительно UTC, однако в таблице данные результаты не приводятся, поскольку соответствующие им показатели намного хуже по сравнению с действующей системой исчисления времени. Вариант восстановления так называемого «летнего времени» (т. е. сезонного перевода часов на час вперед и назад) не рассматривался, т. к. в [4] уже была доказана его экономическая нецелесообразность.

Аналогичные расчеты были сделаны для двух типовых режимов рабочего времени: с началом работы в 8 часов и окончанием в 17 часов (с учетом часового перерыва), а также с началом работы в 9 часов и окончанием в 18 часов. Чтобы не загромождать таблицу дополнительными данными, не несущими принципиально важной информации, в таблице приведены показатели, усредненные для этих двух вариантов организации рабочего времени (вторая строка таблицы).

Помимо соображений сокращения приводимых в статье цифровых данных мы исходили также из предположения о том, что начало и окончание рабочего времени является более гибким параметром, чем, например, обусловленная медицинскими рекомендациями 8-часовая продолжительность ежесуточного отдыха (сна). Каждый работодатель вправе установить свой режим рабочего времени, в том числе отказаться от использования принципа «00 минут». Так, нередки случаи, когда рабочий день начинается в 8:30, известны случаи его начала в 7:45, 8:15, 8:45. В некоторых густонаселенных и испытывающих транспортные проблемы населенных пунктах время начала работы устанавливается из соображений рационального использования возможностей городского пассажирского транспорта и транспортных магистралей в часы пиковых нагрузок. С учетом изложенного при прочих равных мы будем считать более приоритетным обеспечение рационального использования светлого времени суток населением в быту (в период с 7 до 23 часов), чем в рабочее время (с 8 до 17 и с 9 до 18 часов).

1 Калининградская область, Республика Адыгея, Архангельская область, Белгородская область, Брянская область, Владимирская область, Волгоградская область, Вологодская область, Воронежская область, Республика Дагестан, Республика Ингушетия, Ивановская область, Кабардино-Балкарская Республика, Калужская область, Республика Калмыкия, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Карелия, Кировская область, Республика Коми, Республика Крым, Костромская область, Краснодарский край, Курская область, Липецкая область, Республика Марий Эл, Республика Мордовия, Город Москва, Московская область, Мурманская область, Нижегородская область, Новгородская область, Орловская область, Пензенская область, Псковская область, Ростовская область, Рязанская область, Тамбовская область, Тверская область, Город Санкт-Петербург, Ленинградская область, Республика Северная Осетия – Алания, Смоленская область, Ставропольский край, Республика Татарстан, Тульская область, Чеченская Республика, Чувашская Республика, Ярославская область.

Таблица 2 – Изменение продолжительности эффективно используемого светлого времени суток для субъектов Российской Федерации, входящих в 1-ю и 2-ю часовые зоны при увеличении сдвига их часовой зоны относительно UTC (по сравнению с действующей системой исчисления времени), %

+1 час	**+2 часа**	**+3 часа**
Калининградская область (UTC+2)		
+5%	+2%	+0%
+0%	-5%	-6%
Республика Адыгея (UTC+3)		
+5%	+3%	+0%
+1%	-4%	-6%
Архангельская область (UTC+3)		
+4%	+3%	+0%
+1%	-2%	-5%
Белгородская область (UTC+3)		
+5%	+3%	-1%
+0%	-4%	-6%
Брянская область (UTC+3)		
+4%	+3%	-1%
-1%	-5%	-6%
Владимирская область (UTC+3)		
+5%	+4%	+0%
+1%	-3%	-6%
Волгоградская область (UTC+3)		
+6%	+4%	+1%
+2%	-2%	-6%
Вологодская область (UTC+3)		
+5%	+3%	+0%
+0%	-2%	-6%
Воронежская область (UTC+3)		
+5%	+3%	+1%
+1%	-4%	-6%
Республика Дагестан (UTC+3)		
+6%	+4%	+2%
+3%	-2%	-4%
Республика Ингушетия (UTC+3)		
+6%	+4%	+1%
+2%	-2%	-5%

Таблица 2 (продолжение)

+1 час	+2 часа	+3 часа
Ивановская область (UTC+3)		
+5%	+4%	+0%
+1%	-3%	-5%
Кабардино-Балкарская Республика (UTC+3)		
+6%	+3%	+1%
+2%	-3%	-5%
Калужская область (UTC+3)		
+5%	+3%	-1%
+0%	-4%	-7%
Республика Калмыкия (UTC+3)		
+6%	+3%	+2%
+2%	-2%	-6%
Карачаево-Черкесская Республика (UTC+3)		
+5%	+4%	+0%
+1%	-2%	-6%
Республика Карелия (UTC+3)		
+4%	+1%	+0%
-1%	-3%	-6%
Кировская область (UTC+3)		
+6%	+5%	+2%
+3%	-1%	-4%
Республика Коми (UTC+3)		
+6%	+5%	+2%
+3%	+0%	-2%
Республика Крым (UTC+3)		
+4%	+2%	+0%
-1%	-4%	-7%
Костромская область (UTC+3)		
+5%	+4%	+1%
+1%	-2%	-6%
Краснодарский край (UTC+3)		
+5%	+3%	+0%
+1%	-4%	-6%
Курская область (UTC+3)		
+5%	+2%	+0%
+0%	-5%	-6%

Таблица 2 (продолжение)

+1 час	**+2 часа**	**+3 часа**
Липецкая область (UTC+3)		
+5%	+3%	+1%
+1%	-4%	-6%
Республика Марий Эл (UTC+3)		
+6%	+4%	+3%
+3%	-1%	-5%
Республика Мордовия (UTC+3)		
+6%	+4%	+2%
+2%	-2%	-5%
Город Москва (UTC+3)		
+5%	+3%	+0%
+0%	-3%	-7%
Московская область (UTC+3)		
+5%	+3%	+0%
+0%	-3%	-7%
Мурманская область (UTC+3)		
+2%	+1%	+0%
-1%	-2%	-5%
Нижегородская область (UTC+3)		
+5%	+4%	+2%
+2%	-2%	-6%
Новгородская область (UTC+3)		
+4%	+2%	-1%
-1%	-5%	-7%
Орловская область (UTC+3)		
+5%	+3%	-1%
+0%	-4%	-7%
Пензенская область (UTC+3)		
+6%	+4%	+2%
+2%	-2%	-5%
Псковская область (UTC+3)		
+4%	+1%	-2%
-2%	-5%	-7%
Ростовская область (UTC+3)		
+5%	+3%	+1%
+1%	-4%	-6%

Таблица 2 (продолжение)

+1 час	+2 часа	+3 часа
Рязанская область (UTC+3)		
+5%	+4%	+0%
+1%	-3%	-6%
Тамбовская область (UTC+3)		
+5%	+4%	+1%
+1%	-3%	-6%
Тверская область (UTC+3)		
+5%	+2%	+0%
+0%	-4%	-7%
Город Санкт-Петербург (UTC+3)		
+4%	+1%	-1%
-1%	-5%	-7%
Ленинградская область (UTC+3)		
+4%	+1%	-1%
-1%	-5%	-7%
Республика Северная Осетия – Алания (UTC+3)		
+6%	+4%	+1%
+2%	-2%	-5%
Смоленская область (UTC+3)		
+4%	+2%	-1%
-1%	-5%	-7%
Ставропольский край (UTC+3)		
+5%	+4%	+1%
+2%	-3%	-6%
Республика Татарстан (UTC+3)		
+6%	+5%	+3%
+3%	+0%	-4%
Тульская область (UTC+3)		
+5%	+3%	+0%
+0%	-4%	-6%
Чеченская Республика (UTC+3)		
+6%	+4%	+1%
+2%	-1%	-6%
Чувашская Республика (UTC+3)		
+6%	+4%	+2%
+3%	-2%	-5%

Таблица 2 (продолжение)

+1 час	+2 часа	+3 часа
Ярославская область (UTC+3)		
+5%	+3%	+1%
+1%	-3%	-6%

Как видно из таблицы, для Калининградской области и всех без исключения регионов, входящих в нынешнюю 2-ю (московскую) часовую зону, целесообразным является перемещение на 1 час «на восток», т. е. Калининградской области – в часовой пояс UTC+3, а регионов второй часовой зоны – в часовой пояс UTC+4. При этом наибольший положительный эффект будет иметь место для Волгоградской области, Республики Дагестан, Республики Ингушетия, Кабардино-Балкарской Республики, Республики Калмыкия, Кировской области, Республики Коми, Республики Марий Эл, Республики Мордовия, Нижегородской области, Пензенской области, Республики Северная Осетия – Алания, Ставропольского края, Республики Татарстан, Чеченской Республики, Чувашской Республики. Наименее выраженным будет эффект для Мурманской области. Отметим, что такое изменение фактически означает в отношении нынешней 1-й и 2-й часовых зон отказ от нововведений Федерального закона от 21.07.2014 № 248-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об исчислении времени»[1] и возврат к часовой зоне, установленной постановлением Правительства РФ от 31.08.2011 № 725 «О составе территорий, образующих каждую часовую зону, и порядке исчисления времени в часовых зонах, а также о признании утратившими силу отдельных Постановлений Правительства Российской Федерации»[2].

На рисунке 2 приведена ныне существующая организация часовых зон в Российской Федерации. Перечисленные выше регионы 2-й часовой зоны, для которых эффект перевода в более «восточную» часовую зону будет наиболее значимым, на рисунке заштрихованы. Данные субъекты Российской Федерации не только ожидаемо оказались расположены в восточной части часовой зоны, но и лежат примерно на тех же меридианах, что и регионы, входящие сейчас в состав 3-й часовой зоны: Удмуртская Республика, Астраханская область, Самарская область, Саратовская область и Ульяновская область (на рисунке окрашены в голубой цвет).

