2022
№ 1 (59)

Вооружение и экономика

46 Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации

Российская академия ракетных и артиллерийских наук

Академия проблем военной экономики и финансов

Вооружение и экономика

№1(59) / 2022

электронный научный журнал

http://www.viek.ru

Содержание

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 ВОЕННАЯ ТЕХНИКА

Буренок В.М., Крюков К.Ю., Осыко М.В. Методический подход к системному анализу некоторых исходных данных для подготовки Государственной программы вооружения **5**

Буравлев А.И., Белорозов М.С. Модель управления технической готовностью ВВСТ при планировании и реализации Государственной программы вооружения ... **12**

Леонов А.В., Пронин А.Ю. Искусственный интеллект на службе у … интеллекта **33**

Найденов В.Г., Тарасенко К.А. Методика обоснования технических требований к перспективным доплеровским системам по точности измерения ими радиальной скорости **57**

Лукьяница А.А., Эпенетосский В.Б., Исаев В.Н. Высокоэффективный алгоритм повышения детальности оптико-электронных изображений, получаемых летательными аппаратами **69**

Фролов В.А., Сосунов В.Г., Логинов И.В. К вопросу поддержки принятия решений при управлении реконфигурацией адаптивных многокомпонентных ВВСТ **82**

Главный редактор
В.М. Буренок

Редакционная коллегия

А.А. Александров

О.Б. Ачасов

А.В. Быстров

С.Ф. Викулов
(зам. гл. ред.)

В.Л. Гладышевский

Г.И. Горчица

В.А. Горшков

В.М. Кашин

А.А. Кокошин

Г.А. Лавринов
(зам. гл. ред.)

А.В. Леонов

Ю.М. Михайлов

А.А. Рахманов

Е.Ю. Хрусталев

Д.В. Худяков
(зам. гл. ред. – уч. секр.)

А.А. Целыковских

Оформление, верстка
Д.В. Худяков

Редактор
Т.М. Молчанова

Перевод
О.В. Криворучко

ВОЕННАЯ ЭКОНОМИКА

Викулов С.Ф., Горгола Е.В., Шахрай В.Н. К оценке воинского труда в условиях современной России и основных направлениях социальной политики государства **95**

Фиров Н.В., Фиров А.Н. Методические положения построения многофакторных экономико-математических моделей при ограниченном объеме исходных данных **111**

Бабкин А.В., Подольский А.Г. К вопросу о рациональном использовании трудовых ресурсов для создания научно-технической продукции **119**

Галов С.Ю., Куликов М.В., Сагалаев М.П. Геоэкономические факторы в оценке военно-политической обстановки **131**

Сизоненко Н.Н., Лебедев К.Н., Кривко А.В. Финансово грамотное управление личными и семейными финансами, как основа экономической безопасности военнослужащего **147**

Аннотации и ключевые слова / Abstracts and key words **161**

Дополнительные материалы

Правила предоставления авторами рукописей 174

Порядок рецензирования рукописей 176

Карточка статьи 177

Карточка автора 177

Особенности распространения журнала 177

Сведения о членах редакционной коллегии 178

ВООРУЖЕНИЕ И ВОЕННАЯ ТЕХНИКА

УДК 007.3/354

В.М. БУРЕНОК, доктор технических наук, профессор
К.Ю. КРЮКОВ, кандидат психологических наук
М.В. ОСЫКО

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СИСТЕМНОМУ АНАЛИЗУ НЕКОТОРЫХ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ВООРУЖЕНИЯ

Изложен методический подход к системному анализу некоторых блоков Единой системы исходных данных, применяемых в процессе разработки Государственной программы вооружения. Его суть заключается в экспертном анализе тактико-технических требований, перечня базовых и критических военных технологий, перечня базовых и критических промышленных технологий в целях согласования уровня развития указанных технологий, обеспечивающего выполнение ТТТ к перспективным образцам вооружения, военной и специальной техники. Приведен алгоритм экспертного анализа и основные задачи, выполняемые при этом экспертами.

***Ключевые слова**: государственная программа вооружения; тактико-технические требования; перечень базовых и критических военных технологий; перечень базовых и критических промышленных технологий.*

В ходе подготовки Государственной программы вооружения (ГПВ) формируется и используется для обоснования программных мероприятий Единая система исходных данных, включающая кроме других:

1. Военно-стратегические и оперативные исходные данные, в состав которых входят тактико-технические требования (ТТТ) к видам и классам вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) Вооруженных Сил Российской Федерации.

2. Технико-экономические исходные данные, включающие перечень образцов ВВСТ, в отношении которых необходима разработка прогнозных значений стоимостных и временных параметров стадий жизненного цикла.

3. Перечень базовых и критических военных технологий (ПБКВТ), содержащий сведения о приоритетных направлениях создания научно-технического задела (НТЗ), необходимого для разработки перспективных и модернизации существующих образцов ВВСТ.

4. Перечень базовых и критических промышленных технологий (ПБКПТ), содержащий сведения о государственных приоритетах в разработке и развитии промышленных технологий, необходимых для обеспечения реализации организациями оборонно-промышленного комплекса (ОПК) мероприятий по созданию, производству, модернизации и ремонту ВВСТ, предусмотренных государственной программой вооружения.

Методическими материалами, определяющими порядок разработки ГПВ, предусмотрено, что ПБКВТ согласуется с генеральными конструкторами по созданию ВВСТ, главными конструкторами по системе вооружения сухопутной составляющей сил общего назначения и руководителями приоритетных технологических направлений, которые рассматривают его на предмет увязки с проектами по созданию перспективных образцов ВВСТ, а также с работами, проводимыми в интересах промышленной реализации мероприятий ГПВ организациями ОПК. Однако методически такая работа не регламентирована.

Российская академия ракетных и артиллерийских наук (РАРАН) является головной организацией, обеспечивающей научное сопровождение деятельности Совета главных конструкторов по системе вооружения сухопутной составляющей сил общего назначения. Работа Совета и проводимые РАРАН экспертизы и анализ позволили выявить определенные проблемы в развитии системы вооружения ВС РФ. Основные из них условно можно разделить на три, тесно взаимосвязанные:

проблемы корректного обоснования ТТТ к вооружению, военной и специальной технике (ВВСТ);

проблемы создания научно-технического задела по перспективному вооружению, который позволил бы реализовать заданные ТТТ;

проблемы развития научно-производственного потенциала предприятий оборонно-промышленного комплекса страны (ОПК).

Эти проблемы объединяет то, что существует разрыв между требованиями к разрабатываемым образцам ВВСТ, заложенными в тактико-технические задания, и возможностями промышленности по их реализации, обусловленными технической и технологической базами предприятий. В 2019 году Советом главных конструкторов проведен аудит выполняемых главными конструкторами опытно-конструкторских работ на предмет выявления причин задержек в сдаче Министерству обороны разрабатываемых образцов ВВСТ. Результаты аудита показали, что

основной причиной срыва сроков завершения ОКР являются как раз указанные проблемы (рисунок 1). Поэтому, как представляется, необходимо до открытия ОКР по созданию новых образцов ВВСТ научно-исследовательским организациям Минобороны совместно с организациями промышленности проводить оценку реализуемости тактико-технических заданий и оценивать риски, связанные с достижением требуемых значений тактико-технических характеристик ВВСТ.

Рисунок 1 – Проблемы при разработке образцов вооружения, военной и специальной техники

В ходе подготовки новой Государственной программы вооружения на 2024-2033 годы Советом главных конструкторов сформирован методический подход к оценке согласованности ТТТ на перспективные образцы ВВСТ, планируемого уровня развития базовых и критических военных технологий и базовых и критических промышленных технологий. Эта работа методически организована в виде экспертной подготовки так называемых технологических паспортов (рисунок 2). Экспертами в данном случае являются главные конструкторы, входящие в состав Совета. Графы 2-6 заполняются на основе сведений, предоставленных Минобороны России.

Графы 7-8 заполняются членами Совета. В графе 7 указывается экспертная оценка реализуемости тактико-технических требований, где:

3 – достаточный уровень готовности к реализации;

2 – условно достаточный уровень готовности к реализации (при условии создания запланированных базовых и критических технологий);

1 – недостаточный уровень готовности к реализации (запланированных мероприятий недостаточно для реализации задаваемых требований).

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ

к классу ВВСТ: Д2310000Э Грузовые автомобили
проекты Совета[1]: Автомобили тактического звена
Автомобили многоцелевого назначения

№ п/п	Тактико-технические требования				Признак «Больше-лучше»	Предварительная оценка реализуемости тактико-технических требований		Базовые и критические технологии		Примечания
	Наименование	Мин. знач.	Макс. знач.	Ед. изм.		Оценка	Проблемные вопросы реализации	Военные технологии (наименование, срок создания (внедрения), стоимость).	Промышленные технологии (наименование, срок создания (внедрения), стоимость).	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
1	Скорость движения максимальная	80	100	км/ч	да	3	нет	1. Технология создания системы …, 2024-2026, 180 млн.руб. (НИР «Защита»). 2. …	1. Технология сборки и контроля качества аппаратуры…, 2027-2029, 450 млн.руб. (ОКР «Спектр»). 2. …	
2	Защищенность	7850	11760	кг	да	2	Отсутствие технологии…			
3	Грузоподъемность	4000	4000	кг	да	1	Необходимо проведение дополнительных мероприятий по созданию…			
4	Запас хода	500	1113	км	да	3	нет			

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА ПО ТЕХНОЛОГИЯМ

№ п/п	Наименование технологии	Необходимость применения	Департамент МПТ РФ / МО РФ
1	Технология создания отечественных броневых стекол *(новая технология)*	Обеспечение выполнения требований по защищенности от поражающего воздействия пуль и осколков боеприпасов (разработка отечественных броневых стекол со следующими характеристиками: оптическая прозрачность – ; прочность –	Департамент промышленности обычных вооружений, боеприпасов и
2	Технология создания системы…	Повышение живучести образца ВВСТ за счет оснащения …. , что позволит в … раз снизить …	МО РФ

[1] Совет главных конструкторов по системе вооружения сухопутной составляющей сил общего назначения

Рисунок 2 – Образец технологического паспорта

Графы 9-10 заполняются согласно перечню базовых и критических военных технологий и перечню базовых и критических промышленных технологий.

Общий алгоритм подготовки технологических паспортов и их последующего анализа приведен на рисунках 3 и 4.

Рисунок 3 – Общий алгоритм подготовки технологических паспортов

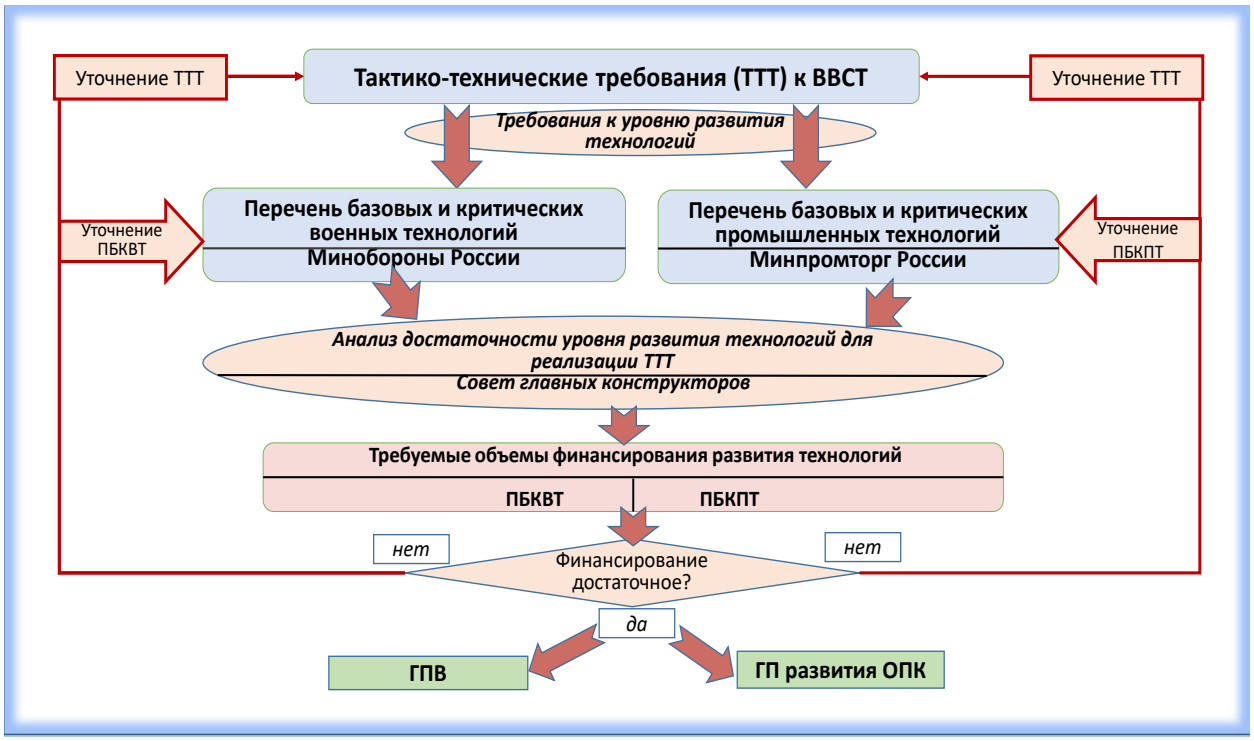


Рисунок 4 – Общий алгоритм подготовки и последующего анализа технологических паспортов

Основные задачи экспертов (главных конструкторов) при подготовке паспортов состоят в следующем:

1. Ключевой задачей главного конструктора при формировании технологического паспорта класса ВВСТ является определение возможных технологических проблем, которые могут возникать при реализации тактико-технических требований к классу ВВСТ (создании перспективных образцов ВВСТ) в предстоящем программном периоде (графы 7-8 формы) с учетом требований концептуальных документов Минобороны России (концепций развития видов и родов войск, видов вооружения и военной техники).

2. Выявленные технологические проблемы должны быть увязаны с тактико-техническими требованиями к классу ВВСТ (графы 2-6 формы). При отсутствии в описании класса ВВСТ необходимых тактико-технических требований, реализация которых может вызывать затруднения, допускается уточнение описания класса ВВСТ – расширение или уточнение перечня тактико-технических требований к классу ВВСТ с отметкой о произведенных изменениях.

3. Технологии, направленные на решение выявленных технологических проблем (графы 9-10), указываются в соответствии с имеющимися перечнями базовых и критических промышленных и военных технологий. При отсутствии в указанных перечнях необходимых технологий допускается их формулирование в технологическом паспорте с соответствующей отметкой об отсутствии в перечнях технологий.

4. В дополнение к технологиям, направленным на решение технологических проблем (графы 9-10), рекомендуется указать предварительные предложения по постановке соответствующих НИОКР с указанием наименований работ, сроков их выполнения и стоимости с приложением тематических карточек и справок-обоснований (при наличии).

После завершения подготовки технологических паспортов они передаются в Минпромторг России для оценки наличия готовых промышленных технологий либо возможности корректировки перечня базовых и критических промышленных технологий и в Минобороны России для оценки возможности корректировки перечня базовых и критических военных технологий. В случае невозможности достижения за счет развития БКПТ и БКВТ требуемого уровня ТТХ перспективных образцов ВВСТ может встать вопрос о корректировке значений ТТТ.

Предварительные экспертные оценки показывают, что планируемые в рамках новой ГПВ мероприятия по развитию БКВТ и планируемые мероприятия в рамках Государственной программы развития ОПК по разработке БКПТ не обеспечивают в полной мере реализацию ТТТ к перспективным образцам. В связи с этим возникнет проблема балансировки мероприятий по уровням и темпам развития ВВСТ, БКВТ и БКПТ.

Список использованных источников

1. Реулов Р.В., Стукалин С.В., Пронин А.Ю. Организационно-методический подход к формированию перечня приоритетных направлений фундаментальных, прогнозных и поисковых исследований в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства на период до 2033 года // Вооружение и экономика. 2021. №3(57).

2. Буроменский Н.Г., Гончаров С.Ю., Мгебрян О.Р. Методический подход к оценке степени технологической обеспеченности предприятий – изготовителей изделий электронной техники военного назначения // Вооружение и экономика. 2021. №3(57).

3. Реулов Р.В., Стукалин С.В., Горбунов В.В. Методический подход к оценке реализуемости мероприятий государственной программы вооружения с точки зрения обеспеченности необходимыми материалами // Вооружение и экономика. 2020. №4(54).

4. Буренок В.М. Концепция развития системы вооружения как научная основа обеспечения сбалансированного инновационного развития Вооруженных Сил Российской Федерации // Вооружение и экономика. 2017. №4(41).

УДК 623-9

А.И. БУРАВЛЕВ, доктор
технических наук, профессор
М.С. БЕЛОРОЗОВ

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТЬЮ ВВСТ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ И РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ВООРУЖЕНИЯ

В статье рассмотрена модель управления технической готовностью неоднородного по возрасту парка изделий ВВСТ. В основе модели использована гипотеза о равномерной выработке технического ресурса и линейная зависимость интенсивности отказов от продолжительности и режимов эксплуатации ВВСТ. Исследована зависимость коэффициента технической готовности парка ВВСТ и затрат на его обеспечение при эксплуатации по ресурсу и техническому состоянию при разной возрастной структуре парка. Показано, что равномерная по возрасту структура парка ВВСТ является оптимальной по критерию «стоимость-готовность».

***Ключевые слова**: техническая готовность изделий; управление технической готовностью парка ВВСТ по ресурсу и фактическому состоянию; возрастная структура парка ВВСТ; критерий оптимального управления «стоимость-готовность».*

Оснащение Вооруженных Сил Российской Федерации современным вооружением и военной техникой, обеспечение заданного уровня их технической готовности в войсках является одной из главных задач Государственной программы вооружения (ГПВ). Решение этой задачи предполагает получение актуальной и достоверной оценки о наличии ВВСТ в войсках, текущем уровне их исправности и прогноза динамики ее изменения по годам программного периода, оценки возможностей предприятий промышленности по выполнению восстановительного ремонта и обеспечению войск запасными частями и материалами для проведения войскового ремонта и технического обслуживания ВВСТ.

Исходная информация о техническом состоянии ВВСТ поступает в довольствующие органы в сроки и объемах, установленных табелями срочных донесений видов и родов войск ВС РФ, главных и центральных управлений МО РФ.

Анализ существующей системы учета и представления данных о наличии и техническом состоянии образцов ВВСТ показывает, что она не обеспечивает актуальную поддержку исходных данных и имеет низкую достоверность. Степень расхождения в данных о наличии ВВСТ

доходит до нескольких единиц кораблей Военно-Морского Флота, воздушных судов, десятков единиц бронетанковой техники, сотен единиц ракетно-артиллерийского вооружения. Проверки технического состояния ВВСТ показывают, что представляемые данные и реальное состояние ВВТ совпадают порой лишь на 25-50%. При такой точности и надежности исходных данных текущие и прогнозные оценки имеют низкую достоверность, что неизбежно приводит к значительным ошибкам в принятии решений и дополнительным затратам ресурсов.

Выход из этой проблемной ситуации может быть только один – кардинальное улучшение системы учета, сбора и обработки исходных данных с периодичностью не менее квартала из войсковых частей тактического уровня (полк, бригада), далее агрегирование и обобщение этих результатов для войсковых соединений (бригада, дивизия, корпус) и объединений (корпус, армия) и, наконец, обобщение на уровне военных округов. Эти данные должны составлять единую базу для Министерства обороны Российской Федерации и Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации, штабов видов и родов войск, центральных НИО.

В качестве альтернативы предлагается следующая схема системы информационного обеспечения ОВУ сведениями о техническом состоянии образцов ВВСТ (рисунок 1).

Техническая готовность ВВСТ является одним из определяющих показателей боевой готовности и боеспособности частей ВС РФ. Она определяется коэффициентом готовности $K_{\Gamma}(t)$ и характеризует вероятность нахождения образца ВВСТ в исправном (работоспособном) состоянии с учетом его восстановления. Боевой потенциал воинского формирования $P_{\text{ВФ}}$определяется численностью образцов ВВТ, находящихся в списочном составе части N_{BBT}, их военно-техническим уровнем $K_{BTУ}$ и коэффициентом готовности [1-3].

$$P_{\text{ВФ}} = K_{\Gamma} K_{\text{ВТУ}} N_{\text{ВВТ}}. \quad (1)$$

Таким образом, коэффициент технической готовности напрямую определяет уровень боевого потенциала воинского формирования.

Коэффициент технической готовности ВВСТ зависит от возраста образца (календарного срока службы t_{cc}), предельной наработки (технического ресурса $T_{\text{Р}}$), безотказности (среднее время наработки до отказа τ_0) и восстанавливаемости (среднее время восстановления изделия τ_B).

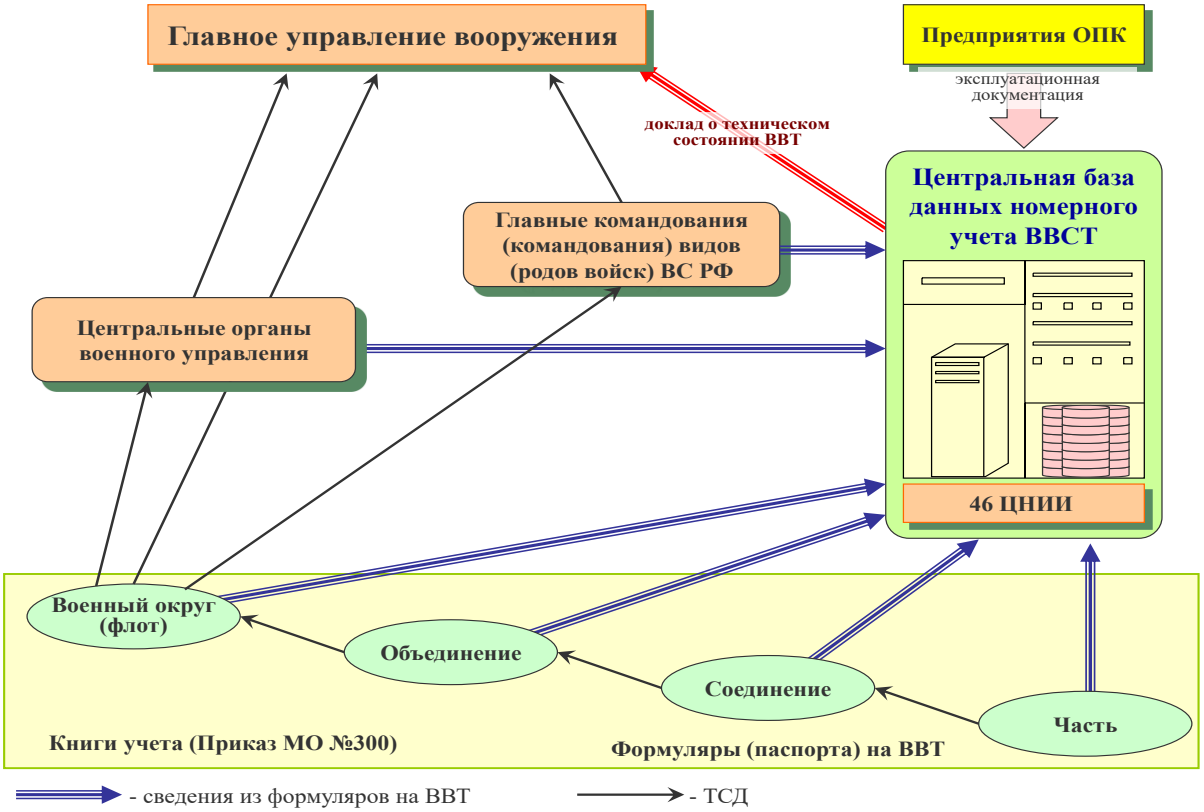


Рисунок 1 – Система информационного обеспечения ОВУ сведениями о техническом состоянии образцов ВВСТ

В пределах заданного срока службы t_{cc} вследствие старения и износа интенсивность отказов в среднем возрастает, что приводит к необходимости профилактического и восстановительного ремонта, устраняющего накопление износовых явлений. В теории и практике обеспечения надежности технических систем известны различные нелинейные зависимости интенсивности их отказов от продолжительности эксплуатации [4; 5]. В практических задачах чаще всего применяется либо постоянная $\lambda(t) = \lambda_0$, либо линейная зависимость интенсивности отказов от времени $\lambda(t) = \lambda_0 + \alpha t$, где λ_0 – интенсивность внезапных отказов; $\alpha \geq 0$ – скорость роста интенсивности постепенных отказов. Параметры этой модели можно определить по данным наблюдений в процессе эксплуатации изделий.

В практике войсковой эксплуатации ВВСТ широко используется принцип *равномерной* выработки технического ресурса, что позволяет рациональным образом планировать боевую подготовку, а также

периодичность проведения профилактических и восстановительных мероприятий по поддержанию требуемой надежности ВВСТ. В этом случае между текущей наработкой изделия и календарным временем имеет место линейная связь

$$\tau = \frac{T_P}{t_{\text{СС}}} t = \gamma t,$$

где $\gamma = \frac{T_P}{t_{\text{СС}}}$ – годовой расход технического ресурса.

В процессе эксплуатации изделие периодически находится в двух режимах: в режиме хранения (ожидания применения) и в режиме применения (боевой работы). При разработке и производстве образца ВВСТ для каждого режима закладываются соответствующие характеристики безотказности и сохраняемости: интенсивность отказов при хранении $\lambda_{\text{ХР}}$ и применении $\lambda_{\text{ПР}}$. Режим применения изделия по условиям эксплуатации является значительно более тяжелым. Поэтому интенсивность отказов в этом режиме существенно выше, чем в режиме хранения $\lambda_{ПР} > \lambda_{ХР}$. В тактико-технических требованиях к образцу ВВТ обычно задается определенный коэффициент соотношения между интенсивностями отказов при хранении и применении изделия

$$\lambda_{\text{ПР}} = k_{\text{Э}} \lambda_{\text{ХР}},$$

где $k_{Э} > 1$ – коэффициент эксплуатационной нагрузки.

Применение образца ВВСТ осуществляется в течение нескольких циклов с наработкой $\tau_{\text{ПР}}$ в одном цикле. Перед каждым применением проводится контрольно-технический осмотр с использованием инструментальных средств контроля работоспособности изделия. В течение всего цикла применения согласно тактико-техническим требованиям должен обеспечиваться заданный уровень безотказности изделия $\text{P}_{\text{ПР}}^{\text{зад}}$. В предположении, что интенсивность отказов изделия в течение времени наработки $\tau_{\text{ПР}}$ является постоянной $\lambda_{ПР} = \lambda_0$, из уравнения

$$P(\tau_{\text{ПР}}) = exp(-\lambda_0 \tau_{\text{ПР}}) = \text{P}_{\text{ПР}}^{\text{зад}}$$

получаем величину максимальной наработки изделия в одном цикле по условиям безотказности и безопасности применения:

$$\tau_{\text{ПР}} = -\frac{\boldsymbol{ln}\, \text{P}_{\text{ПР}}^{\text{зад}}}{\lambda_0}. \qquad (2)$$

Циклы применения разделены интервалами времени ожидания $t_{ОЖ}$, в течение которого проводятся работы по предварительной подготовке, контролю и текущему ремонту изделия. Время цикла применения и ожидания в совокупности составляют продолжительность эксплуатационного цикла изделия

$$t_{Ц} = \tau_{ПР} + t_{ОЖ}. \quad (3)$$

При заданном сроке службы t_{CC} среднее число возможных циклов применения изделия составит:

$$n = \frac{t_{СС}}{t_{Ц}}. \quad (4)$$

Межремонтный ресурс по наработке τ_{MP} устанавливается также исходя из обеспечения требуемой безотказности и безопасности эксплуатации (2). Число необходимых ремонтов и межремонтный ресурс в календарном исчислении рассчитываются по формулам:

$$m = ent\left[\frac{\tau_{ПР}}{\tau_{МР}}\right], \quad (5)$$

$$t_{МР} = \frac{t_{СС}}{m}, \quad (6)$$

где $ent[\cdot]$ – операция выделения целой части числа.

В ходе реализации программных мероприятий происходит непрерывное изменение возраста и технического состояния парка ВВСТ. Изделия, выработавшие технический ресурс и календарный срок изымаются из парка, а на их место поступают новые изделия. Таким образом, парк ВВСТ является неоднородным по своему возрасту и техническому состоянию. Это обстоятельство затрудняет использование классических методов теории надежности для оценки и прогноза технического состояния парка ВВСТ, в основе которых лежит гипотеза однородности технического состояния парка.

В связи с этим в данной работе предлагается модель оценки, прогнозирования и управления техническим состоянием неоднородного парка ВВСТ.

Поставка и снятие с эксплуатации изделий ВВСТ осуществляется партиями определенного объема. Каждая партия представляет собой учетную единицу в системе материально-технического обеспечения войск. Возраст партии однозначно определяет мероприятия, которые должны быть проведены в ближайшей перспективе для поддержания их

технического состояния на заданном уровне. Это позволяет структурировать парк ВВСТ по возрастному признаку и определить последовательность мероприятий по его техническому обслуживанию и восстановлению.

Предлагается календарный срок, который для большинства видов ВВСТ кратен пяти годам, разбить на пятилетние периоды. Так, для большинства образцов ракетно-артиллерийского вооружения календарный срок составляет 10-15 лет, бронетанковой техники 15-20 лет, авиационной техники 20-30 лет, кораблей и судов ВМФ 30-40 лет. По каждому виду ВВСТ для любого момента времени можно построить «возрастную» диаграмму изделий в парке (рисунок 2).

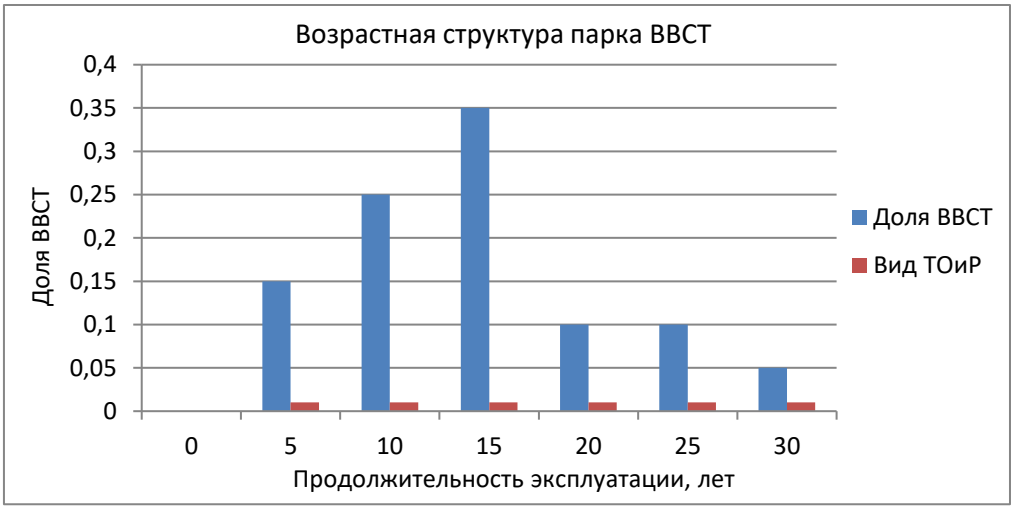


Рисунок 2 – «Возрастная» диаграмма изделий в парке ВВСТ

Диаграмма отображает для каждого возрастного периода долю образцов ВВСТ $\delta_N(t_i, t_{i+1}) = \frac{N(t_{i+1})-N(t_i)}{N(t_{cc})}$, находящихся в возрасте (t_i, t_{i+1}), где $N(t_{cc})$ – общее количество изделий в парке за время срока службы ВВСТ на интервале $t_{i+1} = t_i + \Delta t$; $\Delta t = 5$; $i = 1,2,\ldots,n$; $n = \frac{t_{cc}}{5}$. Нетрудно видеть, что $\sum_{i=1}^{n} \delta_N(t_i, t_{i+1}) = 1$.