Упоминавшимся выше постановлением Правительства РФ от 31.08.2011 № 725 «О составе территорий, образующих каждую часовую зону, и порядке исчисления времени в часовых зонах…» последние 5 субъектов Российской Федерации относились в московской часовой зоне, которая однако тогда входила в часовой пояс UTC+4 (а не UTC+3, как сейчас). Однако Федеральным законом от 21.07.2014 № 248-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об исчислении времени» почти все субъекты Российской Федерации, ранее входившие в часовой пояс UTC+4, были перемещены в более «западную» часовую зону UTC+3. Исключение было сделано только для Удмуртской Республики и Самарской области. В 2016 году было принято 3 федеральных закона, переместивших ряд субъектов Российской Федерации из восточной части московской часовой зоны на один часовой пояс «на восток»: Федеральный закон от 15.02.2016 № 27-ФЗ1 переместил из 2-й в 3-ю часовую зону Астраханскую область, Федеральный закон от 22.11.2016 № 395-ФЗ – Саратовскую область, Федеральный закон от 09.03.2016 № 69-ФЗ1 – Ульяновскую область. Как видно из рисунка 2 и результатов расчетов, приведенных в таблице 2, данные меры представляли собой паллиатив. Все заштрихованные на рисунке регионы в не меньшей степени нуждались в переводе из 2-й в 3-ю часовую зону. По всей видимости, власти

1 http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165841/
2 http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_118896/

данных субъектов федерации не проявили достаточной настойчивости либо не желали увеличивать разрыв во времени с Москвой и рядом других крупных городов европейской части России. Как показывают наши расчеты, это и не требуется. Наоборот московская часовая зона должна быть передвинута «на восток» (в часовой пояс UTC+4).

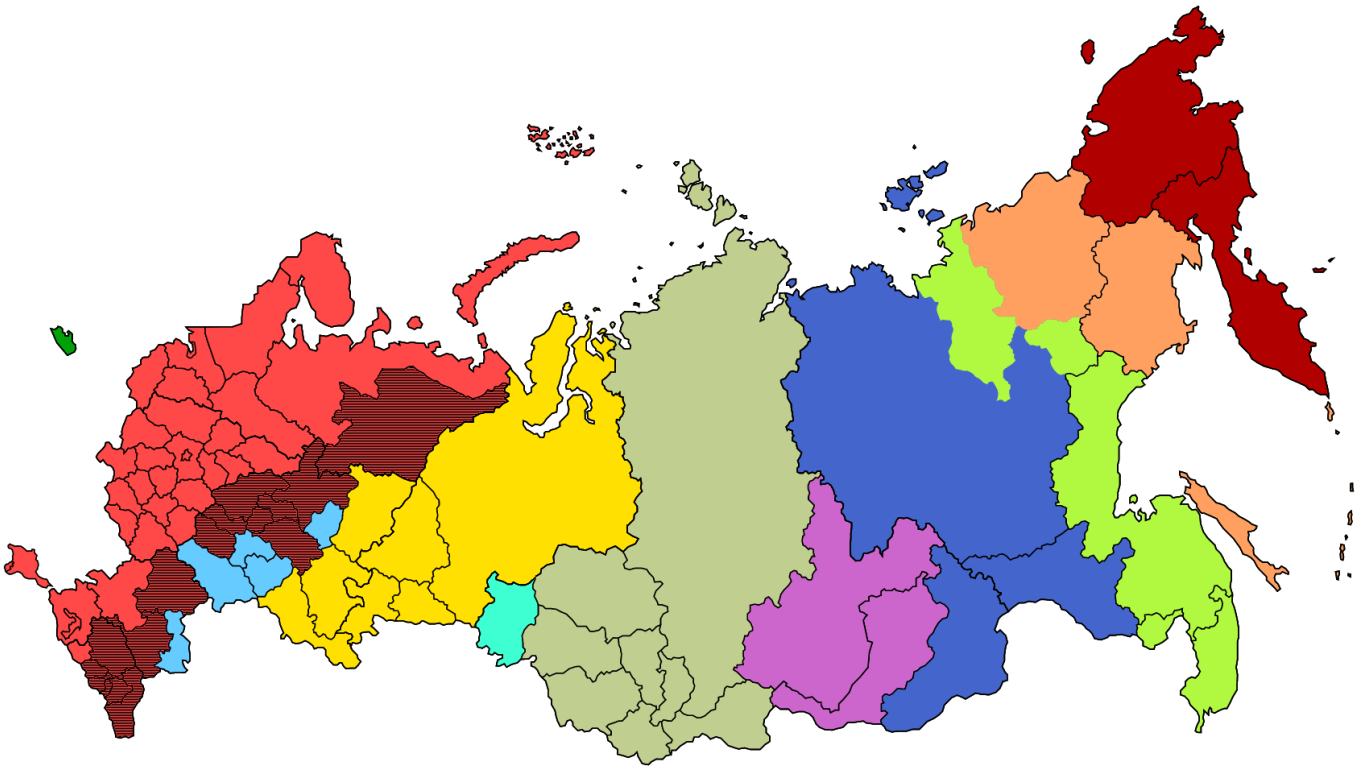


Рисунок 2 – Существующие часовые зоны России

Завершая обоснование изменений во 2-й часовой зоне, хотелось бы остановиться на причинах, по которым Мурманская область, согласно приведенным результатам расчетов, получает наименьший выигрыш от предлагаемого изменения. В первую очередь это объясняется не расположением данного субъекта Российской Федерации на западной границе России, как может показаться на первый взгляд. Ведь Москва, Санкт-Петербург, населенные пункты Московской, Ленинградской областей и многих других регионов европейской части России лежат примерно на той же долготе (т. е. входят в тот же географический часовой пояс), что и Мурманская область. Основная причина полученного результата заключается в том, что все городские населенные пункты Мурманской области находятся за полярным кругом, т. е. в этих широтах наблюдаются полярный день и полярная ночь.

На рисунке 3 приведено время восхода и захода солнца и начала и окончания гражданских сумерек в Мурманске в 2018 году. Как видно из рисунка, для большой части года (полярный день, полярная ночь) выбранная часовая зона никак не влияет на эффективность использования светлого времени суток (во время полярного дня круглые сутки продолжается «светлое время», а в периоды полярной ночи сумерки длятся лишь непродолжительное время, близкое к полудню). Только в краткие периоды, в даты, незначительно отстоящие от дней весеннего и осеннего равноденствия, система исчисления времени может оказать влияние на эффективность использования светлого времени суток. Именно этим объясняется незначительный (но, тем не менее, положительный) эффект от перемещения Мурманской области в часовой пояс UTC+4.

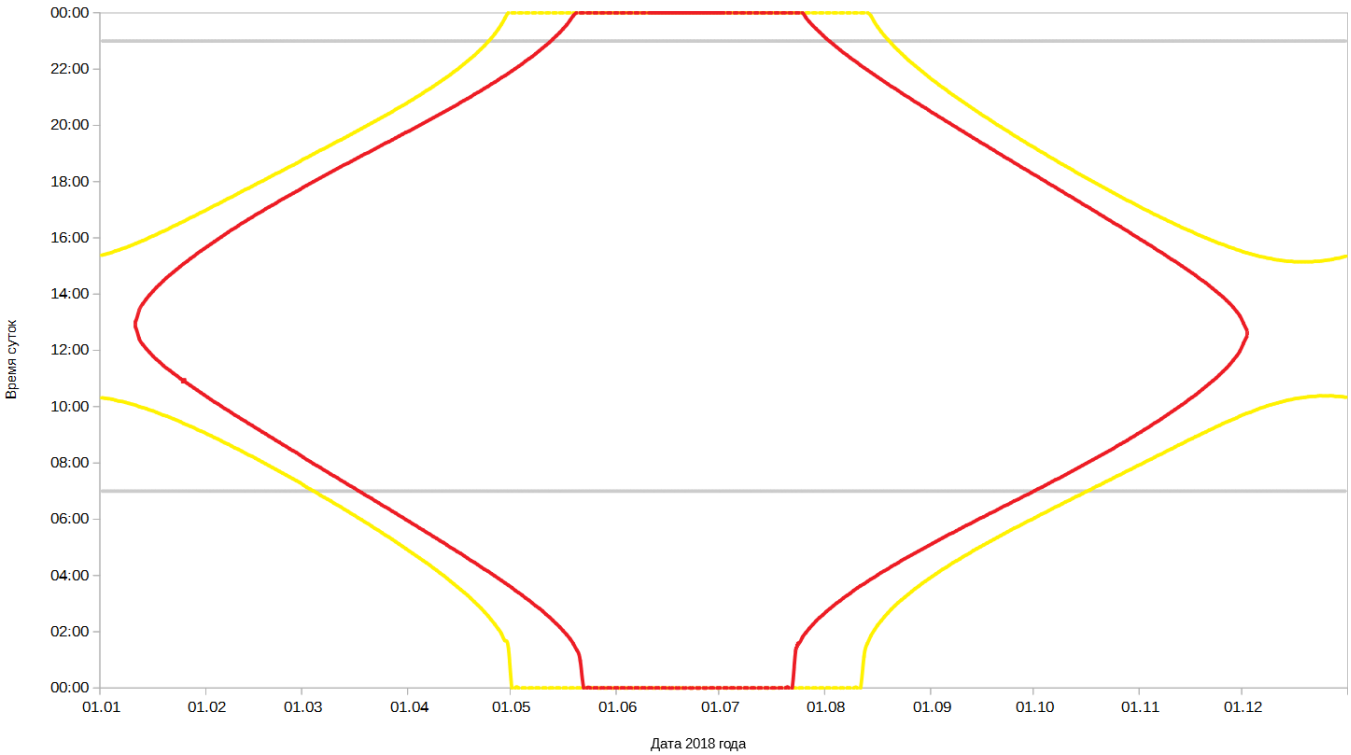


Рисунок 3 – Время восхода и захода солнца (красные линии) и начала и окончания гражданских сумерек (желтые линии) в Мурманске в 2018 году

В таблице 3 приведены результаты расчетов для остальных городских населенных пунктов Российской Федерации, ныне входящих в часовые зоны с 3-й (UTC+4) по 11-ю (UTC+12). Республика Саха (Якутия) по приведенным выше соображениям разбита на три «области связанности», которые обозначены в таблице при помощи добавления к ее названию постфикса «-9», «-10» или «-11» в зависимости от того, к какому часовому поясу в настоящее время относится соответствующая часть территории данной республики. Как видно из таблицы, не вызывает сомнений *эффективность* перемещения в более «восточную» часовую зону следующих субъектов Российской Федерации: Удмуртская Республика, Тюменская область, Амурская область, западная и центральная часть Республики Саха (Якутия), т. е. ее улусы (районы), ныне входящие в 8-ю (UTC+9) и 9-ю (UTC+10) часовые зоны, а также Чукотский автономный округ. Столь же однозначный вывод о *нецелесообразности* изменения существующей часовой зоны можно сделать в отношении Новосибирской области, Алтайского края, Сахалинской области, Камчатского края, а также восточных улусов Республики Саха (Якутия), ныне входящих в 10-ю (UTC+11) часовую зону. Более точным будет утверждение, что в отношении восточных районов Якутии присутствует *минимальный* выигрыш в рациональности использования светлого времени суток при перемещении времени на 1 час вперед, однако сохранение нынешней часовой зоны в восточных районах при перемещении западных в более «восточную» часовую зону позволит, помимо сокращения неэффективных потерь в использовании светового дня, сократить разрыв во времени между регионами республики с нынешних двух до одного часа.

Чуть меньшим, чем у перечисленных выше субъектов Российской Федерации, хотя и однозначно положительным, будет эффект от перемещения в более «восточную» часовую зону Астраханской, Самарской, Саратовской, Ульяновской, Кемеровской, Курганской, Свердловской, Челябинской, Омской, Иркутской, Магаданской областей, Красноярского и Хабаровского краев, а также республик Хакасия, Тыва и Бурятия.

Республика Башкортостан, Пермский край, Оренбургская область, Республика Алтай, Томская область, Забайкальский край, Приморский край, Еврейская автономная область при формальном применении обоснованного выше правила о приоритете периода активности населения (с 7 до 23 часов) перед типовыми моментами начала и окончания рабочего дня (8-17 часов и 9-18 часов) также могут быть перемещены в более «восточную» часовую зону с повышением эффективности светлого времени суток. Однако для них эффект будет наименьшим среди регионов Российской Федерации, находящихся на территории 3-й – 11-й часовых зон, поэтому остановимся на эффективности использования светлого времени суток в этих регионах при различных вариантах исчисления времени более подробно.

Таблица 3 – Увеличение эффективно используемого светлого времени суток для субъектов Российской Федерации, входящих в 3-11-ю часовые зоны при увеличении сдвига их часовой зоны относительно UTC (по сравнению с действующей системой исчисления времени), %

+1 час	**+2 часа**	**+3 часа**
Астраханская область (UTC+4)		
+4%	+2%	-1%
-1%	-5%	-7%
Удмуртская Республика (UTC+4)		
+5%	+3%	+0%
+0%	-3%	-6%
Самарская область (UTC+4)		
+4%	+3%	-1%
-1%	-4%	-7%
Саратовская область (UTC+4)		
+4%	+2%	-2%
-2%	-5%	-7%
Ульяновская область (UTC+4)		
+4%	+3%	-1%
-1%	-5%	-7%
Республика Башкортостан (UTC+5)		
+3%	+1%	-2%
-3%	-6%	-8%
Пермский край (UTC+5)		
+3%	+1%	-2%
-3%	-5%	-8%
Курганская область (UTC+5)		
+4%	+3%	-1%
-1%	-4%	-7%
Оренбургская область (UTC+5)		
+3%	+1%	-2%
-3%	-6%	-8%

Таблица 3 (продолжение)

+1 час	+2 часа	+3 часа
Свердловская область (UTC+5)		
+4%	+2%	-2%
-2%	-4%	-8%
Тюменская область (UTC+5)		
+5%	+3%	+0%
+1%	-3%	-5%
Челябинская область (UTC+5)		
+4%	+2%	-2%
-2%	-5%	-7%
Омская область (UTC+6)		
+4%	+1%	-2%
-2%	-6%	-7%
Новосибирская область (UTC+7)		
+3%	+0%	-3%
-4%	-6%	-8%
Алтайский край (UTC+7)		
+3%	+0%	-3%
-4%	-6%	-8%
Республика Алтай (UTC+7)		
+3%	+1%	-2%
-3%	-6%	-8%
Томская область (UTC+7)		
+3%	+1%	-3%
-3%	-6%	-8%
Кемеровская область (UTC+7)		
+4%	+0%	-2%
-3%	-6%	-7%
Красноярский край (UTC+7)		
+4%	+2%	-1%
-1%	-5%	-6%
Республика Хакасия (UTC+7)		
+4%	+2%	-2%
-2%	-5%	-7%
Республика Тыва (UTC+7)		
+4%	+3%	-1%
-1%	-5%	-6%

Таблица 3 (продолжение)

+1 час	+2 часа	+3 часа
Республика Бурятия (UTC+8)		
+4%	+3%	-2%
-1%	-5%	-7%
Иркутская область (UTC+8)		
+4%	+1%	-2%
-2%	-6%	-7%
Амурская область (UTC+9)		
+5%	+3%	+0%
+0%	-4%	-6%
Забайкальский край (UTC+9)		
+3%	+1%	-3%
-3%	-6%	-9%
Приморский край (UTC+10)		
+3%	+1%	-2%
-3%	-5%	-9%
Хабаровский край (UTC+10)		
+4%	+2%	-2%
-2%	-5%	-7%
Еврейская автономная область (UTC+10)		
+3%	+2%	-2%
-3%	-5%	-8%
Республика Саха (Якутия)-9 (UTC+9)		
+4%	+2%	+0%
+0%	-4%	-5%
Республика Саха (Якутия)-10 (UTC+10)		
+3%	+1%	+0%
+0%	-3%	-5%
Республика Саха (Якутия)-11 (UTC+11)		
+2%	+1%	+0%
-1%	-3%	-5%
Сахалинская область (UTC+11)		
+3%	+0%	-3%
-4%	-6%	-9%
Магаданская область (UTC+11)		
+4%	+1%	-1%
-1%	-5%	-7%

Таблица 3 (продолжение)

+1 час	+2 часа	+3 часа
Камчатский край (UTC+12)		
+3%	+0%	-3%
-4%	-6%	-8%
Чукотский автономный округ (UTC+12)		
+4%	+2%	+0%
+0%	-2%	-4%

Прежде всего, отметим, что Республика Алтай, Томская область, Забайкальский край уже были перемещены в более «восточную» часовую зону (относительно установленной Федеральным законом от 21.07.2014 № 248-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об исчислении времени»[1]) соответственно Федеральным законом от 09.03.2016 № 58-ФЗ[2], Федеральным законом от 26.04.2016 № 109-ФЗ[3] и Федеральным законом от 30.12.2015 № 453-ФЗ[4]. Иными словами, рациональные изменения правил исчисления времени были проведены для этих регионов в индивидуальном порядке.

На рисунке 4 на схеме существующих часовых зон России штриховкой выделены Республика Башкортостан, Пермский край, Оренбургская область.

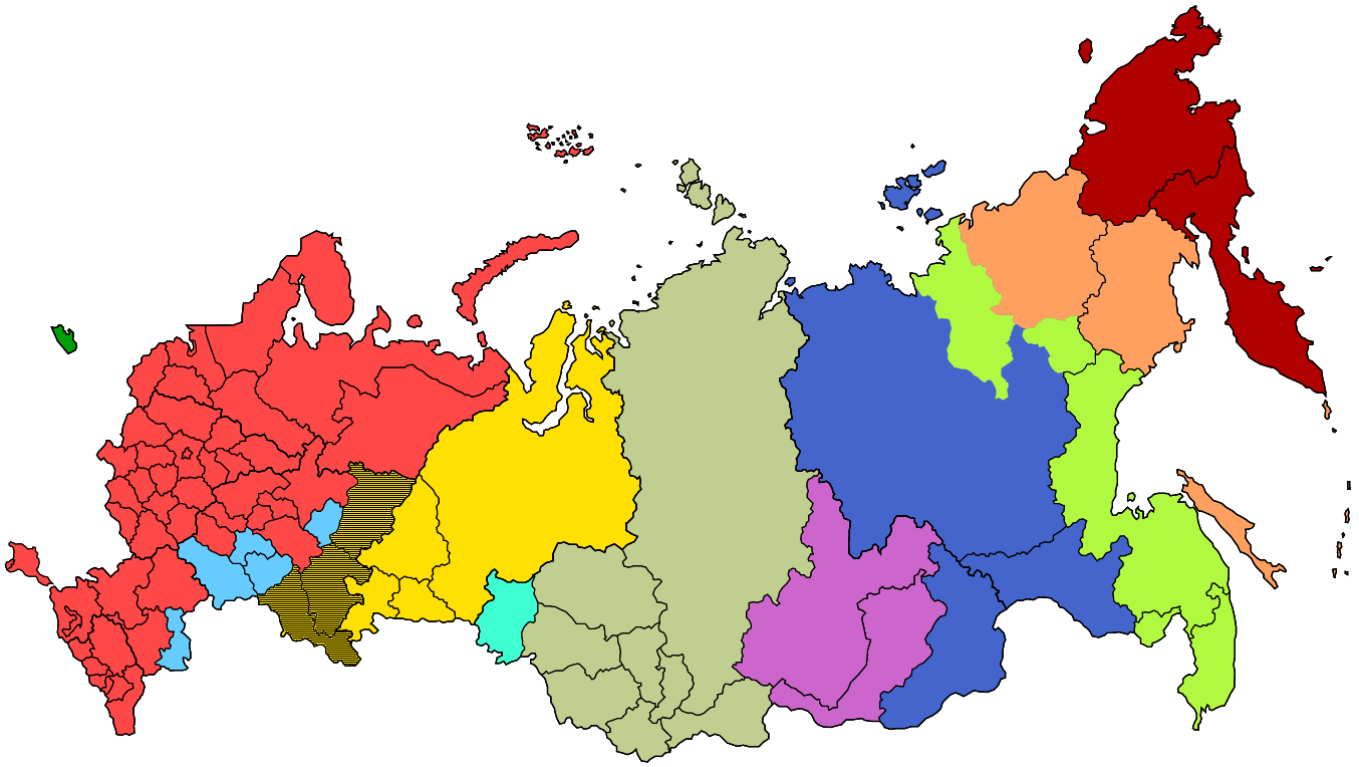


Рисунок 4 – Положение Республики Башкортостан, Пермского края и Оренбургской области на схеме существующих часовых зон России

1 http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165841/
2 http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=194878
3 http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=197213
4 http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=191515

Помимо того факта, что перечисленные субъекты Российской Федерации расположены на западе 4-й часовой зоны, они также лежат на одной географической долготе с регионами, входящими во 2-ю часовую зону (Республика Коми, Архангельская область). Таким образом, данные субъекты Российской Федерации относятся к тому небольшому числу ее регионов, в отношении которых при последней реформе исчисления времени было принято решение, близкое к рациональному. С учетом изложенного данные субъекты могут быть как оставлены в существующем часовом поясе (UTC+5), так и перемещены вместе с другими населенными пунктами нынешней 4-й часовой зоны в часовой пояс UTC+6 (что даст небольшой выигрыш с точки зрения рационального использования светлого времени суток). Руководствуясь принципом «от добра добра не ищут», можно рекомендовать сохранить эти регионы в часовом поясе UTC+5, т. к. перемещение в более «восточную» часовую зону не даст ощутимого положительного эффекта.