На диаграмме для каждого возрастного периода указывается перечень видов технического обслуживания и ремонта (ТОиР), проводимых в парке ВВСТ:

КТО – контрольно-технические осмотры;

СР – средний (профилактический) ремонт;

КР – капитальный (восстановительный) ремонт.

Использование пятилетнего периода обеспечивает также привязку динамики изменения технического состояния с реализацией мероприятий ГПВ и ГОЗ.

Техническое состояние парка характеризуется:

- средним количеством $N_И$ исправных (работоспособных) изделий, находящихся в готовности к применению;

- средним количеством $N_{ТР}$ образцов, находящихся на текущем ремонте в войсковых частях;

- средним количеством $N_{ВР}$ образцов, находящихся на восстановительном (среднем и капитальном) ремонте в сервисных центрах или на предприятиях промышленности.

Таким образом, общая численность образцов ВВТ, находящихся в войсках, равна сумме трех составляющих:

$$N(t) = N_{\text{И}}(t) + N_{\text{ТР}}(t) + N_{\text{ВР}}(t), \quad (7)$$

где t – годовой срез программного периода.

Эти данные поступают в органы военного управления из войск согласно табелей срочных донесений.

Для годового среза динамику изменения состояний парка ВВСТ для каждого возраста можно описать следующим графом (рисунок 3).

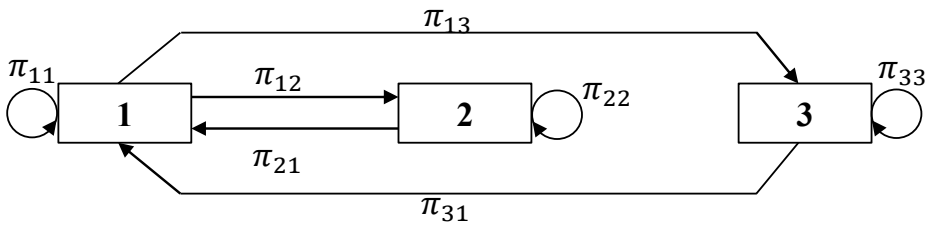


Рисунок 3 – Граф состояний образцов ВВСТ в парке

На рисунке цифрами обозначено:

1 – исправное состояние образца ВВТ;

2 – текущий ремонт образца ВВТ;

3 – восстановительный ремонт образца ВВТ.

Переходы из исправного состояния в состояния ремонта осуществляются с вероятностями π_{ij}, которые можно рссчитать по статистическим данным:

$$\pi_{12}(t) = \frac{N_{\text{ТР}}(t)}{N_{\text{И}}(t)} = \frac{P_{\text{ТР}}(t)}{P_{\text{И}}(t)};\ \pi_{13}(t) = \frac{N_{\text{ВР}}(t)}{N_{\text{И}}(t)} = \frac{P_{\text{ВР}}(t)}{P_{\text{И}}(t)};\ \pi_{11} = 1 - \pi_{12} - \pi_{13}, \quad (8)$$

где $P_{\text{ТР}}(t) = \frac{N_{\text{ТР}}(t)}{N(t)}$ – доля образцов ВВТ, находящихся на текущем ремонте; $P_{\text{ВР}}(t) = \frac{N_{\text{ВР}}(t)}{N(t)}$ – доля образцов ВВТ, находящихся на восстановительном ремонте для годового среза t.

Для учета процессов старения и износа изделий в процессе эксплуатации используем модель линейной зависимости интенсивности отказов изделия на межремонтном интервале от календарного времени эксплуатации

$$\lambda(t) = \begin{Bmatrix} \lambda_0 + \alpha t, & (k-1)t_{\text{ВР}} < t < kt_{\text{ВР}} \\ \lambda_0, & t = kt \end{Bmatrix};\ k = 1,2,\ldots,m, \quad (9)$$

где λ_0 – интенсивность внезапных отказов; α – скорость накопления постепенных отказов вследствие старения и износа изделий.

Тогда вероятность перехода изделия за время Δt из исправного состояния в неработоспособное состояние будет равна

$$\pi_{12}(\Delta t) = exp\left(-\int_0^{\Delta t} \lambda(\tau)d\tau\right) = exp\left(-\lambda_0 \Delta t - \frac{\alpha \Delta t^2}{2}\right). \quad (10)$$

В ходе текущего ремонта происходит восстановление изделия, при котором устраняется причина возникновения внезапного отказа, т.е. происходит обнуление величины $\lambda_0 \Delta t$. Восстановленное изделие возвращается в парк, однако вероятность его исправного состояния уже не равна единице, а составляет величину $P_1(\Delta t) = exp\left(-\frac{\alpha \Delta t^2}{2}\right)$.

Параметр накопления постепенных отказов α может быть рассчитан по статистике наблюдений за парком изделий по формулам:

$$\alpha(t) = \frac{N_{\text{ТР}}(t) - N_{\text{ТР}}(t-1)}{\Delta t N_{\text{И}}(t-1)};\ \alpha = \frac{\sum_{t=1}^{t_{\text{МР}}} \alpha(t)}{t_{\text{МР}}}, \quad (11)$$

где t_{MP} – межремонтный срок службы.

Используя формулы (8), (9), (11) и статистику наблюдений за парком ВВСТ, нетрудно рассчитать оценки интенсивностей отказов изделий λ_0, α.

Устранение старения и износовых явлений осуществляется путем проведения восстановительного (капитального и среднего) ремонта. После такого ремонта изделие «обновляется» и его безотказность определяется только интенсивностью внезапных отказов.

Переходы из состояний ремонта в исправное состояние также осуществляется с вероятностями π_{ji}, которые рассчитываются с учетом среднего времени выполнения ремонтных работ τ:

$$\pi_{21}(t) = 1 - \frac{\tau_{\text{ТР}}}{\Delta t};\ \pi_{22} = 1 - \pi_{21};\ \pi_{31}(t) = \begin{Bmatrix} 1 - \frac{\tau_{\text{ВР}}}{\Delta t}, & \tau_{\text{ВР}} < \Delta t \\ 1 - \frac{\tau_{\text{ВР}}}{k\Delta t}, & \tau_{\text{ВР}} \geq \Delta t \end{Bmatrix};\ \pi_{33} = 1 - \pi_{31}, \quad (12)$$

где $k = ent\left[\frac{\tau_{BP}}{\Delta t}\right]$ – целое число годовых срезов, в пределах которых может быть выполнен восстановительный ремонт.

Текущий ремонт изделия осуществляется за достаточно короткое время ($\tau_{\text{ТР}} \ll \Delta t$), поэтому в практических задачах он часто принимается мгновенным ($\pi_{21}(t) = 1$).

В дальнейшем величину годового интервала принимаем $\Delta t = 1$, а временные параметры τ_{TP}, τ_{BP} исчисляем в годовом измерении.

Расчетные формулы (8), (11), (12) являются приближенными и учитывают изменения состояния парка ВВСТ в пределах учетного года по данным табелей срочных донесений из войск.

На рисунке 4 показан график изменения технической готовности парка ВВСТ при условии, что продолжительность среднего и капитального ремонта ВВСТ не превышает учетного года.

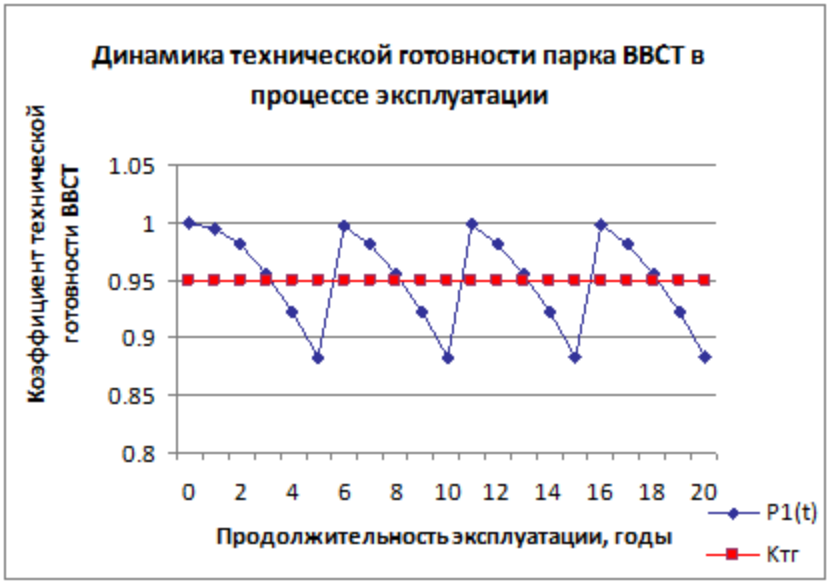


Рисунок 4 – График изменения технической готовности парка ВВСТ

По опыту практической деятельности сервисных центров и предприятий промышленности, осуществляющих восстановительный ремонт для сложных комплексов ВВТ (самолеты, ЗРК, корабли и др.), коэффициент длительности ремонта может составлять $k = 2\ldots5$.

В общем случае динамику состояний парка ВВСТ для каждой возрастной группы можно описать марковским дискретным процессом с вероятностями состояний по годовым срезам программного периода:

$$P_1(t+1) = [1 - \pi_{12}(t)]P_1(t) + \pi_{21}(t)P_2(t) + \pi_{31}(t)P_3(t);$$
$$P_2(t+1) = [1 - \pi_{21}(t)]P_2(t) + \pi_{12}(t)P_1(t);$$
$$P_3(t+1) = [1 - \pi_{31}(t)]P_3(t) + \pi_{13}(t)P_1(t);\ t = 1,2,\ldots;$$

с начальными условиями: $t = 0$; $P_1(0) + P_2(0) + P_3(0) = 1$.

Полученные оценки являются статистическими, поэтому для них определяются доверительные интервалы

$$\left[P_i(t) - t_{d,N-1}\sigma_{p_i}(t), P_i(t) + t_{d,N-1}\sigma_{p_i}(t)\right],$$

где $t_{d,N-1}$ – квантиль распределения Стьюдента на уровне $d = 0{,}93$ $N - 1$ степенью свободы;

$\sigma_{p_i}(t) = \sqrt{\frac{P_i(t)[1-P_i(t)]}{N_i(t)}}$ – оценка среднего квадратического отклонения (СКО) для вероятности $P_i(t)$.

Рассмотренная модель может быть использована для прогнозирования технического состояния парка ВВТ на будущие периоды времени для любой «возрастной» группы парка ВВСТ.

Общий алгоритм оценивания и прогнозирования технического состояния включает в себя следующие блоки (рисунок 5):

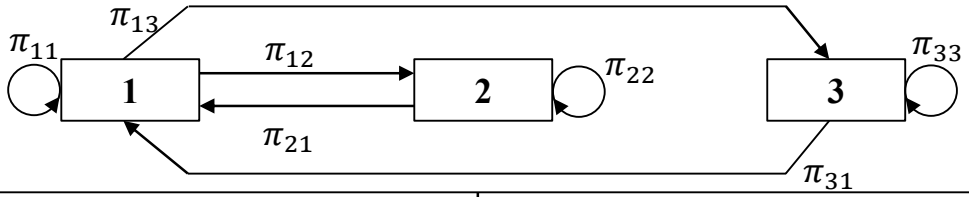
- мониторинг технического состояния парка ВВСТ и формирование его «возрастной» структуры;
- статистическая оценка показателей надежности изделий ВВСТ в парке;
- статистическая оценка возможностей войсковых органов и сервисных центров по выполнению текущего и восстановительного ремонта;
- прогнозирование уровня исправности изделий ВВСТ в парке;
- обобщенная оценка коэффициента готовности парка ВВСТ.

Мониторинг технического состояния парка ВВСТ и формирование его возрастной структуры

Статистическая оценка показателей надежности изделий ВВСТ $\boldsymbol{\lambda_0^*}, \boldsymbol{\alpha}^*, \boldsymbol{\tau_0^*}$ *и их доверительных интервалов*

Оценка возможностей ремонтных органов и сервисных центров по выполнению текущего и восстановительного ремонта $\boldsymbol{\tau_{TP}^*}, \boldsymbol{\tau_{BP}^*}$

Прогнозирование изменения уровня исправности ВВСТ в парке



Оценка коэффициента технической готовности парка ВВСТ

$$К_{ТГ}(\boldsymbol{t}) = \sum_{\boldsymbol{i=1}}^{\boldsymbol{n}} \boldsymbol{\delta_{N_i} P_{1i}(t)}$$

Оценка затрат на обеспечение технической готовности парка ВВСТ

$$\boldsymbol{C_Э(t)} = \boldsymbol{C_З} \sum_{\boldsymbol{i=1}}^{\boldsymbol{n}} \boldsymbol{\delta_{N_i}(t) \beta_i(t)}$$

Оптимальное управление техническим состоянием парка ВВСТ

$$К_{ТГ}(\boldsymbol{U}, \boldsymbol{t_{cc}}) \geq \boldsymbol{K_{ТГ}^{зад}}; \boldsymbol{C_Э(t_{cc})} = \min_{\boldsymbol{U}} \boldsymbol{C_Э(U, t_{cc})}$$

Рисунок 5 – Общий алгоритм оценивания и прогнозирования технического состояния образцов ВВСТ

Обобщенная оценка коэффициента технической готовности ВВСТ в парке рассчитывается путем усреднения вероятности исправного состояния ВВСТ различных «возрастных групп»:

$$K_{\text{ТГ}}(t) = \sum_{i=1}^{n} \delta_{N_i} P_{1i}(t). \quad (13)$$

Для поддержания технической готовности парка ВВСТ необходимо рациональным образом спланировать объемы и сроки проведения технического обслуживания и ремонта ВВСТ так, чтобы обеспечить минимальные затраты ресурсов. Данная задача рассматривалась во многих работах, посвященных вопросам эксплуатации различных технических систем [см., например, 3; 4; 6-8]. Отличительным признаком решаемой ниже задачи является наличие различных «возрастных» групп ВВСТ в парке, для которых сроки и объемы выполнения восстановительных работ в общем случае будут зависеть от «возраста» ВВСТ.

Кроме того, здесь возникает дополнительная альтернатива – снятие с эксплуатации самой «возрастной» группы ВВСТ, если затраты на ее эксплуатацию будут чрезмерно высоки по сравнению с «новым» типом образцов ВВСТ. Под «новым» типом образца ВВСТ понимается либо модернизированный вариант существующего типа ВВСТ с улучшенными тактико-техническими и эксплуатационными характеристиками, либо принципиально новая разработка образца ВВСТ с более высоким военно-техническим уровнем (боевым потенциалом).