Аналогична ситуация с Приморским краем и Еврейской автономной областью. Данные субъекты Российской Федерации находятся на западе часового пояса UTC+10 и на одной географической долготе с рядом населенных пунктов Республики Саха (Якутии) и Амурской области, относящимися к 8-й часовой зоне (UTC+9). Соответственно, решение по ним должно быть аналогичное: возможно перемещение в часовой пояс UTC+11 вместе с другими регионами нынешней 9-й часовой зоны с незначительным выигрышем в использовании светлого времени суток. Так же возможно их сохранение в нынешнем часовом поясе по принципу «не нужно чинить то, что работает».

Хотелось бы также более подробно остановиться на рассмотрении вопроса целесообразности перевода Чукотского автономного округа в часовой пояс UTC+13. Прежде всего, отметим, что такой часовой пояс представляет собой довольно экзотическое явление, поскольку между поясами UTC+12 и UTC-11 проходит линия перемены дат. Следовательно, при помещении Чукотки в часовой пояс UTC+13 часы будут показывать там то же время суток, что и в поясе UTC-11 (западное полушарие), однако дата в Чукотском автономном округе будет на один день больше. Безусловно, в этом нет ничего невозможного. По такому принципу живут некоторые островные государства Тихого океана. До 28 марта 2010 года в поясе UTC+13 оказывались Камчатский край и Чукотский автономный округ в период действия «летнего» времени.

Следующим соображением в пользу сохранения Чукотского автономного округа в нынешнем часовом поясе (UTC+12) является уменьшение в этом случае количества часовых зон в России с нынешних 11 до 10, что в известной степени соответствует задачам оптимизации государственного управления[1]. Наконец, при перемещении Чукотки в более «восточную» часовую зону в часовом поясе UTC+13 окажется всего один субъект Российской Федерации с небольшой численностью населения (50 тыс. чел.), что также говорит не в пользу такого решения.

С учетом изложенного представляется, что несмотря на явный выигрыш с точки зрения рационального использования светлого времени суток, сопутствующие ему недостатки организационного характера являются аргументом за сохранение Чукотского автономного округа в нынешнем часовом поясе.

На рисунке 5 изображена предлагаемая по результатам проведенных расчетов схема часовых зон Российской Федерации. Отметим, что предлагаемая реформа не отразится негативно на экономических и организационных связях между субъектами Российской Федерации. Наоборот, разница во времени между рядом регионов, тесно связанных экономически и административно, уменьшится.

В настоящей работе не приводится оценка экономии электроэнергии, которая может быть получена в результате предлагаемой реформы, поскольку более рациональное использование свет-

1 Послание Президента Российской Федерации Д.А. Медведева Федеральному Собранию Российской Федерации от 12 ноября 2009 г. // Российская газета. – 2009. – 13 ноября.

лого времени суток однозначно приведет к уменьшению затрат электроэнергии на освещение жилых и производственных помещений, не требуя при этом расходов на осуществление соответствующей реформы. В случае необходимости конкретная величина такой экономии может быть оценена по методике, изложенной в [4].

Вклад в развитие данной области науки и возможность использования разработанных методов в других странах

Актуальность полученных результатов обусловлена тем, что получение научно обоснованного и наиболее рационального варианта исчисления времени в России позволяет прекратить частые и, зачастую, бессмысленные с экономической точки зрения реформы в этой сфере, установив в государстве такой порядок исчисления времени, в частности, организации часовых зон, который обеспечит снижение затрат электроэнергии на освещение жилых и производственных помещений и рациональное использование населением, предприятиями и организациями светлого времени суток. Тем самым распорядок дня человека будет приближен к естественным биологическим ритмам.

Рисунок 5 – Предлагаемая схема распределения часовых поясов Российской Федерации

Обоснованный метод предоставляет исследователям научный аппарат, позволяющий за счет применения апробированных методов математического моделирования и оптимизации получить прогноз экономических последствий того или иного решения по реформированию системы исчисления времени в государстве, а также обосновать наиболее рациональный вариант такой системы.

С учетом приведенного в [1] обзора современного состояния мировых исследований в данной области и проведенного анализа имеющихся публикаций по соответствующей тематике

можно сделать вывод, что полученные результаты соответствуют современному мировому уровню исследования феномена исчисления времени и, в то же время, являются пионерскими, обосновывающими и реализующими оригинальный подход к определению экономических последствий выбора системы исчисления времени в государстве. Полученные результаты носят универсальный характер, т. е. не привязаны к конкретной стране (в данном случае – Российской Федерации), и могут быть применены для обоснования системы исчисления времени в любом ином государстве. Особенно полезной разрабатываемая методика должна стать для тех стран, которые до настоящего времени не отказались от использования «летнего» времени (в частности, США, Канада, Великобритания, Франция, Германия, Турция, Сирия, Израиль, Латвия, Литва, Эстония, Молдавия, Украина), хотя во многих странах отказ от «летнего» времени уже состоялся (Россия, Япония, Китай, Индия, Сингапур, Азербайджан, Армения, Белоруссия, Грузия, Казахстан, Киргизия, Таджикистан, Туркмения, Узбекистан и др.).

Выводы

В интересах обеспечения более рационального использования светлого времени суток целесообразно частично изменить систему исчисления времени в Российской Федерации, изложив часть 1 статьи 5 Федерального закона «Об исчислении времени» в следующей редакции:

«1) 1-я часовая зона (МСК-1, московское время минус 1 час, UTC+3): Калининградская область;

2) 2-я часовая зона (МСК, московское время, UTC+4): Республика Адыгея (Адыгея), Республика Дагестан, Республика Ингушетия, Кабардино-Балкарская Республика, Республика Калмыкия, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Карелия, Республика Коми, Республика Крым, Республика Марий Эл, Республика Мордовия, Республика Северная Осетия – Алания, Республика Татарстан (Татарстан), Чеченская Республика, Чувашская Республика – Чувашия, Краснодарский край, Ставропольский край, Архангельская область, Белгородская область, Брянская область, Владимирская область, Волгоградская область, Вологодская область, Воронежская область, Ивановская область, Калужская область, Кировская область, Костромская область, Курская область, Ленинградская область, Липецкая область, Московская область, Мурманская область, Нижегородская область, Новгородская область, Орловская область, Пензенская область, Псковская область, Ростовская область, Рязанская область, Смоленская область, Тамбовская область, Тверская область, Тульская область, Ярославская область, города федерального значения Москва, Санкт-Петербург, Севастополь и Ненецкий автономный округ;

3) 3-я часовая зона (МСК+1, московское время плюс 1 час, UTC+5): Республика Башкортостан, Удмуртская Республика, Пермский край, Астраханская область, Оренбургская область, Самарская область, Саратовская область и Ульяновская область;

4) 4-я часовая зона (МСК+2, московское время плюс 2 часа, UTC+6): Курганская область, Свердловская область, Тюменская область, Челябинская область, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра и Ямало-Ненецкий автономный округ;

5) 5-я часовая зона (МСК+3, московское время плюс 3 часа, UTC+7): Алтайский край, Новосибирская область, Омская область, Томская область;

6) 6-я часовая зона (МСК+4, московское время плюс 4 часа, UTC+8): Республика Алтай, Республика Тыва, Республика Хакасия, Красноярский край, Кемеровская область;

7) 7-я часовая зона (МСК+5, московское время плюс 5 часов, UTC+9): Республика Бурятия, Забайкальский край и Иркутская область;

8) 8-я часовая зона (МСК+6, московское время плюс 6 часов, UTC+10): Республика Саха (Якутия) (Алданский, Амгинский, Анабарский, Булунский, Верхневилюйский, Верхоянский, Вилюйский, Горный, Жиганский национальный эвенкийский, Кобяйский, Ленский, Мегино-Кангаласский, Мир-

нинский, Намский, Нерюнгринский, Нюрбинский, Оймяконский, Олекминский, Оленекский эвенкийский национальный, Сунтарский, Таттинский, Томпонский, Усть-Алданский, Усть-Майский, Усть-Янский, Хангаласский, Чурапчинский и Эвено-Бытантайский улусы (районы), город республиканского значения Якутск), Приморский край, Амурская область и Еврейская автономная область;

9) 9-я часовая зона (МСК+7, московское время плюс 7 часов, UTC+11): Республика Саха (Якутия) (Абыйский, Аллаиховский, Верхнеколымский, Момский, Нижнеколымский и Среднеколымский улусы (районы), Хабаровский край, Сахалинская область;

11) 11-я часовая зона (МСК+9, московское время плюс 9 часов, UTC+12): Камчатский край, Чукотский автономный округ и Магаданская область.»

Список использованных источников

1. Венедиктов А.А., Гладышевский В.Л., Горгола Е.В. Математическое моделирование эффективности использования светлого времени суток // Вооружение и экономика. – 2017. – № 3 (39). – С. 105-113.

2. Астрономический календарь – постоянная часть / Под ред. В.К. Абалакина. – М.: Наука, 1981. – С. 44-47.

3. Schlyter P. How to compute planetary positions // stjarnhimlen.se/comp/ppcomp.html

4. Венедиктов А.А. Инициативы Президента Российской Федерации по реформе исчисления времени: обоснование предложений и их последствия для Вооруженных Сил // Вооружение и экономика. – 2010. – № 3 (11). – С. 59-82.

Г.Г. Лавринов

О применении эконометрического метода прогнозирования цены продукции промышленного предприятия в интересах повышения ее конкурентоспособности

В статье рассматривается прогнозирование цены продукции промышленного предприятия как инструмент повышения ее конкурентоспособности. Приводится пример применения эконометрического метода прогнозирования цены продукции промышленного предприятия.