Рассмотрим основные затраты, связанные с эксплуатацией ВВСТ в войсках. Эти затраты включают в себя:

- стоимость закупки «старых» и «новых» образцов ВВСТ с учетом их морального и физического износа, а также ценовой инфляции $C_З$;
- стоимость эксплуатации ВВСТ в войсках, включая затраты на их содержание, проведение контрольно-технических смотров и проверок, подготовку к применению $C_Э$;
- стоимость текущего $C_{\text{ТР}}$ и восстановительного C_{BP} ремонта образцов ВВСТ.

Исходя из теории и практики технико-экономического анализа ВВСТ [8; 9], примем следующие допущения относительно методики расчетов технико-экономических параметров ВВТ:

- годовая стоимость эксплуатации и ремонта образца ВВТ пропорциональна первоначальной стоимости закупки $C_{\text{Э}} = k_{\text{Э}}\text{C}_{\text{З}}$; $C_{\text{Р}} = k_{\text{Р}}\text{C}_{\text{З}}$ и подвержена инфляционным изменениям;

- инфляционные изменения цен учитываются дефлятором

$$d(t) = (1 + E)^t,$$

где E – нормативный уровень годовой инфляции.

Найдем для каждой «возрастной» группы ВВСТ текущую стоимость затрат на их техническое обеспечение:

для 1-й группы $(0 < t < \Delta t)$

$$\text{Сэ}_1(t) = C_3\left[1 + k_\text{э}\sum_{j=1}^{t}(1+E)^j + k_\text{ТР}\sum_{j=1}^{t}(1 - P_1(j))(1+E)^j\right]N_1;$$

для 2-й группы $(\Delta t \le t < 2\Delta t)$

$$\text{Сэ}_2(t) = C_3\left[1 + k_\text{э}\sum_{j=1}^{t}(1+E)^j + k_\text{ТР}\sum_{t=1}^{t}(1 - P_1(j))\,(1+E)^j + k_\text{ВР}(1+E)^{t-\Delta t}\right]N_2;$$

для n-й группы $((n-1)\Delta t \le t < n\Delta t)$

$$\text{Сэ}_n(t) = C_3\left[1 + k_\text{э}\sum_{j=1}^{t}(1+E)^j + k_\text{ТР}\sum_{t=1}^{t}(1 - P_1(j))\,(1+E)^j + k_\text{ВР}(1+E)^{t-(n-1)\Delta t}\right]N_n.$$

Из приведенных выражений видно, что затраты на эксплуатацию для каждой «возрастной» группы ВВСТ отличаются только численностью группы и коэффициентом удельных затрат, зависящих от возраста t

$$C_{\text{Э}_i}(t) = C_3\beta_i(t)N_i, \tag{14}$$

где $\beta_i(t) = 1 + k_\text{э}\sum_{j=1}^{t}(1+E)^j + k_\text{ТР}\sum_{t=1}^{t}(1 - P_1(j))\,(1+E)^j + k_\text{ВР}(1+E)^{t-(i-1)\Delta t}$ – возрастной коэффициент затрат на эксплуатацию единичного образца ВВСТ определенного типа.

Поэтому далее удобно использовать именно удельные затраты на эксплуатацию парка ВВСТ. Разделив суммарные затраты на эксплуатацию парка ВВСТ на его общую численность, получим следующее выражение для удельных эксплуатационных затрат парка ВВСТ:

$$\overline{C}_\text{Э}(t) = C_3\frac{\sum_{i=1}^{n}\beta_i(t)N_i}{\sum_{i=1}^{n}N_i} = C_3\sum_{i=1}^{n}\beta_i(t)\delta_{N_i}(t), \tag{15}$$

где $\delta_{N_i}(t) = \frac{N_i(t)}{\sum_{i=1}^{n}N_i(t)}$ – доля i-й «возрастной» группы в парке ВВСТ.

Удельные затраты на эксплуатацию парка ВВСТ, приведенные к стоимости закупки единичного образца $\overline{C}_\text{Э}(t)$ и коэффициент его технической готовности $K_{ТГ}(t)$ являются представительными показателями военно-экономической эффективности системы эксплуатации ВВСТ [8].

В качестве управляющих параметров будем рассматривать сроки проведения среднего и капитального ремонта $t_\text{СР}, t_{K\text{Р}}$ ВВСТ для обеспечения требуемого уровня технической готовности в пределах

установленного срока службы $t_{\text{СС}}$, а также возможность досрочного прекращения эксплуатации ВВСТ в случае превышения предельно допустимых эксплуатационных затрат. Обозначим $U = \{t_{CP}, t_{KP}, t_{CC}\}$ – множество управляющих параметров техническим состоянием парка ВВСТ.

Тогда задача управления технической готовностью парка ВВСТ состоит в поддержании технической готовности парка на заданном уровне

$$K_{\text{ТГ}}(U,t) \geq K_{\text{ТГ}}^{\text{зад}};\ t \leq t_{\text{СС}}$$

при минимальных затратах материальных ресурсов

$$\overline{\text{С}}_{\text{Э}}(U,t) = \min_{U}\{\overline{\text{С}}_{\text{Э}}(U,t_{cc}); \text{С}_{\text{З}}(t)\}. \quad (16)$$

Здесь в качестве предельных эксплуатационных затрат принята стоимость закупки нового типа ВВСТ в данный момент времени.

Из выражений (14), (15) видно, что с увеличением продолжительности эксплуатации ВВСТ затраты на ее обеспечение непрерывно возрастают на межремонтных интервалах и скачкообразно изменяются в моменты проведения восстановительных ремонтов (рисунок 6). При достижении уровня $\frac{\text{С}_{\text{Э}}(t)}{C_{\text{З}}} = 1$ при $t \leq t_{cc} = 15$ лет, эксплуатация ВВСТ должна быть приостановлена, поскольку достигнут минимум затрат, и парк ВВТ должен заменяться новым типажом ВВСТ.

Рисунок 6 – Динамика затрат на обеспечение технической готовности парка ВВСТ (вариант 1)

При определенных технико-экономических характеристиках возможен сценарий, когда при достижении календарного срока службы $t \geq t_{cc}$ эксплуатационные затраты будут составлять величину $\frac{C_Э(t)}{C_З} < 1$. В этом случае оптимальным решением будет продление срока службы до очередного восстановительного ремонта.

Рассмотрим применение рассмотренной выше модели для критериев управления технической готовностью некоторого парка ВВСТ. В теории и практике эксплуатации ВВСТ известны стратегии управления техническим состоянием парка ВВСТ по ресурсу и по фактическому состоянию [8].

Стратегия *управление по ресурсу* предполагает в пределах календарного срока службы $t_{\text{СС}}$ установление межремонтного ресурса $\tau_{\text{МР}}$ для изделий исходя из обеспечения заданного уровня их технической готовности $K_{\text{ТГ}}$. При равномерной выработке ресурса величина межремонтного ресурса однозначно определяет сроки t_{MP} проведения восстановительного ремонта. В процессе эксплуатации в случае отказа изделия производится его текущий ремонт с полным восстановлением безотказности.

Для определенности зададимся следующими характеристиками безотказности, сохраняемости и долговечности некоторого изделия ВВСТ в типовых условиях его эксплуатации:

- интенсивность внезапных отказов $\lambda_0 = 0{,}025$ 1/год;
- скорость нарастания постепенных отказов $\alpha = 0{,}01$ 1/год^2;
- календарный срок службы $t_{CC} = 20$ лет;
- требуемый уровень исправности изделий в парке $P_1 \geq 0{,}9$.

По этим данным в соответствии с формулой

$$P_1(t_{CP}) = exp\left(-\frac{\alpha t^2}{2}\right) \geq 0{,}9$$

рассчитываем срок проведения первого среднего ремонта, который составляет $t_{CP} \approx 5$ лет.

В ходе восстановительного ремонта устраняются практически все износовые явления, состояние изделия «обновляется», но сохраняются все заложенные в нем параметры безотказности и сохраняемости. Поэтому через пять лет эксплуатации необходимо выполнить очередной восстановительный ремонт. Таким образом, в течение срока службы изделия необходимо выполнить как минимум три восстановительных ремонта.

Оценим затраты, связанные проведением ремонтов изделий ВВСТ.

Примем, что коэффициент затрат на текущий ремонт составляет $k_{\text{ТР}} = \frac{\text{С}_{\text{ТР}}}{\text{С}_{\text{З}}} = 0{,}05$, на средний ремонт – $k_{\text{СР}} = \frac{\text{С}_{\text{СР}}}{\text{С}_{\text{З}}} = 0{,}25$; на капитальный ремонт – $k_{KP} = \frac{C_{KP}}{C_З} = 0{,}5$.

Капитальный ремонт в отличие от среднего предполагает более глубокую диагностику изделия, замену элементов выработавших ресурс, приведение изделия полностью в исправное состояние. Поэтому стоимость капитального ремонта всегда выше, чем среднего ремонта. Практика эксплуатации ВВСТ свидетельствует о том, что вначале проводится средний ремонт, а затем уже капитальный ремонт.

В результате расчета по приведенным исходным данным получаем стратегию эксплуатации изделия ВВСТ, динамика коэффициента готовности и потребных затрат на его эксплуатацию приведены на рисунках 6, 7.

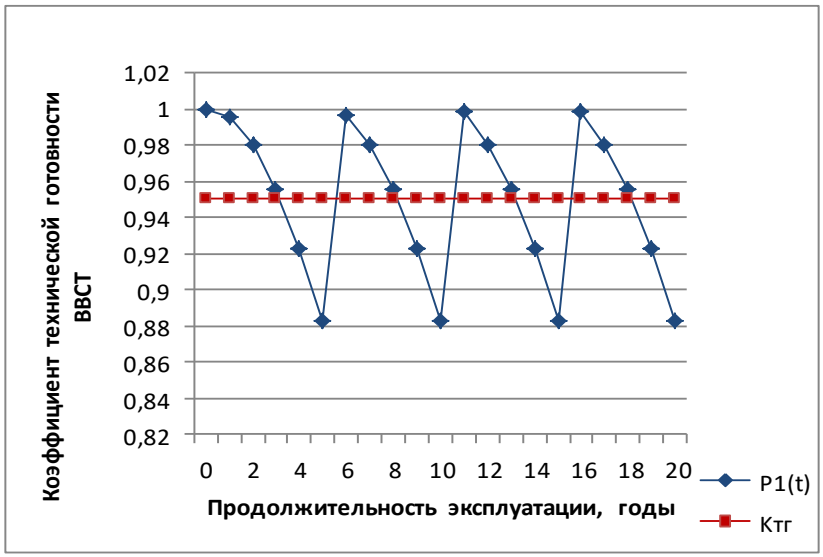


Рисунок 7 – Динамика технической готовности парка ВВСТ в процессе эксплуатации (вариант 1)

Коэффициент технической готовности однородного парка таких изделий составляет в течение срока службы $K_{TГ}(t_{CC}) = 0{,}95$.

К концу срока службы $t_{CC} = 20$ лет суммарные затраты на эксплуатацию одного изделия уже превышают стоимость его закупки $\frac{C_Э(t_{CC})}{C_З} \approx 1{,}08$. При этом в расчетах не учитывался коэффициент инфляции, увеличивающий стоимость эксплуатационных затрат. И в этом

случае возникает вопрос о целесообразности продления срока службы или завершения эксплуатации данного типа ВВСТ и заменой его новым, более совершенным типом ВВСТ.

Здесь также возникает вопрос, можно ли снизить эксплуатационные затраты в рамках стратегии управления по ресурсу за счет исключения средних ремонтов, оставив только один капитальный ремонт со сроком проведения $t_{KP} = 10$ лет? Для ответа на этот вопрос проведем соответствующие расчеты и представим полученные результаты на рисунках 8, 9.

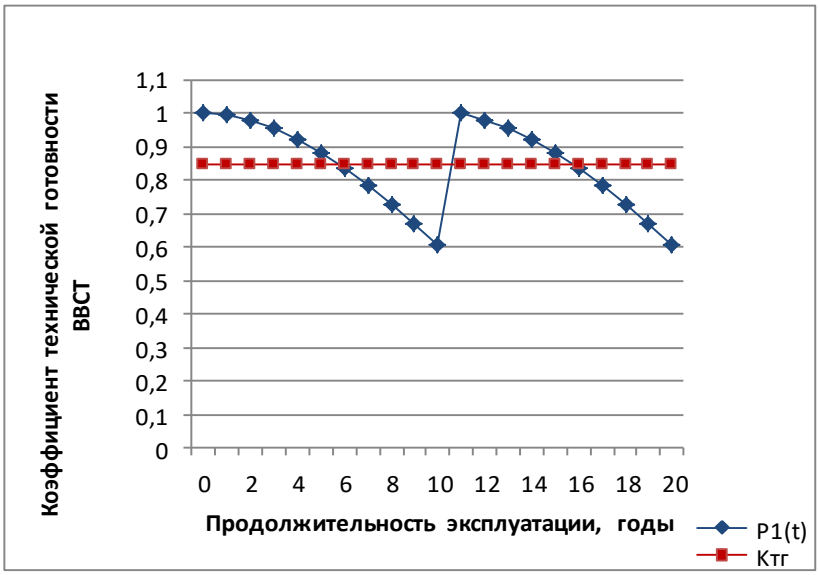


Рисунок 8 – Динамика технической готовности парка ВВСТ в процессе эксплуатации (вариант 2)

Рисунок 9 – Динамика затрат на обеспечение технической готовности парка ВВСТ (вариант 2)

Расчеты показали, что при данной стратегии коэффициент технической готовности составляет $K_{\text{ТГ}}(t_{CC}) = 0{,}84$, безотказность изделий в парке на межремонтном интервале оказывается существенно ниже требуемого уровня $(\mathrm{P}_1(t) \leq 0{,}9)$, хотя суммарные эксплуатационные затраты составляют меньшую величину $\left(\frac{C_{Э}(t_{CC})}{C_З} \approx 0{,}7\right)$.

Очевидно, что этот вариант не подходит для реализации, поскольку не удовлетворяет целевым требованиям по безотказности и технической готовности ВВСТ, несмотря на меньшую стоимость его реализации.

Рассмотрим другую стратегию – *управление по техническому состоянию* парка ВВСТ. В этой стратегии периодичность ремонта изделий заранее не устанавливается. Ведется непрерывный мониторинг состояния парка ВВСТ, оценивается уровень безотказности изделий и рассчитывается средний коэффициент готовности парка ВВСТ. При достижении предельного допустимого уровня показателей безотказности или технической готовности выполняется средний ремонт изделий. Проведенные на модели расчеты показали, что для достижения уровня технической готовности парка ВВСТ $K_{\text{ТГ}}(t_{CC}) \geq 0{,}9$ межремонтный срок среднего ремонта должен составлять $t_{\text{СР}} \approx 7$ лет. При этом средние затраты на эксплуатацию единичного изделия ВВСТ составят $\left(\frac{C_{Э}(t_{CC})}{C_З} \approx 0{,}61\right)$. Именно поэтому стратегия управления по ресурсу нашла широкое применение в системах эксплуатации как зарубежных, так и отечественных ВВСТ.

Однако стратегия эксплуатации по состоянию ВВСТ обладает одним, но существенным недостатком. Она требует непрерывного наблюдения за состоянием изделий и оценку показателей их безотказности. А это предполагает создание автоматизированной информационно-управляющей системы, охватывающей всю систему военной логистики, включающей в себя как производителей, так и эксплуатантов ВВСТ [10; 11].

Таким образом, с точки зрения критерия оптимальности (16) формирование оптимального парка может быть осуществлено на основе стратегии управления по техническому состоянию при наличии соответствующей информационно-управляющей системы.

В практике эксплуатации ВВСТ однородных парков ВВСТ, как отмечалось выше, не существует. Любой парк ВВСТ содержит группы изделий, имеющих разный возраст.

Возникает вопрос, как влияет «возрастная» структура парка ВВСТ на показатели его технической готовности и эксплуатационные затраты.

Введем распределение изделий ВВСТ по «возрасту» с пятилетним периодом в долях $\delta_{t_i,t_{i+1}}$ от общей численности парка. Вариант распределения будем задавать кортежем $\delta^{(i)}(t_{cc}) = \left(\delta^{(i)}_{0,5}, \delta^{(i)}_{5,10}, \ldots, \delta^{(i)}_{t_{cc}-5,t_{cc}}\right)$. Каждая группа изделий с возрастом (t_i, t_{i+1}) в начальный момент времени $t = 0$ проходит полный цикл эксплуатации в течение срока службы t_{CC} по установленной программе ТО и Р. Для примера будем рассматривать программу ТОиР, реализующую стратегию эксплуатации по ресурсу, рассмотренную выше.

В таблице 1 приведены в качестве примера пять различных типов распределения ВВСТ.

Таблица 1 – Распределения ВВСТ в парке по «возрасту»

Вариант распределения	0-5	5-10	10-15	15-20	Удельные эксплуатационные затраты $\frac{C_Э(t_{CC})}{t_{CC}C_З}$
$\delta^{(1)}$	0,25	0,25	0,25	0,25	0,054
$\delta^{(2)}$	0,5	0,25	0,15	0,1	0,060
$\delta^{(3)}$	0,1	0,15	0,25	0,5	0,060
$\delta^{(4)}$	0,1	0,4	0,4	0,1	0,054
$\delta^{(5)}$	0,1	0,25	0,45	0,2	0,071

Первый тип распределения ВВСТ по «возрасту» – равномерный по объему, второй – уменьшающийся по объему, третий – возрастающий по объему, четвертый – симметричный по объему относительно середины срока службы, пятый – произвольный.

Для каждого распределения ВВСТ проведены расчеты показателей технической готовности и удельных эксплуатационных затрат по формулам (13)…(16). Поскольку для каждого варианта распределения ВВСТ использовалась единая программа ТОиР, включающая в себя текущий ремонт, два средних и один капитальный ремонт, то коэффициент технической готовности парка ВВСТ для всех вариантов оказался

неизменным и составил $K_{\text{ТГ}} = 0{,}95$. Зависимость относительных годовых эксплуатационных затрат $\frac{C_{Э}(t_{CC})}{t_{CC}C_{З}}$ от вариантов распределения объемов ВВСТ по «возрасту» приведена в таблице 1 и на рисунке 10.

Как следует из расчетов, влияние возрастной структуры парка ВВСТ на удельные эксплуатационные затраты незначительны. Их отклонения от равномерного распределения не превосходят 7%. Равномерное распределение объема ВВСТ с разным «возрастом» (вариант 1) с практической точки зрения является более предпочтительным, так как упрощает планирование закупок ВВСТ при формировании парка, а также планирование восстановительного ремонта в сервисных центрах и на предприятиях промышленности. Вариант 4 с симметричным по «возрасту» объемом ВВСТ относительно среднего срока службы также обеспечивает в рамках рассмотренного примера наименьший уровень эксплуатационных затрат (таблица 1). Пятый вариант распределения, выбранный случайным образом, является более затратным с экономической точки зрения.

Разработанная модель управления технической готовностью ВВСТ с оценкой уровня эксплуатационных затрат позволяет на этапе планирования и в ходе реализации ГПВ и ГОЗ определять рациональные объемы закупок ВВСТ для оснащения войск с учетом располагаемых производственных возможностей предприятий ОПК, материальных и финансовых ресурсов.

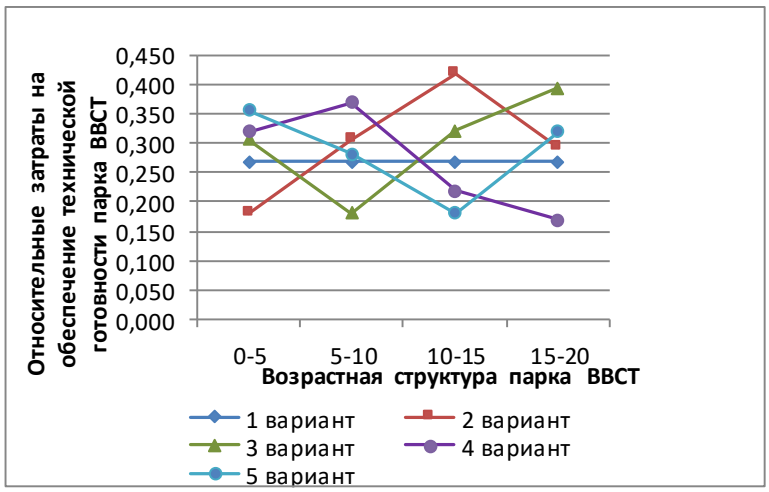


Рисунок 10 – Динамика стоимости затрат на обеспечение технической готовности парка в зависимости от возрастной структуры парка ВВСТ

Список использованных источников

1. Методология программно-целевого планирования развития системы вооружения на современном этапе. Ч.1,2 / Под ред. В.М. Буренка. М.: Издательская группа «Граница», 2013. – 520 с.

2. Буравлев А.И. Методика оценки военно-технического уровня парка ВВТ в ходе реализации программных мероприятий по их закупке и ремонту // Вооружение и экономика. 2016. №4(37).

3. Буравлев А.И. Военно-экономические и военно-технические аспекты оценки боевых возможностей группировок войск в задачах программно-целевого планирования // Вооружение и экономика. 2020. №3(53).

4. Дедков В.К., Северцев Н.А. Основные вопросы эксплуатации сложных систем. М.: Высшая школа, 1976. – 405 с.

5. Байхельт Ф., Франкен П. Надежность и техническое обслуживание. Математический подход. М.: Радио и связь, 1988. – 320 с.

6. Волков Л.И. Управление эксплуатацией летательных комплексов. М.: Высшая школа, 1981. – 368 с.

7. Смирнов Н.М., Ицкович А.А. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию. М.: Транспорт, 1987. – 272 с.

8. Буравлев А.И., Пьянков А.А. Управление техническим обеспечением жизненного цикла вооружения и военной техники. М.: Издательство «Граница», 2015. – 304 с.

9. Буренок В.М., Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Оценка стоимостных показателей высокотехнологичной продукции. М.: Издательская группа «Граница», 2012. – 424 с.

10. Военная логистика: история, методология, современное состояние и перспективы развития: коллективная монография / Под ред. А.Х. Курбанова. СПб.: ООО «Копи-Р Групп», 2014. – 284 с.

11. Дубовский В.А., Курбанов А.Х., Плотников В.А. Сетевая модель планирования и управления процессами жизненного цикла вооружения и военной техники: процедура построения и реализации // Известия РАРАН. 2020. №3(113). – С. 39-45.

УДК 355/359

А.В. ЛЕОНОВ, доктор экономических наук, профессор
А.Ю. ПРОНИН, кандидат технических наук, доцент

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ НА СЛУЖБЕ У … ИНТЕЛЛЕКТА

На основе критического анализа современных представлений об искусственном интеллекте выявлены две взаимосвязанные проблемы: отсутствие четкой и понятной терминологии; недостаточная разработанность научных основ. Сформулированы определения понятий «интеллект», «искусственный интеллект», «гибридный интеллект» и предложения по созданию научных основ искусственного интеллекта. Рассмотрены проблемы и задачи искусственного интеллекта в обосновании создания и развития перспективного вооружения и пути их решения.

***Ключевые слова**: интеллект; искусственный интеллект; естественный интеллект; гибридный интеллект; перспективное вооружение.*

Критический анализ современных представлений об искусственном интеллекте

Несмотря на то, что искусственный интеллект (ИИ) в той или иной форме начал исследоваться с 1950-х годов он по-прежнему находится на этапе становления, что обусловлено, в частности, отсутствием до последнего времени достаточных вычислительных мощностей. В начале 1990-х годов такие крупные изготовители средств вычислительной техники, как IBM и DigitalEquipment даже рассматривали вопрос о прекращении финансирования работ по искусственному интеллекту.

Об искусственном интеллекте, системах искусственного интеллекта, интеллектуальных системах пишут и говорят часто. Многое из того, что вчера называли общими и специальными терминами, сегодня называют интеллектуальным. Практически любой созданный и выпущенный на рынок информационный или технический продукт объявляется интеллектуальной системой. В действительности это отчасти мода, а отчасти широкое научное и практическое признание интеллектуальности как одной из важнейших характеристик окружающего нас мира, что отмечал еще в начале XX века академик В.И. Вернадский в концепции ноосферы

[1; 2]. В соответствии с этой концепцией разум (интеллект) становится главной движущей силой, целью и вектором развития всего человечества. Вернадский рассматривал ноосферу как самодвижующуюся субстанцию, способную к самоорганизации.

Примерно в 1970-е годы – начале фазы компьютерной революции – был совершен концептуальный прорыв в новой области информатики и вычислительной техники, названной искусственным интеллектом. В те годы бытовало утверждение, что эффективность программы при решении какой-либо научной задачи зависит от знаний, которыми она обладает, а не только от методов, которые она использует. Наиболее значительными работами в области ИИ являются разработки мощных компьютерных систем или экспертных систем, то есть систем, основанных на знаниях. Такие программы решения задач с представлением и применением фактических и эвристических знаний, совместной работой экспертов и инженеров по знаниям, разработчиков систем позволяют переходить к новым информационным технологиям и технологиям программирования.

К настоящему времени появились мощные центры обработки и хранения данных, облачные технологии и технологии краевых вычислений, возможность автоматизированной генерации необходимых алгоритмов. Благодаря этим достижениям заинтересованные фирмы и государства стали вкладывать значительные средства в разработку улучшенных алгоритмов и более эффективных аппаратных архитектур. Перспективными направлениями стали не только активизация разработчиков технологий ИИ, но и расширение применений данных технологий в самых разных областях, а также возникновение новых, ранее не существовавших отраслей. По оценкам корпорации Pricewater-house Coopers потенциальный вклад технологий ИИ в мировую экономику в 2030 г. достигнет 15,7 трлн. долл. В частности, в ВВП США он составит около 14,5% (3,7 трлн. долл.), а в ВВП КНР – 26,1% (7,0 трлн. долл.)[1].

Одной из популярных идей и перспективным направлением при создании технологий ИИ было и остается использование возможностей человеческого мозга как альтернативы современным вычислительным технологиям. Однако эта идея не нова и возникла уже с момента зарождения искусственного интеллекта в середине 1950-х гг. С тех пор исследования в

[1] Экспресс-информация по зарубежной электронной технике // АО ЦНИИ «Электроника». Вып. №16(6665). 16 августа 2018 г.

области ИИ пережили множество взлетов и падений, но к настоящему времени пришло понимание о необходимости разработки технологий, в основе которых лежат принципы построения и функционирования человеческого мозга. Как известно, вес человеческого мозга составляет около 2% веса тела, но при этом он использует 20% метаболизма организма. Быстродействие мозга составляет 1011 ГОПС[2], а энергопотребление около 20 Вт. На сегодняшний день в мире не существует процессоров, производительность и потребляемая мощность которых могут соответствовать этим показателям. Правда, подобный уровень эффективности развивался у человека на протяжении длительной эволюции. При этом критериями эволюционного отбора естественным образом стала максимизация функциональности мозга, с одной стороны, и минимизация потребляемой энергии – с другой. Биологический принцип отбора может быть успешно использован при создании новых технологий, например, в полупроводниковой промышленности. Известно, что создатели вычислительных архитектур активно борются за то, чтобы они соответствовали требованиям к потребляемой мощности, главным образом потому, что им необходимо потреблять энергию каждый раз, когда осуществляется связь памяти и процессора. Человеческий мозг оказался значительно экономнее: каждый его синапс является и памятью, и вычислительным средством, объединенным в единой архитектуре[3].

Другое перспективное направление и популярная идея для создания технологий ИИ связана с возможностью использовать мозг пчел из-за их интеллекта. Если мозг человека содержит 100 млрд. нейронов, то интеллект медоносной пчелы обеспечивается 950 тыс. нейронов, размещенных в мозге размером в 1 мм^3. Мозг пчелы самый большой среди насекомых, и расположение в нем нейронов уже точно известно, в то время как информации о нейронах человеческого мозга пока недостаточно. Пчелы обладают сенсорными системами с большим числом датчиков, позволяющим им ориентироваться при прокладке маршрутов в поисках пищи. Кроме того, пчелы обладают возможностью общаться, узнавать функции друг друга, обучаться и запоминать. Они также способны интегрировать сенсорные данные по типу сочетания различных датчиков, что обеспечивает принятие сложных решений. Конечно, мозг

[2] ГОПС (Gigo Operations Per Second) – число миллиардов операций в секунду.

[3] Экспресс-информация по зарубежной электронной технике // АО ЦНИИ «Электроника». Вып. №5(6654). 15 марта 2020 г.

пчел мал, но его упрощенная форма дает исследователям хорошие шаблоны для создания систем искусственного интеллекта[4].

Таким образом, употребление термина «искусственный интеллект» (AI – *artificial intelligence*) в последнее время стало модным и уже совершенно привычным, чему яркое свидетельство – шквал научных публикаций на эту тему [3-14]. Эйфория достигла таких масштабов, что данный термин стал использоваться в отношении практически любой прикладной задачи (например: разработка компьютерных алгоритмов и программ, способных решать некоторые задачи человека и обладающих свойствами интеллекта, обработка информации, принятие решений и др.). В содержание ИИ стали включать функции, которые зачастую не имеют вообще никакого к нему отношения или хотя бы косвенно могут быть к нему отнесены.

Практически во всех публикациях по ИИ редко или почти вовсе не упоминается не только, что же тот или иной автор понимает под «искусственным интеллектом», но что такое, вообще, «интеллект», какова связь и отношения между этими близкими понятиями. Даже в основополагающих государственных документах, определяющих национальную стратегию развития искусственного интеллекта[5] и регулирующих отношения в сфере технологий искусственного интеллекта[6], не определено понятие «интеллект». А между тем оно является базовым (коренным, ключевым) в понятии «искусственный интеллект». И от того насколько правильно мы определим содержание интеллекта, настолько правильно мы будем понимать что же такое искусственный интеллект.

Таким образом, искусственный интеллект – это одна из наиболее обсуждаемых в настоящее время тем. При этом до настоящего времени не сложилось четких и однозначных определений интеллекта, искусственного интеллекта и их взаимосвязи, скорее есть набор понятий, нередко противоречащих друг другу. Например, на первых позициях интернет-поисковиков можно найти следующие варианты описаний ИИ:

- это технология, позволяющая системе мыслить также как человек (в этом случае предполагается наделить ИИ свойствами естественного интеллекта) или имитировать операции человеческого интеллекта;

---

[4] Экспресс-информация по зарубежной электронной технике // АО ЦНИИ «Электроника». Вып. №5(6654). 15 марта 2020 г.

[5] Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года. Утверждена Указом Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490.

[6] Концепция развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники до 2024 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 19 августа 2020 г. №2129-р.

- свойство систем выполнять те функции, которые традиционно считаются прерогативой человека (естественного интеллекта). В этом смысле искусственный интеллект – как интеллектуальная система функционирует согласно принципу аутсорсинга, когда человеком делегирована часть своих функций искусственному интеллекту, а это позволяет сделать современное развитие IT-технологий;
- область информатики, которая занимается разработкой интеллектуальных компьютерных систем, то есть систем, обладающих возможностями, которые мы традиционно связываем с человеческим разумом;
- область науки и инжиниринга, занимающаяся созданием машин и компьютерных программ, обладающих интеллектом.