На сегодняшний день в условиях глобализации мировой экономики, а также благодаря росту количества предприятий в различных отраслях промышленности, все большее значение для успешной коммерческой деятельности приобретает конкурентоспособность продукции. Руководители предприятий озадачены вопросами: как сделать продукт привлекательнее для потребителя, снизить себестоимость его производства и сделать его «неуязвимым» по отношению к товарам-субститутам конкурентов? Такие вопросы встают перед любой компанией, ведущей или тем более начинающей свою деятельность в том или ином секторе промышленности, начиная от добычи сырьевых ресурсов и заканчивая выпуском финальной продукции. Опыт деятельности отечественных предприятий показывает, что старые методы привлечения потребителей уже не всегда работают и необходимо переходить на качественно новый уровень повышения их доверия. В этой связи повышение конкурентоспособности имеет ключевое значение для любого предприятия.

Актуальность проблемы повышения конкурентоспособности еще более возрастает вследствие проводимой санкционной политики западных стран, когда использование импортных комплектующих становится все более проблематичным, а эквивалентная замена их отечественными аналогами не представляется возможной.

Говоря о конкурентоспособности в промышленном секторе экономики, нельзя не упомянуть тот факт, что она, безусловно, является важнейшим звеном развития и для других отраслей. Инновационные технологии и новаторство в той или иной продукции стимулируют развитие смежных секторов экономики таким образом, что растет технологичность и эффективность их производства, создавая значительный стимул развития для экономики в целом за счет синергетического эффекта.

Также нельзя не отметить, что предприятия, инвестируя значительные средства в научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки, создают предпосылки для повышения конкурентоспособности продукции.

Существует достаточно большое количество факторов, влияющих на конкурентоспособность продукции предприятия, такие как позиционирование бренда, концепция товара, покупательский сегмент, стратегия развития товара и некоторые другие. Однако такие факторы носят чисто маркетинговый характер и являются скорее предметом грамотного исследования рынка и работы над продуктом, нежели расчетом реальной экономической выгоды от поступления товара на рынок.

Как показывает практика, когда речь идет о конкурентоспособности продукции предприятия, необходимо, прежде всего, выделить следующие наиболее влияющие на нее факторы: цена товара и его качество. Причем, если качество продукции спрогнозировать достаточно сложно, так как оно трудно измеримо количественными показателями, то цену можно и нужно прогнозировать. Прогнозирование позволяет руководству предприятия принимать важнейшие стратегические решения по его развитию на основе сравнительного анализа цены продукции своего предприятия с ценами конкурентов.

В цену товара производитель обычно включает все издержки, а также определенный объем маржи, стимулирующей развитие самого предприятия. При этом размер маржи устанавливается, как правило, руководством предприятия с учетом сложившейся рыночной конъюнктуры, будущих планов развития предприятия, а также выплачиваемых премий и дивидендов.

Себестоимость же продукции зависит от таких факторов, как [1]:

- материальные затраты, в которых отражается стоимость приобретаемых сырья и материалов, входящих в состав вырабатываемой продукции или являющихся необходимым компонентом при изготовлении продукции; покупных материалов, используемых в процессе производства продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды (проведение испытаний, контроль, содержание, ремонт и эксплуатацию оборудования, зданий, сооружений, других основных фондов и пр.), а также запасных частей для ремонта оборудования, износа инструментов, приспособлений, инвентаря, приборов, лабораторного оборудования и других средств труда;
- оплата труда (заработная плата) – вознаграждение за труд в зависимости от квалификации работника, сложности, количества, качества и условий выполняемой работы, а также компенсационные и стимулирующие выплаты;
- амортизационные отчисления основных средств – отчисления части стоимости основных фондов для возмещения их износа. Амортизационные отчисления включаются в издержки производства или обращения;
- прочее (накладные расходы, непосредственно связанные с производством и реализацией; маркетинговые расходы и т. п.).

Таким образом, прогнозирование цены продукции предприятия как фактора, непосредственно влияющего на конкурентоспособность продукции, невозможно без учета вышеперечисленных факторов.

Существует достаточно большое количество методических подходов к прогнозированию цены продукции. К их числу относятся [2]:

- экспертные оценки, основывающиеся на знании и опыте экспертов в области высокотехнологичной продукции. К положительным сторонам экспертизы можно отнести профессионализм, знание конъюнктуры рынка. Однако есть и ряд отрицательных сторон. Сюда относятся: субъективность оценки; фактор времени, необходимого на поиск и сбор информации от экспертов; различия во мнениях экспертов относительно дальнейшего развития экономической ситуации; сложность научного обоснования прогнозных данных;
- анализ конъюнктуры рынка, базирующийся на оценке основных макроэкономических показателей и факторов, оказывающих влияние на цену продукции. Плюсы данного анализа в том, что он дает четкое представление об экономической ситуации в регионе и позволяет оценивать дальнейшее изменение цены. К минусам анализа относятся временной фактор, связанный с излишне долгим поиском информации и, соответственно, неспособность сделать модель более гибкой; невозможность учета всех факторов, влияющих на цену, особенно когда речь идет о высокотехнологичной продукции [3];
- разработка экономико-математических моделей, описывающих изменения зависимой переменной в прогнознозируемом периоде в зависимости от одного или нескольких факторов. Преимущества таких моделей заключаются, прежде всего, в возможности математического обоснования полученных результатов; подвижности модели, позволяющей быстро подстраиваться под постоянно меняющуюся современную рыночную конъюнктуру; выявлении и учете наиболее значимых факторов, необходимых для получения более точных прогнозных значе-

ний. К недостаткам следует отнести трудность учета всех потенциально возможных факторов, влияющих на прогнозируемую переменную, сложность проведения расчетов и необходимую математическую подготовку, сильную зависимость от прогнозных значений факторов, влияющих на зависимую переменную.

Несмотря на его сложность, последний подход (экономико-математический анализ) находит довольно широкое применение в различных сферах экономики и может быть успешно использован для прогнозирования цены на промышленную высокотехнологичную продукцию. На практике цена на такую продукцию, как правило, зависит от различных факторов, которые необходимо анализировать, оценивать влияние друг на друга, прогнозировать их влияние в долгосрочной перспективе. Все эти задачи соотносятся с общей стратегией предприятия по выпуску высокотехнологичной продукции, решением ключевых проблем в этой сфере, а также разработкой долгосрочного плана по его совершенствованию.

В экономико–математическом прогнозировании наиболее распространенными моделями являются [4]:

- линейная модель: $Y = k_1 x_1 + k_2 x_2 + \ldots + k_n x_n + b$;
- экспоненциальная модель: $Y = e^{(b + k_1 x_1 + k_2 x_2 + \ldots + k_n x_n)}$;
- степенная модель: $Y = b x_1^{i_1} x_2^{i_2} \ldots x_n^{i_n}$,

где: Y – зависимая переменная,

$x_1, x_2, \ldots, x_n$ – значения факторов;

$k_1, k_2, \ldots, k_n$ – коэффициенты регрессионной зависимости;

b – константа;

$i_1, i_2, \ldots, i_n$ – показатели степени в степенной модели.

Для нахождения коэффициента b предварительно проводят процедуру линеаризации экспоненциальной и степенной моделей:

$$\ln Y = b + x_1 k_1 + x_2 k_2 + \ldots + x_n k_n;$$

$$\ln Y = \ln b + i_1 \ln x_1 + i_2 \ln x_2 + \ldots + i_n \ln x_n,$$

а затем уже строят линейную регрессию между $\ln Y$ и x_i для экспоненциальной регрессии и между $\ln Y$ и $\ln x_i$ для степенной регрессии.

Исходя из наибольшей применимости именно этих трех моделей они были использованы при прогнозировании цены высокотехнологичной продукции.

Для построения этих моделей в целях нахождения прогнозируемого параметра был разработан следующий алгоритм расчета для каждого предприятия [5]:

1. Сбор и подготовка исходных данных.

Для прогнозирования были собраны данные о стоимости производства высокотехнологичной продукции с приблизительно одинаковым качеством на трех предприятиях промышленности с 2003 года (в статье предприятия условно обозначены индексами А, Б и В). В качестве факторов, влияющих на стоимость, рассматривались приведенные выше: «материальные затраты» – X_1, «оплата труда» – X_2, «амортизация основных средств» – X_3, «прочее» – X_4.

2. Построение матрицы коэффициентов корреляции, отражающей взаимосвязь как между самими факторами, влияющими на зависимую величину (цену на высокотехнологичную продукцию), так и взаимозависимость каждого из этих факторов с самой прогнозируемой величиной. При этом считалось, что при коэффициенте парной корреляции (зависимость между факторами) больше 0,8 факторы сильно коррелируют друг с другом и один из них должен быть исключен.

В ходе практических расчетов были получены значения коэффициентов корреляции для рассматриваемых предприятий. Расчеты показали, что:

- для предприятия А: при линейной зависимости все факторы мультиколлинеарны, однако наиболее высокая корреляция с зависимой переменной у фактора «амортизация основных средств» (1,00); при степенной – все факторы также мультиколлинеарны, однако наибольшая корреляция с зависимой переменной здесь у фактора «материальные затраты» (0,99); при экспоненциальной – все факторы также мультиколлинеарны, однако наибольшая корреляция с зависимой переменной здесь у фактора «оплата труда» (0,99);
- для предприятия Б: при всех видах зависимости факторы не являются мультиколлинеарными, однако только у фактора «оплата труда» наиболее высокая корреляция с зависимой переменной; при линейной и степенной – 0,99, при экспоненциальной – 0,99;
- для предприятия В: при линейной зависимости факторы «материальные затраты» и «оплата труда» имеют высокую мультиколлинеарность и низкую корреляцию с зависимой переменной, а фактор «прочее» – с наиболее высокой корреляцией с зависимой переменной (0,76); при степенной модели «материальные затраты» и «оплата труда» также мультиколлинеарны, однако имеют низкую корреляцию с зависимой переменной. Остальные факторы не мультиколлинеарны. При степенной зависимости – факторы «материальные затраты» и «оплата труда» также имеют высокую мультиколлинеарность, первый из них имеет корреляцию с зависимой переменной в 55%. Фактор «прочее» имеет самую низкую мультиколлинеарность, но самую высокую корреляцию с зависимой переменной, как у первого фактора (0,77).

3. Исключение из модели мультиколлинеарных и наименее коррелированных с зависимой переменной факторов:

- для предприятия А мультиколлинеарными факторами оказались: в линейной модели – «материальные затраты», «оплата труда» и «прочее»; в степенной – «оплата труда», «прочее» и «амортизация основных средств»; в экспоненциальной – «материальные затраты», «прочее» и «амортизация основных средств»;
- для предприятия Б во всех моделях наименее коррелированными с зависимой переменной факторами оказались: «материальные затраты», «прочее» и «амортизация основных средств»;
- для предприятия В во всех моделях наименее коррелированными с зависимой переменной факторами оказались: «материальные затраты», «амортизация основных средств» и «оплата труда».

4. Построение уравнений регрессии с использованием различных математических моделей (в данном случае трех вышеназванных).

В результате проведенных исследований получены следующие уравнения регрессии:

- для предприятия А общий вид линейного уравнения $Y = 36{,}6 + 0{,}27 X_3$, степенного $Y = \frac{1}{e^{0{,}11}} X_1^{0{,}56}$, экспоненциального $Y = e^{(3{,}74 + 0{,}003 X_2)}$;
- для предприятия Б общий вид линейного уравнения $Y = 2{,}1 + 0{,}22 X_2$, степенного $Y = \frac{1}{e^{1{,}03}} X_2^{0{,}9}$, экспоненциального $Y = e^{(2{,}24 + 0{,}009 X_2)}$;
- для предприятия В общий вид линейного уравнения $Y = 73{,}7 + 0{,}15 X_4$, степенного $Y = e^{3{,}6} X_4^{0{,}2}$, экспоненциального $Y = e^{(4{,}32 + 0{,}002 X_4)}$.

5. Оценка качества каждой из моделей на основе следующих критериев [5]:

- R^2 – коэффициент детерминации, характеризующий долю вариации (разброса) зависимой переменной, объясненную с помощью уравнения регрессии. Чем выше коэффициент детерминации, тем точнее модель;

- *F*-распределение – строгая оценка статистической надежности моделирования. Если при уровне значимости в 5% значение *F*-критерия больше своего критического значения, то уравнение регрессии значимо, если меньше – нет.

В таблице 1 представлены полученные значения критериев для рассматриваемых предприятий.

Таблица 1 – Значения критериев R^2 и *F*-распределения для рассматриваемых предприятий

Предприятие А		
Тип уравнения	R^2	*F*-распределение
Линейное	1,00	2982,4
Степенное	0,97	414,3
Экспоненциальное	1,00	2326,8
Предприятие Б		
Тип уравнения	R^2	*F*-распределение
Линейное	0,99	939,9
Степенное	0,99	976,4
Экспоненциальное	0,98	499,5
Предприятие В		
Тип уравнения	R^2	*F*-распределение
Линейное	0,57	14,6
Степенное	0,64	19,3
Экспоненциальное	0,59	15,7

Анализ критериев показывает, что все модели с использованными в них факторами качественны.

6. Оценка статистической значимости каждого из факторов, использованных в модели, с помощью распределения Стьюдента и *P*-статистики [6].

Проверка значимости коэффициента по этим двум критериям в каждой из трех приведенных моделей должна совпадать, тогда и только тогда коэффициент является значимым.

Проведенные расчеты показали, что все критерии указывают на значимость учитываемых в моделях факторов по всем предприятиям.

7. Выявление наиболее достоверной модели, исходя из наименьшей суммы среднеквадратичных отклонений от тренда.

На этом шаге стоит учесть весьма существенный нюанс. В силу того, что модели находятся в разных функциональных зависимостях, сравнивать их по этому показателю между собой напрямую некорректно. Для того, чтобы выбрать из всех моделей наиболее достоверно отражающую прогнозные значения, используется тест Бокса-Кокса. Однако в случае сравнения линейной, степенной и экспоненциальной моделей целесообразней использовать частный случай теста Бокса-Кокса – тест Зарембеки. Суть данного теста заключается в том, что зависимая переменная *Y* должна быть масштабирована в каждой из моделей таким образом, чтобы полученная регрессионная модель, построенная по соответствующим факторам в каждом случае, отражала сравнимые значения суммы среднеквадратичных отклонений. Для этого были предприняты следующие шаги:

- рассчитано среднегеометрическое переменной *Y* в каждой из моделей;
- построен ряд данных масштабированной зависимой переменной по формуле: $Y_{масшт.} = \frac{Y}{Y_{ср.геом.}}$ в каждой из моделей;
- построены регрессионные модели;
- проведено сравнение полученных значений сумм среднеквадратичных отклонений в этих моделях (таблица 2).

Таблица 2 – Значения сумм среднеквадратичных отклонений в рассматриваемых моделях

Предприятие А	
Тип уравнения	SS
Линейное	2,79
Степенное	0,12
Экспоненциальное	4,60
Предприятие Б	
Тип уравнения	SS
Линейное	0,45
Степенное	0,04
Экспоненциальное	0,45
Предприятие В	
Тип уравнения	SS
Линейное	0,15
Степенное	0,01
Экспоненциальное	0,15

Таким образом, наилучшей моделью является степенная, т. к. сумма среднеквадратичных отклонений, посчитанная в ходе проведения теста Зарембеки, у этой модели минимальна.

8. Получение прогнозных значений для 2017-2020 гг. путем подстановки регрессионных коэффициентов и прогнозируемых значений факторов в данную модель после соответствующей линеаризации. Прогнозные значения самих факторов рассчитываются на основе долгосрочного стратегического планирования деятельности промышленного предприятия.

Графики полученных зависимостей представлены на рисунках 1-3.

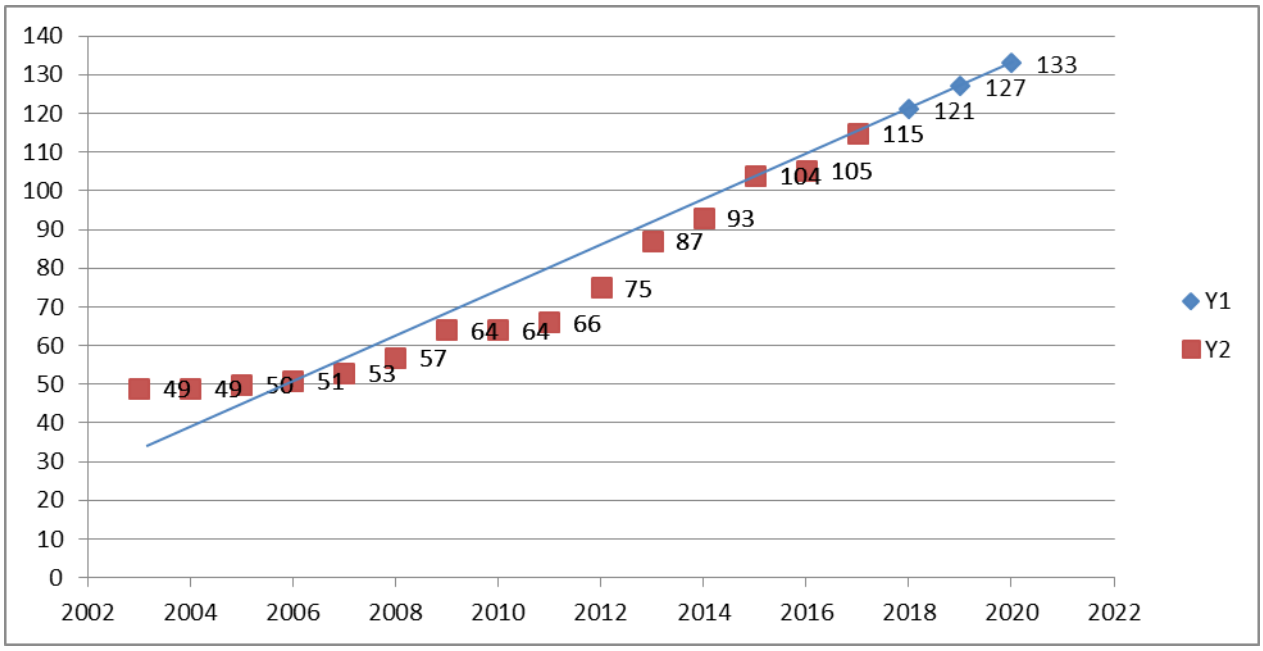


Рисунок 1 – Динамика фактических и прогнозируемых величин стоимости продукции предприятия А за 2003-2020 гг. (усл. ед.)

Таким образом, полученные экономико-математические модели позволяют достаточно четко представить динамику цены на высокотехнологичную продукцию и выработать пути повышения ее конкурентоспособности. Так, при сильной корреляции цены на продукцию с таким факто-

ром как оплата труда и при одновременном ее повышении предприятию необходимо пересмотреть политику формирования фонда оплаты труда для снижения цены на свою продукцию. Аналогично можно выстраивать амортизационную политику.

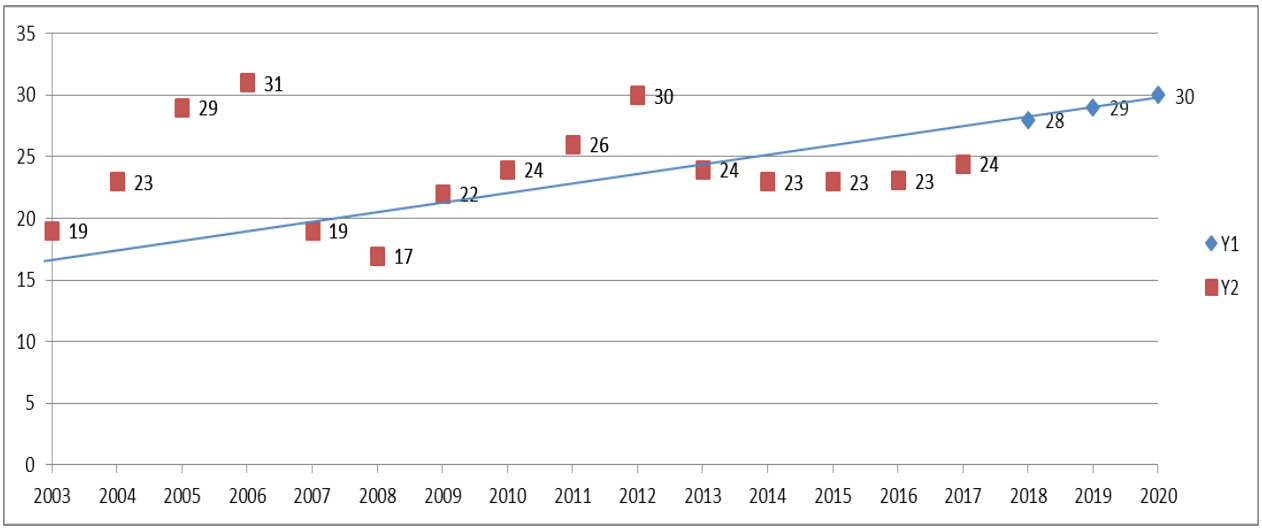


Рисунок 2 – Динамика фактических и прогнозируемых величин стоимости продукции предприятия Б за 2003-2020 гг. (усл. ед.)