Сам термин «искусственный интеллект» охватывает множество аспектов. В последнее время, говоря об ИИ, часто подразумевают следующие типы объектов (технологий):

- микросхемы, которые могут обучаться с минимальным вводом данных (в данном случае ИИ – это просто технология, которая может использоваться в различных интегральных схемах);
- программы, позволяющие анализировать огромные объемы данных в реальном масштабе времени;
- объекты искусственного интеллекта, способные взаимодействовать с человеком так, как будто он сам является человеком.

И подобным «определениям» нет числа.

Между тем исследования в области ИИ динамично развиваются, охватывая все новые области (например, установление связи ИИ и технологии 5G). При этом имеющиеся неопределенности в понимании сущности ИИ и отсутствие его научных основ пока не мешают разработчикам современных систем управления с элементами «разумного поведения» широко декларировать интеллектуальность своей продукции [15].

Искусственный интеллект получил широкое распространение в различных видах современной высокотехнологичной продукции (в том числе: автомобили; системы навигации; транспортные средства; робототехника; компактные гаджеты; бытовая техника; комплексы вооружения). При этом технологии, на которых основаны объекты ИИ, могут быть далеко не новыми, тем более прорывными. В этом контексте интересным оказался опыт компании (фирмы) Convercica (г. Фостер-Сити, штат Калифорния, США)[7],

[7] Экспресс-информация по зарубежной электронной технике // АО ЦНИИ «Электроника». Вып. №10(6684). 23 мая 2019 г.

которая является лидером в области разговорного искусственного интеллекта и единственным поставщиком программного обеспечения на основе ИИ, предназначенного для предварительных переговоров, предоставления клиенту необходимой информации и определения его (клиента) перспективности, стимулирования продаж и проведения маркетинговых исследований. Однако, эта компания использует в своих разработках в области ИИ отнюдь не новые технологии и она, являясь открытой системой, в свою очередь, стремится к интеграции с различными технологическими платформами и системами автоматизации маркетинга. За последние 3-4 года было разработано пять различных ИИ – помощников, которые обучены для различных применений и владеют почти десятками языков. Идея искусственного интеллекта в данном случае состоит в том, чтобы за 3-5 контактов определить перспективность потенциального клиента. Механизм принятия решения представляет собой отдельный оперативный элемент, что позволяет устанавливать каждому клиенту собственную версию ИИ – помощника. Все это направлено на повышение качества работы с клиентами. Таким образом, уже сейчас начинают просматриваться проблемы человеко-машинного взаимодействия, которые на более перспективных технологических уровнях могут, с одной стороны, обостриться и перейти в правовую и этическую области использования ИИ, а с другой – привести к возникновению и использованию гибридного интеллекта, рационально сочетающего возможности искусственного и естественного интеллекта.

В современном представлении искусственный интеллект – это и научная область, и технологии, позволяющие существенно оптимизировать многие технологические, экономические и др. процессы.

Таким образом, к настоящему времени в области искусственного интеллекта сформировались две основные и тесно взаимосвязанные между собой проблемы:

- отсутствие четкой и понятной терминологии в сфере ИИ, определяющей его сущность, роль, функции, задачи и отношения с естественным интеллектом;
- недостаточная разработанность научных основ, учитывающих совместное функционирование и развитие естественного и искусственного интеллекта при лидирующей роли естественного интеллекта.

Первая проблема (отсутствие четкой и понятной терминологии) связана с недостаточным пониманием научным сообществом, что же все-таки считать искусственным интеллектом; как он связан с содержанием

базового понятия «интеллект»; в каких отношениях находятся искусственный и естественный интеллект? Следует заметить, что интеллект, в привычном понимании данного слова, означает способность к мыслительной деятельности. Однако содержание этого понятия в последние десятилетия претерпело необычайную трансформацию и не учитывать этот феномен недопустимо при определении искусственного интеллекта.

Вторая проблема (неразработанность научных основ) связана с тем, что несмотря на достаточно высокий уровень развития инструментальных средств искусственного интеллекта, начиная от технологий машинного обучения, интеллектуального анализа больших данных, извлечения знаний, прогнозирования и поддержки принятия решений до когнитивных технологий, технологий гибридных интеллектуальных систем и человеко-машинного интеллекта (в состав таких технологий входят: нечеткая нейронная сеть; нечеткая экспертная система; интерфейсные модули, соединяющие нейронную сеть и экспертную систему и позволяющие взаимно преобразовывать данные сетей и систем и т.д.) единых научных основ ИИ, учитывающих совместное функционирование и развитие искусственного и естественного интеллекта, до сих пор нет.

В результате, мы наблюдаем следующую картину.

Содержание понятия «искусственный интеллект», как его представляют в современных многочисленных публикациях, оказался оторванным от базового понятия «интеллект». Содержание этих понятий развивается практически независимо друг от друга. Возможно, одной из причин сложившегося положения является отсутствие общей теоретической базы, определяющей функционирование естественного и искусственного интеллекта как единого целого. Развитие научных основ ИИ значительно отстает от темпов развития инструментальных средств искусственного интеллекта. Данный разрыв образовался не только от того, что научные основы ИИ несовершенны, но и потому, что отечественные и зарубежные ученые дали убедительные математические модели применения ИИ в интересах решения различных практических задач, в том числе в бизнесе [7-9], военном деле [3-6; 10; 11; 24], в гуманитарной сфере [12] и др. В результате возникло расширительное и неоднозначное толкование искусственного интеллекта.

Чем грозит сложившееся положение в области развития искусственного интеллекта? Приведем некоторые возможные последствия:

- утрата связи ИИ с базовым понятием «интеллект». Именно при этом начинаются разговоры о доминировании ИИ и скором подавлении и подчинении ему человеческого интеллекта. Поэтому крайне важной является задача выявления общего в процессах (теоретических моделях) совместного функционирования и развития естественного и искусственного интеллекта, обеспечивающего устойчивое понимание этих процессов;

- нежелательные тенденции в развитии искусственного интеллекта. При постоянно возрастающем вкладе гуманитариев (пишущих о философских, правовых, этических и других нормах искусственного интеллекта, что является вполне ожидаемым и закономерным фактором), возможны нежелательные тенденции в развитии ИИ, приводящие либо к утрате предмета этой науки, либо к утрате научного статуса данной области. В конечном итоге искусственный интеллект может постепенно превратиться в некоторое качественное и эмоциональное видение отдельных элементов и эффектов в развитии ИИ, в отдельную область культуры, философии и др.

Отмеченные выше особенности развития ИИ не являются новыми в науке. Например, подобная ситуация наблюдается в дискуссии о развитии науки о самоорганизации и ее взаимосвязи с синергетикой, в частности, неправильное использование термина «самоорганизация» в связи с непониманием сути самоорганизации как антиэнтропийного процесса, приводящее к нежелательным тенденциям в развитии современной синергетики, отмеченные в работе А.П. Руденко[8].

В этой связи авторы в данной статье попытались на основе анализа этапов эволюции представлений о содержании интеллекта:

- сформулировать базовые определения понятий «интеллект», «искусственный интеллект» и «гибридный интеллект»;

- предложить единую теоретико-методологическую базу естественного и искусственного интеллекта, базирующуюся на теории самоорганизации и современной методологии программно-целевого планирования;

- связать понятия «интеллект» и «искусственный интеллект» в единую конструкцию «гибридный интеллект», который на интегративно-синергетической основе объединяет в себе их потенциальные возможности;

- сформулировать проблемы и задачи ИИ в обосновании создания и развития перспективного вооружения и пути их решения.

[8] Руденко А.П. Самоорганизация и синергетика – http://spkurdyumov.narod.ru/rudenko1.htm

Этапы эволюции представлений о содержании понятия «интеллект»

Некоторые понятия в науке привлекают более пристальное внимание и вызывают много споров. К таковым и относится понятие «интеллект». Противоречивость имеющихся знаний об интеллекте не позволяет сформулировать конструктивное единое определение этого понятия, пригодное для адаптированного определения искусственного интеллекта. В этой связи авторы предприняли попытку обобщить и проанализировать представления о содержании понятия «интеллект».

Результаты этого анализа в обобщенном виде представлены в табл.1.

Дискуссии относительно понятия «интеллект» и его содержания ведутся с давних времен. Само понятие ввел Цицерон[9]. Известны высказывания древнегреческого философа Аристотеля относительно интеллекта как способности человека: он противопоставил наблюдаемую деятельность или поведение человека гипотетической скрытой способности, от которой зависит эта деятельность. Термин «интеллект» (*от лат. intellectus* – понимание, познание) означает многое: ум, рассудок, разум, мыслительные способности человека. Однако десятки лет фундаментального изучения интеллекта, в том числе на основе исследования функционирования мозга, показывают, что интеллект – это сложнейший результат физиологического, психологического, общественного развития человека в окружающем его мире, расширяющемся по мере его познания. Достижения современной науки (например, созданные в середине XX века методы интеллектуальной обработки информации и управления) не приблизили нас к целостному представлению об этом сложном понятии [15].

Содержание понятия «интеллект» различают в зависимости от конкретного контекста и дисциплины: одно дело философский аспект, а другое дело – контекст информатики или какой-либо другой науки. Например, в философском словаре И.Т. Фролова[10] интеллект определяется как «общий умственный потенциал человека». Он выражает все умственные функции человека, всю совокупность его познавательных умений: ощущения, восприятия, память, представление, мышление, воображение». В словаре С.И. Ожегова под интеллектом понимается мыслительная способность, умственное начало человека, способность к познанию, логическому мышлению. В настоящее время наиболее распространенным является толкование интеллекта как синонима процесса мышления и его качества.

---

[9] Цицерон (106-43 гг. до н.э.) – древнеримский политический деятель, оратор, философ.
[10] Философский словарь / Под ред. И.Т. Фролова. 4-е изд. М.: Политиздат, 1981. – 419 с.

Таблица 1 – Эволюция представлений о содержании понятия «интеллект»

Аспекты интеллекта	Содержание
Традиционные определения	
Интеллект – результат обучения и воспитания	Всевозможные виды обучения и воспитания, в том числе: способность к обучению; умение запоминать и воспринимать информацию и т.д.
Интеллект – способность к познанию	Общие способности к познанию, пониманию и разрешению проблем. Понятие интеллект объединяет все познавательные способности индивида: ощущение, восприятие, память, представление, мышление, воображение
Интеллект – способность к мыслительной деятельности, мышлению	Мыслительные способности, в том числе: умение представить решение и развитие ситуации; мыслительные способности отдельно взятого человека (способность абстрактно мыслить, обучаться и учиться на основании опыта, формулировать заключения). Качество процесса мышления
Интеллект – умственная способность	Умственное начало у человека, определяющее его деятельность. Совокупность врождённых или приобретённых умственных способностей, от которых зависит успешность освоения различных видов деятельности. Общий умственный потенциал человека
Интеллект – способность рационально действовать	Способность понять суть проблемы и принять рациональное решение и рационально действовать
Базовые определения	
Интеллект – способность к планированию своих действий	«Способность к целеполаганию, планированию ресурсов и построению стратегии достижения цели» (академик Н.Н. Моисеев). Способность к программно-целевому планированию
Интеллект – способность к самоорганизации	Способность адаптироваться к окружающей среде (новым условиям), планировать, корректировать и контролировать свою деятельность по достижению цели и прогнозировать результат
Искусственный интеллект	Интеллектуальная[1] высокоорганизованная (самоорганизующаяся) технологическая система[2], предназначенная для выполнения функций[3] и прикладных задач[4] человека (естественного интеллекта)
Гибридный интеллект	Совместное использование возможностей (потенциала) естественного и искусственного интеллекта в технологиях решения прикладных задач[5].

Примечания:

1. В данном случае принято следующее разграничение понятий: «интеллектуальная система» способна самостоятельно принимать решения без участия лица, принимающего решения (ЛПР); в «интеллектуализированной системе» – при решении задач предполагается участие оператора, т.е. ЛПР.
2. Под технологической системой понимается совокупность технологических решений (программно-технологический комплекс), включающая программно-алгоритмическое и методическое обеспечение решения прикладных задач на основе современной методологии программно-целевого планирования и теории самоорганизации.
3. В том числе когнитивных, креативных и др. функций.
4. На основе использовании принципа аутсорсинга.
5. Степень интеграции (гибридизации) естественного и искусственного интеллекта определяется перечнем и объемами прикладных задач, которые ставит естественный интеллект перед искусственным интеллектом.

Все традиционные определения интеллекта, представленные в таблице 1, в принципе, верны. В то же время некоторые определения, например, «интеллект – это мыслительная способность, умственное начало у человека, определяющее его деятельность» являются составляющими более ёмкого понятия «умственное развитие», которое представляет собой количественные и качественные изменения, происходящие со временем в когнитивных характеристиках индивида. Умственное развитие находится в теснейшей взаимосвязи с овладением знаниями, поскольку умственная деятельность, ее творческий характер обусловлен богатством содержания ума. Попытки свести интеллект только к мышлению, умственной деятельности и другим подобным определениям оказались не вполне приемлемыми, поскольку не в полной мере отражают современную суть интеллекта, связанную с умением (способностью) планировать свои действия и принимать рациональные решения, особенно в условиях неопределенности внешних факторов. Поэтому многие известные определения интеллекта оказались недостаточны для получения ответов на вопросы, связанные с развитием искусственного интеллекта. Кроме того, приведенные выше определения относятся, в первую очередь, к интеллекту человека, а это значительно ограничивает использование традиционных определений данного понятия в анализе проблемы искусственного интеллекта. Однако, с другой стороны, эти определения служат основой для развития интеллекта в направлении формирования способностей к целеполаганию, планированию ресурсов и построению стратегии достижения цели в условиях неопределенности внешних воздействующих факторов. Такая трактовка интеллекта, по мнению авторов, в большей степени соответствует тенденциям и перспективам развития искусственного интеллекта, о которых отмечалось выше.

Современное содержание интеллекта как способности к самоорганизации, важнейшим механизмом которой является программно-целевое планирование, представлено в виде схемы, показанной на рисунке 1.

Основными показателями современного интеллекта являются: параметры, качества и виды интеллекта. Например, к параметрам интеллекта относятся: объем памяти; способность анализировать и прогнозировать события; метод деятельности – логика; многоуровневый системный анализ и обобщение информации; умение сосредоточить внимание. К качествам интеллекта можно отнести: подвижность, гибкость и

глубина ума; логическое и критическое мышление; широта мыслительных процессов (умение охватить вопрос целиком, способность увидеть разные варианты для разрешения ситуации). Основные виды интеллекта перечислены на рисунке 1.

Рисунок 1 – Современное содержание интеллекта

В современном интеллекте человека (естественном интеллекте) уже априорно заложены способности к планированию и самоорганизации для поэтапного достижения поставленных целей. Однако, как уже упоминалось выше, основными методами формирования этих способностей являются: обучение, воспитание и, конечно, практическая деятельность. При этом немаловажное значение приобретает проблема овладения естественным интеллектом (человеком) основ современной методологии программно-целевого планирования и теории самоорганизации.

Таким образом, эволюция представлений относительно искусственного интеллекта идет в направлении от «мыслить как человек» к «делать как человек». Следовательно, в содержании искусственного интеллекта должны быть учтены свойства современного интеллекта: способность к планированию своих действий, которая наиболее наглядно показана в определении Н.Н. Моисеева [16], и способность к самоорганизации.