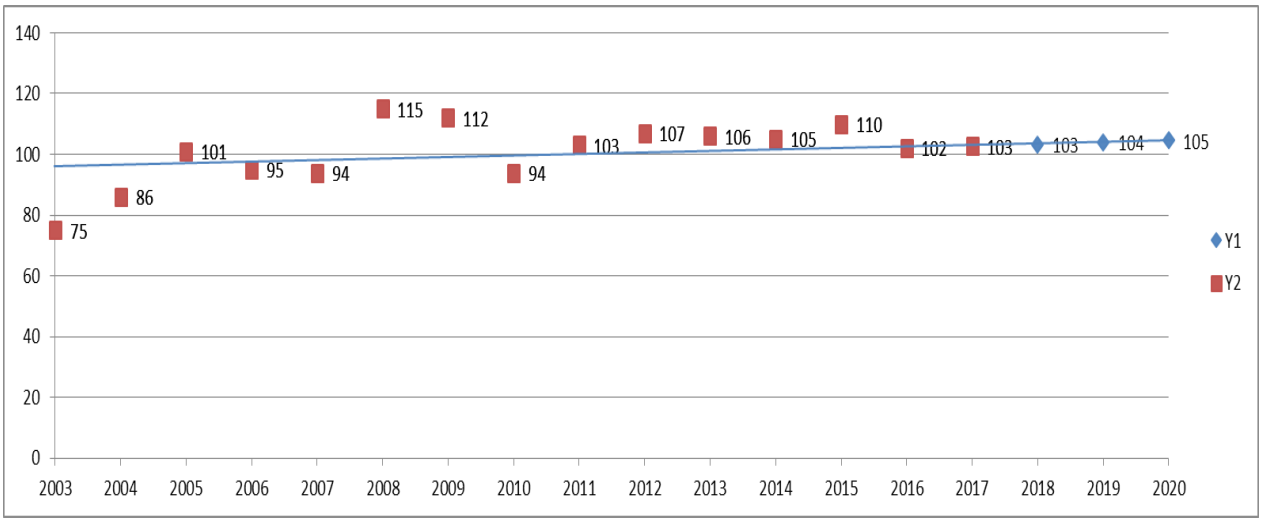


Рисунок 3 – Динамика фактических и прогнозируемых величин стоимости продукции промышленного предприятия В за 2003-2020 гг. (усл. ед.)

Список использованных источников

1. Лифиц И.М. Теория и практика конкурентоспособности товаров и услуг. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт-Издат, 2009.

2. Буренок В.М., Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Оценка стоимостных показателей высокотехнологичной продукции. – М.: Граница, 2012.

3. Брандт З. Анализ данных. – М.: Мир, 2009.

4. Айвазян С.А. Прикладная статистика и основы эконометрики. – М.: Юнити, 2001.

5. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. – М.: Вильямс, 2010.

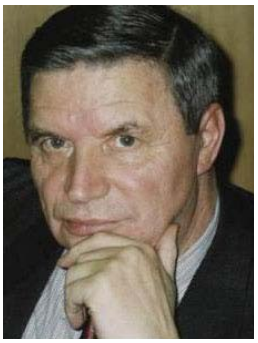
6. Стрижов В.В., Крымова Е.А. Методы выбора регрессионных моделей. – М.: ВЦ РАН, 2010.

Балабан Елена Ивановна
кандидат физико-математических наук, доцент
преподаватель Коломенского института (филиала) Московского государственного машиностроительного университета
balabanvmif@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

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



Викулов Сергей Филиппович
доктор экономических наук, профессор
главный научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
sergviculov@yandex.ru

Вылегжанин Григорий Николаевич
кандидат технических наук
заместитель начальника отдела 46 ЦНИИ МО РФ
Vylegzhanins@yandex.ru

Гальченко Андрей Васильевич
начальник сектора ОАО НПК «Конструкторское бюро машиностроения»
koriaga20@mail.ru

Горшков Павел Сергеевич
кандидат технических наук, доцент
заместитель генерального директора ООО «Экспериментальная мастерская Наука-Софт»
pgorshkov@xlab-ns.ru

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

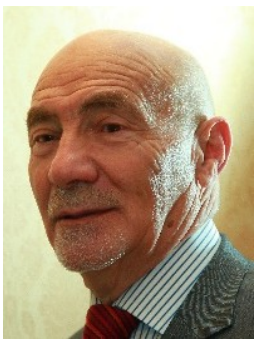
Завьялов Игорь Сергеевич
начальник отдела ЦНИИ «Центр»
izavyalov@cniicentr.ru

Крюков Кирилл Юрьевич
кандидат психологических наук
руководитель секретариата Совета главных конструкторов по системе вооружения сухопутной составляющей сил общего назначения Российской академии ракетных и артиллерийских наук
raran@bk.ru

Лавринов Григорий Геннадьевич
аспирант РЭА им. Плеханова
Grgry043@yandex.ru

Лукьяница Андрей Александрович
кандидат физико-математических наук
научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
andrei_luk@mail.ru
SPIN-код: 6172-6061

Панкова Людмила Владимировна
доктор экономических наук
заведущая отделом Национального исследовательского института мировой экономики и международных отношений им. Е.М. Примакова РАН, ведущий научный сотрудник кафедры международной безопасности факультета мировой политики МГУ им. М.В. Ломоносова
lpankova@imemo.ru



Пименов Владимир Владимирович
доктор экономических наук, профессор, почетный академик РАРАН
профессор РЭУ им. Г.В. Плеханова
vv-pim@yandex.ru

Подвальный Артем Михайлович
кандидат технических наук
старший научный сотрудник Института химической физики им. Н.Н. Семенова РАН
podvalny.a@yandex.ru

Подстригаев Алексей Сергеевич
кандидат технических наук
заместитель главного конструктора тематического направления АО «Брянский электромеханический завод», ассистент Брянского государственного технического университета
ap0d@yandex.ru
SPIN-код 1339-8160

Прудников Александр Григорьевич
доктор технических наук, профессор
ведущий научный сотрудник Института химической физики им. Н.Н. Семенова РАН
prudnikov@ciam.ru

Рымкевич Станислав Николаевич
кандидат технических наук
докторант ЦНИИ ВВКО МО РФ
S_rymkevich@rambler.ru

Смоляков Андрей Владимирович
студент Брянского государственного технического университета
andreismolyakow@gmail.com

Тегин Владилен Александрович
кандидат технических наук
koriaga20@mail.ru

Федорова Елена Александровна
младший научный сотрудник ЦНИИ ВВКО МО РФ
elenafedorova197414@gmail.com

Образец техники: устаревший, современный или перспективный?

В.М. Буренок, Р.А. Дурнев, К.Ю. Крюков

Рассмотрены существующие методики отнесения образцов техники к категориям устаревший, современный и перспективный. Предложены подходы к оценке показателя качества образцов техники и отнесения их к указанным категориям с использованием кривых безразличия и теории нечетких множеств.

вооружение и военная техника; устаревший, современный и перспективный образец; качество; эксперт; лицо, принимающее решение; кривые безразличия; теория нечетких множеств

Equipment Sample: Out-of-Date, State-of-the-Art or Advanced?

V.M. Burenok, R.A. Durnev, K.J. Krjulov

Certain existent methods of equipment samples rating as out-of-date, state-of-the art or advanced one, are considered. The approaches to equipment samples quality performance assessment and their rating as indicated categories by means of indifference curves and fuzzy-set theory are proposed.

armament and military equipment; out-of-date, state-of-the art or advanced sample; quality; expert; decision making official; indifference curves; fuzzy-set theory

О проблемах создания перспективных образцов метаемых реактивных элементов

А.М. Подвальный, А.Г. Прудников

В работе приведен краткий анализ современного состояния и проблем создания перспективных артиллерийских метаемых элементов среднего калибра, включая гиперзвуковые реактивные аппараты. Рассмотрены проблемы их создания в России. Даны некоторые результаты аналитических оценок параметров внутренней и внешней баллистик гиперзвуковых метаемых реактивных аппаратов.

гиперзвуковой метаемый реактивный элемент; снаряд; реактивный двигатель; реактивный аппарат; химический энергоноситель; дальность полета

On the Perspective Projectile Models Development Problems

A.M. Podvalnyy, A.G. Prudnikov

A short analysis of state-of-the-art and the problems of perspective medium caliber projectiles development, including hypersonic rockets, is performed. Certain problems of their development in Russia are considered. Analytical estimation results of internal and external ballistics parameters of hypersonic projectiles are represented.

hypersonic projectile; projectile; jet engine; jet machine; chemical energy carrier; long-range projectile

Метод оценки реализуемости вариантов развития вооружения, военной и специальной техники ВКО

Г.Н. Вылегжанин, И.С. Завьялов, С.Н. Рымкевич, Е.А. Федорова

В статье рассмотрен метод, позволяющий производить оценку реализуемости вариантов развития ВВСТ ВКО на этапе обоснования предложений в программы развития системы вооружения ВКО с учетом рисков, связанных с необходимостью импортозамещения.

оценка реализуемости; ВВСТ ВКО; ГПВ; импортозамещение

A Method of Military-Space Defense Armament, Military and Special Equipment Development Option Feasibility Assessment

G.N. Vylegjanin, I.S. Zavyalov, S.N. Rymkevich, E.A. Fedorova

The article considers a method that enables to assess armament, military and special equipment development options feasibility at the stage of proposals justification for military-space defense armaments development programs with an allowance for import substitution requirement risks.

feasibility assessment armament, military-space defense armament, military and special equipment; State Armament Program; import substitution

К вопросу о построении агрегированной модели противоборства группировок войск

А.И. Буравлев, П.С. Горшков

В статье рассмотрена методика агрегирования крупномасштабных моделей противоборства путем перехода от вектора фазовых координат модели к линейным нормам и агрегированным параметрам взаимодействия, что позволит на порядок сократить размерность модели. Выбором шага интегрирования обеспечивается заданная точность результатов по исходной и агрегированной модели. Приводятся примеры, иллюстрирующие применимость методики для построения агрегированных моделей различного уровня.