На основании данного утверждения авторы предполагают, что искусственный интеллект есть не что иное как интеллектуальная высокоорганизованная (самоорганизующаяся) технологическая система, предназначенная для выполнения функций и прикладных задач человека (естественного интеллекта) (см. таблицу 1). При этом технологическая система (программно-технологический комплекс) должна обладать способностями: самостоятельно формулировать и ставить цели в зависимости от внешних условий и факторов (т.е. обстановки), формировать и анализировать множество возможных вариантов достижения цели и их хранить в памяти, выбирать рациональный вариант достижения цели и практически осуществлять реализацию этого варианта. Данная способность реализуется на основе имеющегося программно-алгоритмического и интеллектуального обеспечения и/или современных инструментальных средств искусственного интеллекта с самоорганизацией.

На основе сформулированных базовых определений общую модель деятельности интеллекта можно представить в виде, показанном на рисунке 2.

Рисунок 2 – Общая модель деятельности интеллекта

Содержание данной модели в полной мере согласуется с базовыми определениями интеллекта (как естественного, так и искусственного интеллекта), в том числе с определением, данным Н.Н. Моисеевым. Обоснование цели (целеполагание) является наиболее трудоемким и ответственным процессом. Под вариантами достижения цели подразумеваются пути ее достижения (стратегия достижения цели) в условиях ограниченных ресурсов (планирование ресурсов). Выбор рационального варианта представляет собой неформальный процесс. Выбранный вариант подлежит практической реализации (результат). Одновременно осуществляется контроль – оценка соответствия достигнутого результата исходной цели.

Исходя из вышеизложенного, по мнению авторов, имеются весьма веские основания полагать, что в основу искусственного интеллекта, если он, конечно, интеллект (согласно определениям, приведенным в таблице 1), должны быть заложены именно принципы планирования своих действий и самоорганизации. Другое дело, что инструментальные средства искусственного интеллекта, разрабатываемые и выбираемые для практической реализации этих принципов, могут быть весьма разнообразными и использоваться они могут не для всех этапов самоорганизации и программно-целевого планирования. В противном случае (когда в основу искусственного интеллекта могут быть заложены другие принципы), необходимо либо переформулировать содержание самого понятия интеллект, являющегося ключевым в определениях как естественного, так и искусственного интеллекта, либо отказаться от употребления нечеткого термина «искусственный интеллект», либо его уточнить.

Единая теоретико-методологическая база естественного и искусственного интеллекта

В основу единой теоретико-методологической базы, исходя из базовых определений понятий «интеллект» и «искусственный интеллект» (см. таблицу 1) и общей модели деятельности интеллекта (см. рисунок 2), закономерно должны быть положены современная методология программно-целевого планирования и теория самоорганизации.

Современная методология программно-целевого планирования, базирующаяся на системном подходе и его методологических инструментах (в том числе: принцип системности, системный анализ и системный синтез и др.), достаточно широко представлена в научной литературе, например [17].

«Самоорганизация» – сложное понятие. Оно берет свое начало еще со времен Аристотеля (IV век до н.э.): «самоорганизация – это движение от возможности к действительности», в рамках которого «что-то происходит по совпадению с явлениями, возникающими ради чего-нибудь, то есть целевым образом» [18]. Другими словами, самоорганизация – это явление (процесс) «по совпадению» изначальной цели с одной из возможных форм ее реализации. Основные положения теории самоорганизации использованы в ряде работ, например [19]. Энциклопедическое определение[11]

[11] Большой энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1991.

звучит так: «самоорганизация – это целенаправленный процесс, в ходе которого создается, воспроизводится или совершенствуется организация сложной динамической системы». В теории самоорганизации постулированы новые принципы систем, а именно: открытость, неравновесность и нелинейность (общие принципы самоорганизации). Открытость является основным условием неравновесных и нелинейных процессов. При этом основоположники теории самоорганизации[12,13] рассматривали приставку *само* (*self*) в термине «*само*-организация» для обозначения процессов «далеких от состояния равновесия», т.е. неравновесных процессов. И совсем не потому, что они самопроизвольны, но обусловлены внутренними свойствами системы, обеспечивающими ее способность целенаправленно за счет упорядочения своего состава и структуры адаптироваться к изменениям внешних условий. Для обозначения таких «антиэнтропийных» процессов упорядочения, происходящих только в открытых неравновесных системах и имеющих другую природу, чем классический «энтропийный» процесс (для закрытых систем), направленный на бесконечное увеличение функции энтропии, и стал применяться термин «самоорганизация». В теории самоорганизации механизм реализации антиэнтропийных процессов учитывает взаимодействия между элементами системы, которые приводят к возникновению корреляционно-когерентных связей между ними, и, как следствие, резонансов, являющихся основным источником появления синергетических эффектов в масштабе системы. Данный механизм описан в работах [19; 20]. Таким образом, общая модель, представленная на рисунке 2, реализуется с использованием как методологии программно-целевого планирования, так и теории самоорганизации.

Состав единой теоретико-методологической базы естественного и искусственного интеллекта показан на рисунке 3.

На рисунке 3 учтена необходимость разграничения понятий «слабый» и «сильный» искусственный интеллект, отмеченная в научно-технической литературе и официальных нормативно-технических документах в области искусственного интеллекта. Данное разграничение носит

[12] Пригожин Илья Романович (1917-2003 гг.) – бельгийский физико-химик русского происхождения, основоположник современной теории самоорганизации, лауреат Нобелевской премии по химии за работы по динамике необратимых процессов, особенно за теорию диссипативных структур (1977 г.), иностранный член РАН (с 1982 г.).

[13] Хакен Герман – профессор Штутгартского университета и директор Института Теоретической физики и синергетики, специалист в области лазерной физики, основатель синергетики – нового междисциплинарного научного направления.

принципиальный характер. Создание «сильного» искусственного интеллекта, способного взять на себя большинство функций естественного интеллекта (человека), то есть адаптироваться к окружающей среде (новым условиям), планировать, корректировать и контролировать свою деятельность по достижению цели, прогнозировать результат, находится на пересечении различных сфер научного знания, в том числе: естественно-научной, технологической, технической и социально-гуманитарной. Междисциплинарный характер создания «сильного» ИИ обусловливает необходимость использования междисциплинарного синергетического подхода, основным инструментом которого является теория самоорганизации.

Однако, с другой стороны, сформировавшееся к настоящему времени «двойственное» восприятие понятия «искусственный интеллект» тем не менее допускает использование строгого программно-алгоритмического обеспечения в технологиях решения прикладных задач с элементами «сильного» искусственного интеллекта и тем самым может снизить полемический накал вокруг понятия «искусственный интеллект», столь популярного в последние годы, и его взаимосвязи с естественным интеллектом.

Рисунок 3 – Состав единой теоретико-методологической базы естественного и искусственного интеллекта

Наиболее реальным в настоящее время и в обозримом будущем является использование гибридного интеллекта, рационально сочетающего в себе не только возможности «слабого» и «сильного» искусственного интеллекта, но и возможности искусственного и естественного интеллекта.

Гибридный интеллект

В последние годы в современной науке стало использоваться более широкое определение интеллекта – обобщенный или гибридный интеллект. В основу гибридного интеллекта положен принцип совместного использования естественного и искусственного интеллекта.

Составляющие гибридного интеллекта и основная задача его обоснования показаны на рисунке 4.

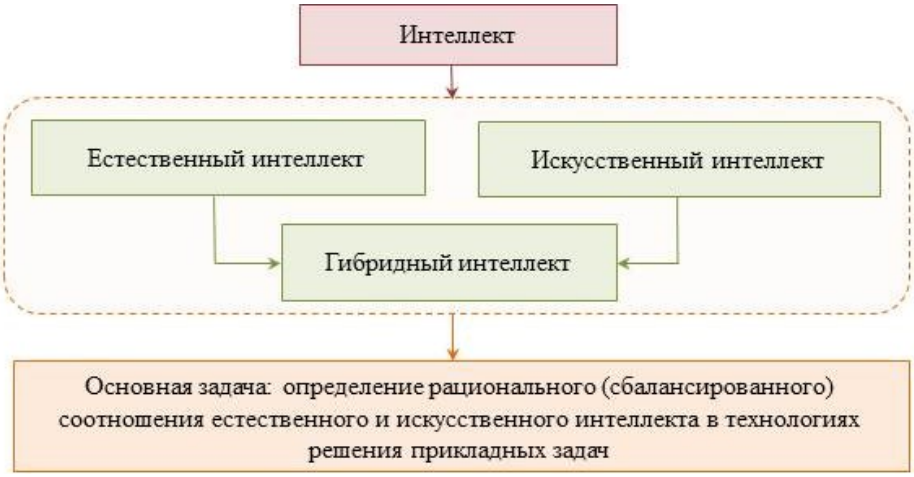


Рисунок 4 – Гибридный интеллект

На современном этапе развития научного знания идет активная интеллектуализация технических систем с использованием новых материалов, технологий, вычислительных программ, которые являются технологической основой создаваемых инструментальных средств, базирующихся на совместном использовании естественного и искусственного интеллекта.

Вполне понятно, что в контексте гибридного интеллекта проблема взаимосвязи естественного и искусственного интеллекта имеет философско-мировоззренческий характер. Многие аспекты этой взаимосвязи активно обсуждаются в современной литературе. Однако, не углубляясь в философско-мировоззренческие аспекты данной проблемы,

отметим, что необходимость использования гибридного интеллекта обусловлена тем, что не вся совокупность прикладных задач на современном этапе развития научного знания может быть алгоритмизирована, и, по-прежнему, остается прерогативой естественного интеллекта. Не все задачи и процессы представляется возможным алгоритмизировать, чтобы потом их автоматизировать с использованием инструментальных средств искусственного интеллекта. В этой связи возникает необходимость использования гибридного интеллекта.

В данном случае важным является то, что интеллектуальные системы на основе совместного использования естественного и искусственного интеллекта с полным правом можно отнести к категории сложных систем и использовать для их исследования общую теорию систем, которая опирается на системный подход и его основополагающий принцип системности, и теорию самоорганизации. Совокупности инструментальных средств искусственного интеллекта с классическими разделами математики (исследование операций, системный анализ, теория принятия решений, кибернетика) сегодня являются базой и элементами алгоритмизации множества автоматических и автоматизированных процессов, выполняемых или создаваемых без участия человека.

С позиций общей теории систем интеллект, в широком смысле этого понятия, можно рассматривать как одну из существенных характеристик интеллектуальной системы, отражающей ее способность к самоорганизации для поддержания устойчивости функционирования в условиях воздействия внешних факторов. Следовательно, гибридный интеллект обладает интегративно-синергетическими свойствами, к исследованию которых можно применить современные методы военно-экономического анализа, например, изложенные в работах [19; 21].

Одной из главных задач обоснования совместного использования естественного и искусственного интеллекта является определение их рационального (сбалансированного) соотношения, то есть степени их интеграции (гибридизации). В этом случае можно сформулировать три постановки решения прикладных задач:

- только на основе естественного интеллекта (собственно как сейчас и осуществляется этот процесс);

- с частичным использованием возможностей искусственного интеллекта (это вполне осуществимо в настоящее время);

- с полным использованием инструментальных возможностей искусственного интеллекта (это может быть осуществлено в будущем).

Военно-экономическая оценка целесообразности и эффективности применения технологий искусственного интеллекта может быть сформулирована в трех вариантах:

1. Минимизация затрат на решение прикладных задач за счет использования технологий ИИ при заданной эффективности и времени решения этих задач.

2. Максимизация эффективности решения прикладных задач за счет использования технологий ИИ при заданных затратах и времени решения этих задач.

3. Минимизация времени решения прикладных задач за счет использования технологий ИИ при заданных затратах и эффективности решения этих задач.

Опираясь на современные методы военно-экономического анализа, общий методический порядок решения задачи оценки целесообразности и эффективности применения технологий искусственного интеллекта можно представить в виде следующей последовательности действий.

1. Оценка стоимости $C_i^{ЕИ}$ и эффективности $W_i^{ЕИ}$ решения i-й прикладной задачи ($\forall i = \overline{1, I}$) с использованием только традиционных технологий, основанных на когнитивных возможностях человека (естественный интеллект).

2. Оценка стоимости $C_i^{ГИ}$ и эффективности $W_i^{ГИ}$ решения i-й прикладной задачи ($\forall i = \overline{1, I}$) совместно естественным и искусственным интеллектом (то есть гибридным интеллектом).

3. Сравнительная оценка полученных результатов: а) $W_i^{\text{ЕИ}}$ и $W_i^{\text{ГИ}}$ при фиксированной стоимости C_iрешения i-й прикладной задачи; б) $\text{C}_i^{\text{ЕИ}}$и $\text{C}_i^{\text{ГИ}}$ при фиксированной эффективности W_iрешения i-й прикладной задачи.

Естественно, что объем прикладных задач, возлагаемых на искусственный интеллект, будет определяться тем перечнем и объемом задач, которые делегирует ему естественный интеллект на основе аутсорсинга.

Возможно, использование общей теории систем для исследования гибридного интеллекта скоро окажется недостаточным. В этом случае потребуется новая парадигма искусственного интеллекта, опирающаяся на новые научные основы, в которых методология программно-целевого планирования и теория самоорганизации могут оказаться

лишь некоторой составной частью. Линейная и нелинейная модели становления новой парадигмы рассмотрены в работе [20].

Сформированные представления о гибридном интеллекте могут быть положены в основу военно-экономической оценки технологий искусственного интеллекта, а также теории и методологии гибридного интеллекта.

Проблемы и задачи искусственного интеллекта в обосновании создания перспективного вооружения и пути их решения

Технологии искусственного интеллекта к настоящему времени достигли такого уровня развития, который в совокупности с достижениями в области нанотехнологий, биотехнологий, аддитивных технологий, а также достижений в области теории самоорганизующихся систем, позволяет говорить о начале новой (четвертой) индустриальной революции.

Технологии искусственного интеллекта приобретают статус стратегических технологий, поскольку потенциально способны оказывать влияние на различные сферы деятельности человека, особенно в области обороны страны и безопасности государства. И в последующем это влияние будет только возрастать. При этом следует отметить, что технологии искусственного интеллекта как для гражданской сферы, так и военной сферы применения принципиальных отличий не имеют. Однако главное различие заключается в том, что конечной целью внедрения технологий искусственного интеллекта военного назначения является повышение эффективности создания и применения в составе системы вооружения ВС РФ перспективных образцов вооружения и военной техники.

Общей чертой в развитии искусственного интеллекта в нашей стране, судя по содержанию рассмотренных выше нормативно-технических документов, является их исключительная направленность на гражданскую сферу. Развитию искусственного интеллекта в военной сфере уделяется внимания пока недостаточно.

В настоящее время к основным проблемам развития технологий искусственного интеллекта военного назначения в нашей стране относятся следующие:

- отсутствие взаимоувязанных между собой (то есть системы) нормативно-технических документов по созданию, развитию и стандартизации технологий искусственного интеллекта;

- отсутствие программно-целевого планирования работ, направленных на создание, развитие и внедрение технологий искусственного интеллекта;
- сложность внедрения технологий искусственного интеллекта в процессы создания и применения ВВСТ;
- недостаточное военно-экономическое и технико-экономическое обоснование внедрения технологий искусственного интеллекта;
- недостаточный уровень знаний о технологиях искусственного интеллекта;
- множественность трактовок понятий «искусственный интеллект» и «технология искусственного интеллекта».

В то же время технологии искусственного интеллекта целесообразно применять при решении следующих задач [22]:

- проектирование и прогнозирование перспективного облика системы вооружения, а также перспективного облика конкретных образцов ВВСТ, исходя из возможностей науки и технологий, возможных характеристик элементов системы вооружения, технологических возможностей и промышленных мощностей предприятий ОПК, экономических возможностей государства;
- поддержка принятия решений при управлении войсками на различных их уровнях во всех условиях боевой обстановки;
- управление роботизированными комплексами, комплексами с беспилотными летательными аппаратами;
- ведение сетецентрических войн и т.д.