уравнения динамики средних; типовые воинские формирования; агрегированные параметры эффективности; боевые потенциалы воинских формирований

On the Aggregate Model Making of the Forces Confrontation

A.I. Buravlyov, P.S.Gorshkov

The article concerns a technique of a large-scale confrontation model aggregation by model phase coordinate vector – linear standards transition and coordination aggregate characteristics, that makes possible model dimension reduction by order. Given result accuracy for initial and aggregate model is supplied with selection of an integration step. Certain examples illustrate applicability of this technique to different level aggregate model making.

mean dynamic equations; standard military units; efficiency aggregate characteristics; military unit operational potential

Промышленная политика: основные направления и приоритеты в условиях цифровой трансформации

В.В. Пименов

Утвержденная распоряжением Правительства РФ в июле 2017 года программа «Цифровая экономика Российской Федерации» становится важным фактором государственной промышленной политики, которая должна способствовать успешному развитию производственной сферы экономики страны. Вместе с тем это потребует глубоких структурных изменений всей действующей модели экономики, отвечающей требованиям концепции «Индустрия 4.0». В статье с системных позиций рассматриваются основные направления и приоритеты промышленной политики России, связанной, в первую очередь, с оборонно-промышленным комплексом как высокотехнологичным сектором экономики страны и являющимся базой передовых технологических укладов. Раскрываются инструменты и методы адаптации высокотехнологичных предприятий к условиям цифровой экономики.

промышленная (оборонно-промышленная) политика; научно-технологическая политика; высокие технологии; информационная безопасность; архитектура предприятия

Industrial Policy: Guidelines and Priorities under Digital Transformation

V.V. Pimenov

“Digital Economy of the Russian Federation” is the Program approved by the Government of the Russian Federation Decree in July 2017. It comes to be an important factor of state industrial policy that must contribute to the successful development of national economic production sphere development. Along with it demands far-going existing economic model structure changes agreeable to the Industry 4.0 standard. The author considers from the system positions the Russian industrial policy guidelines and priorities primary linked to defense-industrial complex as high tech national economy sector and the base of the advanced technological ways. There are tools and methods of high tech enterprises adaptation to digital

transformation conditions disclosed in the article.

industrial (defense-industrial) policy; scientific-technological policy; high tech; informational security; enterprise architecture

Эволюция оборонных НИОКР США: объемы и структура финансирования

Л.В. Панкова

Статья посвящена исследованию оборонных НИОКР в США, являющихся главным драйвером их военно-инновационного развития. Рассматриваются объемы и структура финансирования оборонных НИОКР США, важнейшие изменения в области финансово-экономического обеспечения исследований и разработок, а также отдельные аспекты организационно-управленческой стратегии в рассматриваемой области в рамках третьей стратегии компенсации (Third Offset).

исследования и разработки; инновации; военно-инновационная система; двойные технологии; стратегии компенсации (офсет); инициатива в области оборонных инноваций; зарождающиеся технологии

Evolution of the USA Defense Research and Development: Amount and Structure of Financing

L.V. Pankova

The article is devoted to the progress of the USA defense research and development as it is the main driver of military-innovation development. The author considers US defense research and development financing amount and structure, essential changes in the sphere of research and development financial and economic provision, and certain aspects of the considerable organizational and management compensation strategy (Third Offset).

research and development; innovation; military-innovation system; double-purpose technologies; compensation strategy (Third Offset); initiative in the sphere of defense innovations; incipient technologies

Прогноз стоимости образцов материальной продукции военного назначения

Е.И. Балабан, А.В. Гальченко, В.А. Тегин

В статье изложены примеры применения ценометрического метода прогнозирования стоимости поставок отечественных образцов военной техники. Даны разъяснения и рекомендации к его использованию, обоснованы преимущества.

би-закон возрастания стоимости; ценометрический метод; долгосрочный прогноз цен; индикатор возрастания цен

A Prediction of Defense Material Production Samples Value

E.I. Balaban, A.V. Galchenko, V.A. Tegin

Certain cases of value domestic military equipment sample procurement prediction price-metric technique application are set out in the article. Some clarifications and suggestions on its application are given, and the advances are justified.

value increase B-law; cost-metric technique; long-run prediction; price increase indicator

Оценка экономического эффекта от использования универсального технологического приспособления для настройки СВЧ-устройств при изготовлении сложных радиоэлектронных комплексов

А.С. Подстригаев, А.В. Смоляков

Время производства опытного образца сложного радиоэлектронного комплекса может быть снижено за счет использования универсального технологического приспособления для настройки и проверки полосковых СВЧ-устройств. Получены выражения для оценки экономического эффекта от внедрения приспособления. Выполнена оценка экономического эффекта на примере станции помех.

производство станции помех; технологическое приспособление для настройки СВЧ-устройств; оптимиза-

ция производства; настройка полосковых СВЧ-устройств

Estimation of Economic Effect Received as a Result of Multipurpose Adjuster Application for Microwave Devices Setting in the Course of Sophisticated Radio-Electronic Complexes Manufacturing

A.S. Podstrigaev, A.V. Smolyakov

The period of production of sophisticated radio-electronic complex prototype may be reduced by means of multipurpose technological adjuster application for microwave stripe devices setting and control. Certain expressions are obtained for the estimation of economic effect as a result of adjuster application. The economic effect estimation is carried out on the example of jamming station.

jamming station manufacturing; microwave device adjuster; manufacturing optimization; strip microwave devices setting

Обоснование рациональной с экономической точки зрения системы исчисления времени в Российской Федерации

А.А. Венедиктов, С.Ф. Викулов, А.А. Лукьяница

Российская Федерация имеет обширную территорию и довольно неравномерную плотность населения. В настоящей статье обосновывается рациональный вариант распределения часовых зон по территории Российской Федерации для наиболее эффективного использования светлого времени суток. Применительно к большинству субъектов Российской Федерации таким решением является отмена нововведений Федерального закона от 21.07.2014 № 248-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об исчислении времени» и возврат к часовой зоне, установленной постановлением Правительства РФ от 31.08.2011 № 725 «О составе территорий, образующих каждую часовую зону, и порядке исчисления времени в часовых зонах...».

исчисление времени; экономическая эффективность; светлое время суток

Arguments Used to Support the Russian Time Calculation System Efficient from the Economic Viewpoint

A.A. Venediktov, S.F. Vikulov, A.A. Lukyanitsa

Vast territory and rather uneven density of population characterize the Russian Federation. In the present article it is justified a rational version of time zone distribution all over the Russian Federation for the most effective daylight using. With reference to the most subjects of the Russian Federation the decision about introductions cancellation of “On Time Calculation” federal law № 248-FZ, 21.07.2014, and return to time zones established by governmental regulation № 725, 31.08,2011, “On the structure of the areas, that form each time zone, and the order of time calculation in time zones...”.

time calculation; economic efficiency; daylight

О применении эконометрического метода прогнозирования цены продукции промышленного предприятия в интересах повышения ее конкурентоспособности

Г.Г. Лавринов

В статье рассматривается прогнозирование цены продукции промышленного предприятия как инструмент повышения ее конкурентоспособности. Приводится пример применения эконометрического метода прогнозирования цены продукции промышленного предприятия.

конкурентоспособность; промышленное предприятие; цена продукции; прогнозирование

On the Application of the Econometric Method for Industrial Enterprise Product Price Forecasting in the Interests of the Competitiveness Recovery

G.G. Lavrinov

This article considers the forecasting of the industrial products price as a tool of its competitiveness recovery. It also shows an example of the econometric method application for industrial enterprise product price forecasting.

competitiveness; industrial enterprise; products price; forecasting

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;

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством;

08.00.10 – Финансы, денежное обращение и кредит;

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 одном из общепринятых растровых 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 иллюстра-

ции. 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 открытого 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 30101810400000000225.

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 (не является экспертом по проблематике представленной статьи, сам ведет исследования по аналогичной проблематике 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 информация 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 ближайшем 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 Российской академии ракетных и артиллерийских наук, 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. **Анищенко Владимир Николаевич** – доктор технических наук, профессор, лауреат премии Ленинского комсомола, профессор кафедры экономических и финансовых расследований Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.
3. **Ачасов Олег Борисович** – кандидат технических наук, доцент, член-корреспондент Российской академии ракетных и артиллерийских наук, заместитель начальника 46 Центрального научно-исследовательского института Министерства обороны Российской Федерации по научной работе.
4. **Бочкарев Олег Иванович** – кандидат экономических наук, член-корреспондент Российской академии ракетных и артиллерийских наук, заместитель председателя коллегии Военно-промышленной комиссии Российской Федерации.
5. **Буренок Василий Михайлович** – доктор технических наук, профессор, академик Российской академии ракетных и артиллерийских наук, 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***.
6. **Быстров Андрей Владимирович** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики промышленности Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова.
7. **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***.
8. **Викулов Сергей Филиппович** – доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, президент РОО «Академия проблем военной экономики и финансов» – ***заместитель главного редактора***.
9. **Горчица Геннадий Иванович** – доктор военных наук, профессор, академик Российской академии ракетных и артиллерийских наук, 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 Российской академии наук, академик Российской академии ракетных и артиллерийских наук, 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. **Козин Михаил Николаевич** – доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник Научно-исследовательского института Федеральной службы исполнения наказаний России.
13. **Кокошин Андрей Афанасьевич** – доктор исторических наук, профессор, академик Российской академии наук, академик Российской академии ракетных и артиллерийских наук, декан факультета мировой политики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.
14. **Лавринов Геннадий Алексеевич** – доктор экономических наук, профессор, академик Российской академии ракетных и артиллерийских наук, лауреат Государственной премии Российской Федерации имени Маршала Советского Союза Г.К. Жукова, первый вице-президент Российской академии ракетных и артиллерийских наук – ***заместитель главного редактора***.
15. **Леонов Александр Васильевич** – доктор экономических наук, профессор, ведущий научный сотрудник 46 Центрального научно-исследовательского института Министерства обороны Российской Федерации.
16. **Михайлов Юрий Михайлович** – доктор химических наук, профессор, академик Российской академии наук, академик Российской академии ракетных и артиллерийских наук, 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.
17. **Хрусталев Евгений Юрьевич** – доктор экономических наук, профессор, заведующий лабораторией имитационного моделирования взаимодействия экономических объектов Центрального экономико-математического института Российской академии наук.
18. **Целыковских Александр Александрович** – доктор военных наук, профессор, заместитель начальника Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева по учебной и научной работе.