Внедрение искусственного интеллекта целесообразно предусматривать на всех этапах жизненного цикла перспективного вооружения, в том числе: при предъявлении к нему требований; в процессах системного проектирования; при испытаниях, производстве и принятии на вооружение, эксплуатации и боевом применении.

Например, технологии системного проектирования направлены на создание принципиально нового вооружения с улучшенными боевыми и эксплуатационными возможностями в рамках заданных временных ограничений и затрат на их создание. К основным этапам системного проектирования относятся [23]:

- анализ широкого спектра научных достижений и оценка возможности их использования при создании нового оружия;

- формирование научно-технического задела как инновационной основы создания новых поколений оружия и оценка его готовности для постановки опытно-конструкторских работ;
- обоснование облика и определение тактико-технических требований к образцам;
- определение основных технических и технологических решений образцов нового оружия (этапы технического и технологического проектирования);
- изготовление экспериментального и опытных образцов, проведение их натурных испытаний;
- проработка вопросов боевого применения и интеграции нового оружия в состав системы вооружения.

Реализация этих этапов с использованием технологий ИИ может позволить: осуществлять тактико-техническое и технико-экономическое обоснование возможности и целесообразности создания нового оружия за заданное время и с минимальными возможными затратами; определить роль и место нового оружия в составе системы вооружения; разработать тактико-техническое задание (ТТЗ) на опытно-конструкторскую работу по созданию опытного образца.

Таким образом, важнейшей задачей развития системы вооружения ВС РФ является поэтапная, планомерная и скоординированная работа по внедрению систем и технологий искусственного интеллекта. При этом:
- этапность предполагает последовательное осуществление комплекса мероприятий по этапам жизненного цикла перспективного вооружения;
- планомерность заключается в создании и совершенствовании перспективного вооружения с элементами искусственного интеллекта, согласно концепциям его развития, которые должны реализовываться через государственную программу вооружения, государственный оборонный заказ, государственные, федеральные и ведомственные программы;
- координация состоит в тесной увязке предлагаемых мероприятий по созданию и оснащению ВС РФ перспективным вооружением с элементами искусственного интеллекта с результатами проводимых фундаментальных, прогнозных и поисковых исследований.

Заключение

1. На основе критического анализа современных представлений об искусственном интеллекте выявлены две основные и тесно взаимосвязанные между собой проблемы: отсутствие четкой и понятной терминологии в этой сфере; недостаточная разработанность научных основ искусственного интеллекта.

2. Сформулированы базовые определения понятий «интеллект», «искусственный интеллект», «гибридный интеллект» и предложения по созданию единой теоретико-методологической базы естественного и искусственного интеллекта, основанной на использовании современной методологии программно-целевого планирования и теории самоорганизации.

3. Рассмотрены проблемы и задачи искусственного интеллекта в обосновании создания и развития перспективного вооружения и пути их решения. Комплексный и междисциплинарный характер проблем, связанных с созданием систем и технологий искусственного интеллекта военного назначения, вызывает необходимость дальнейшего совершенствования научных основ искусственного интеллекта в неразрывной связи с естественным интеллектом и при его лидирующей роли.

Список использованных источников

1. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. – 374 с.
2. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. М.: Айрис-пресс, 2004. – 576 с.
3. Гарбук С.В., Губинский А.М. Искусственный интеллект в ведущих странах мира: стратегии развития и военное применение. М.: Знание, 2020. – 860 с.
4. Буренок В.М. Искусственный интеллект в военном противостоянии будущего // Военная мысль. 2021. №4. – С. 106-112.
5. Буренок В.М. Новая парадигма силового противостояния на основе применения искусственного интеллекта // Вооружение и экономика. 2020. №2(52). – С. 4-8.
6. Буренок В.М., Дурнев Р.А., Крюков К.Ю. Разумное вооружение: будущее искусственного интеллекта в военном деле // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. 2018. №2(102). – С. 11-21.
7. Савельев И.И., Уланов Е.А. Новые технологии в бизнесе: искусственный интеллект // Экономика и управление: проблемы, решения. 2020. Т.2. №1. – С. 119-125.

8. Иванов А.А., Рожкова Л.А. Искусственный интеллект как основа инновационных преобразований в технике, экономике, бизнесе // Известия СПбГУ. 2018. №3(111). – С. 112-115.
9. Воскобойникова Э.С. Ориентиры использования интеллектуальных систем в бизнес-процессах // Экономические исследования и разработки. 2019. №3. – С. 83-90.
10. Галкин Д.В., Коляндра П.А., Степанов А.В. Состояние и перспективы использования искусственного интеллекта в военном деле // Военная мысль. 2021. №1. – С. 113-124.
11. Харитонова Ю.С. Правовое регулирование применения технологий искусственного интеллекта в военном деле: опыт России и Китая // Журнал прикладных исследований. 2021. Т.2. №1. – С.72-80.
12. Горбунова Е.А. Технологии искусственного интеллекта в образовании // Перспективы науки. 2021. №7(142). – С. 55-58.
13. Селянин Я.В. Политика США по использованию искусственного интеллекта в интересах военных // Россия и Америка в XXI веке. 2020. №4. – С. 18-23.
14. Гончаров А.М., Рябов С.В. Искусственный интеллект как основное направление развития робототехнических комплексов // Военная мысль. 2021. №6. – С. 65-70.
15. Дурнев Р.А., Крюков К.Ю. Перспективы создания искусственного интеллекта // Радиоэлектронные технологии. 2019. №3. – С. 109-115.
16. Моисеев Н.Н. Алгоритмы развития. М.: Наука, 1987.
17. Буренок В.М., Буравлев А.И., Брезгин В.С. Методология программно-целевого планирования развития системы вооружения на современном этапе. М.: Граница, 2012. – 520 с.
18. Чанышев А.Н. Аристотель. М.: Мысль, 1981.
19. Буренок В.М., Леонов А.В., Пронин А.Ю. Военно-экономические и инновационные аспекты интеграции нетрадиционных видов оружия в состав системы вооружения. М.: Издательская группа «Граница», 2014. – 240 с.
20. Леонов А.В., Пронин А.Ю. Управление созданием высокотехнологичной продукции в государственных программах и проектах. М.: ИНФРА-М, 2020. – 360 с.
21. Викулов С.Ф. Военно-экономический анализ. М.: ВУ, 2015. – 340 с.
22. Абросимов В.К. Искусственный интеллект и проблемы развития вооружения и военной техники // Вооружение и экономика. 2021. №2(56). – С. 5-21.
23. Леонов А.В., Пронин А.Ю. О важности системного проектирования нового оружия // Вооружение и экономика. 2021. №1(55). – С. 28-49.
24. Буренок В.М., Дурнев Р.А., Крюков К.Ю. Разумное вооружение: будущее искусственного интеллекта в военном деле // Вооружение и экономика. 2018. №1(43). – С. 4-13.

УДК 623:658.562

В.Г. НАЙДЕНОВ, доктор технических наук, старший научный сотрудник
К.А. ТАРАСЕНКО

МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К ПЕРСПЕКТИВНЫМ ДОПЛЕРОВСКИМ СИСТЕМАМ ПО ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ИМИ РАДИАЛЬНОЙ СКОРОСТИ

В статье представлена новая методика обоснования технических требований к доплеровским измерителям, которая позволяет принимать научно обоснованные решения при разработке тактико-технических заданий на создание перспективных доплеровских измерительных систем. Обоснование требований проведено с использованием усовершенствованного алгоритма, реализующего метод Нелдера и Мида, который позволяет решать задачи нелинейного математического программирования с ограничением в виде равенства в области изменения исследуемого функционала.

***Ключевые слова**: доплеровские измерительные средства; технические требования к доплеровским измерителям; деформируемый многогранник; оптимальное решение.*

При испытаниях сложных технических комплексов (СТК) имеется необходимость в измерении скоростных параметров летательных аппаратов (ЛА) на траекториях их полета.

Наиболее точные измерения скоростных параметров могут быть получены с использованием доплеровских радиолокационных и радиотехнических измерительных средств, а также с применением аппаратуры, использующей для работы сигналы от спутниковых навигационных систем (СНС). Поскольку не во всех случаях возможно применить измерительную аппаратуру, использующую для работы сигналы СНС, широко применяются при испытаниях сложных технических комплексов наземные следящие и не следящие доплеровские измерительные средства.

Как правило, при испытаниях СТК предъявляются требования к траекторным измерительным комплексам по точности оценки составляющих вектора скорости полета летательных аппаратов [1; 2]. Однако доплеровские измерительные средства измеряют значение модуля вектора радиальной скорости полета ЛА, а для оценки составляющих этого вектора в качестве дополнительных первичных измерительных параметров

используются углы азимута β и места ε в направлении на ЛА в местной топоцентрической системе координат. Поэтому точность оценки составляющих вектора скорости ЛА в полигонной измерительной системе координат будет определяться погрешностями измерения как модуля вектора радиальной скорости полета ЛА, так и погрешностями измерения углов азимута и места в направлении на ЛА. В связи с этим возникла научная задача обоснования технических требований к погрешности измерения доплеровскими измерителями первичных параметров, которые необходимы при формировании тактико-технических заданий на разработку перспективных средств траекторных измерений межвидового применения.

Для решения такой задачи необходимо выбрать единый критерий, по которому будут обосновываться рассматриваемые требования. В качестве такого критерия эффективности измерительной системы может выступать интервальный показатель, который представляет собой вероятность события, состоящего в попадании погрешностей оценки составляющих вектора скорости ЛА $\Delta\widehat{\mathrm{V}} = [\hat{V}_x \hat{V}_y \hat{V}_z]^T$ в пределы заданной доверительной области B требований к точности оценки составляющих этого вектора. Данный показатель аналогичен показателю, который разработан в работе [3] и используется для обоснования требований к средствам траекторных измерений по измерению ими параметров положения ЛА.

На рисунке 1 представлены эллипсоид рассеяния погрешности оценки составляющих вектора скорости полета ЛА и доверительная область требований B, предъявляемая к точности траекторного измерительного комплекса.

В предположении, что случайные величины $\hat{V}_x, \hat{V}_y, \hat{V}_z$ являются независимыми и имеют нормальный закон распределения, рассматриваемый интервальный показатель эффективности может быть записан в следующем виде [4]:

$$P\{\Delta\hat{V} \subset B\} = \iiint_B \frac{1}{(\sqrt{2\pi})^3 \sigma^{\oplus}_{\hat{V}_x} \sigma^{\oplus}_{\hat{V}_y} \sigma^{\oplus}_{\hat{V}_z}} \left\{ \exp -\frac{1}{2} \left[\frac{\left(\hat{V}_x - \delta_{\hat{V}_x}\right)^2}{\left(\sigma^{\oplus}_{\hat{V}_x}\right)^2} + \frac{\left(\hat{V}_y - \delta_{\hat{V}_y}\right)^2}{\left(\sigma^{\oplus}_{\hat{V}_y}\right)^2} + \frac{\left(\hat{V}_z - \delta_{\hat{V}_z}\right)^2}{\left(\sigma^{\oplus}_{\hat{V}_z}\right)^2} \right] \right\} d\hat{V}_x d\hat{V}_y d\hat{V}_z, \quad (1)$$

где $\delta_{\hat{V}_x}, \delta_{\hat{V}_y}, \delta_{\hat{V}_z}$ – систематические составляющие погрешностей оценки случайных величин $\hat{V}_x, \hat{V}_y, \hat{V}_z$ соответственно;

$\sigma^{\oplus}_{\hat{V}_x}, \sigma^{\oplus}_{\hat{V}_y}, \sigma^{\oplus}_{\hat{V}_z}$ – главные среднеквадратические отклонения (СКО) погрешностей оценки случайных величин $\hat{V}_x, \hat{V}_y, \hat{V}_z$ в скоростной системе координат $O\dot{X}\dot{Y}\dot{Z}$.

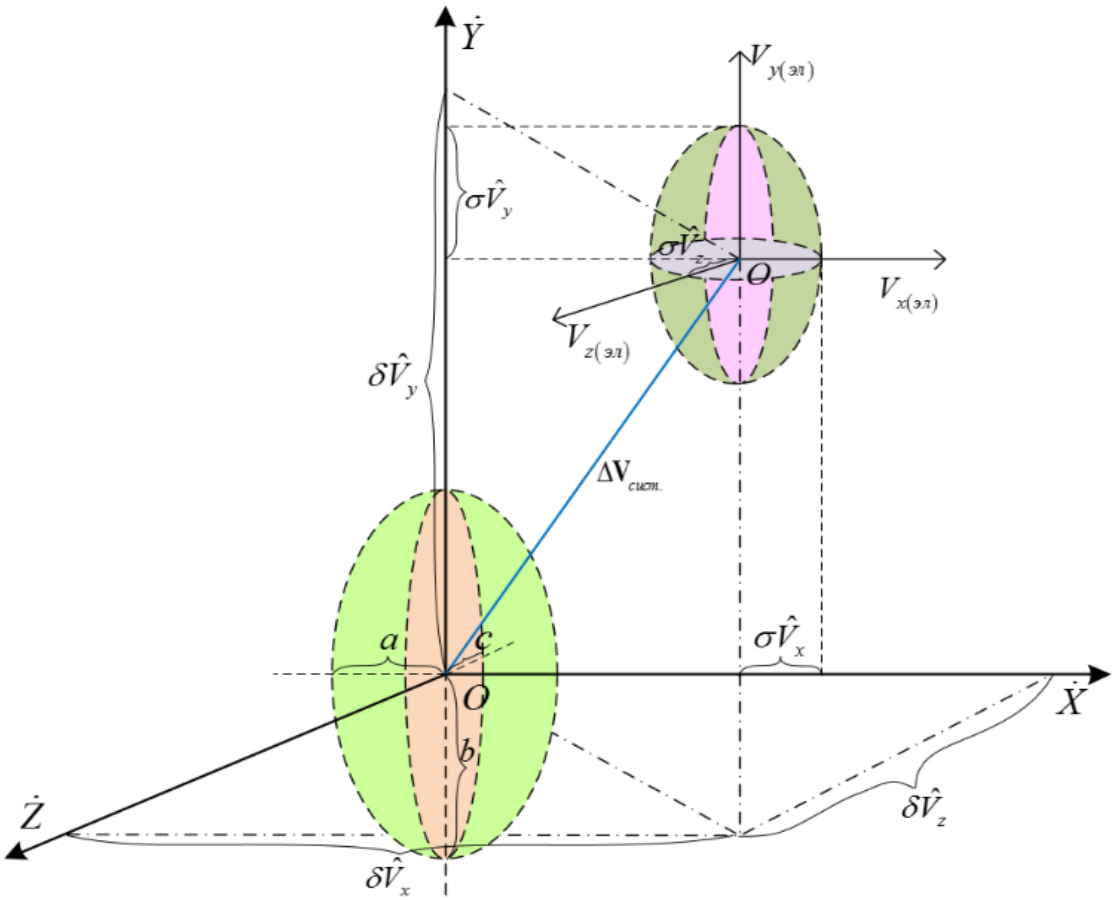


Рисунок 1 – Эллипсоид рассеяния погрешности оценки составляющих вектора скорости полета ЛА и доверительная область требований к точности траекторного измерительного комплекса

Для вычисления данного интеграла необходимо предварительно оценить значения среднеквадратических погрешностей оценки составляющих вектора скорости ЛА $(\hat{V}_x,\hat{V}_y,\hat{V}_z)$.При этом существуют два варианта, когда оценки составляющих вектора скорости ЛА можно получить как по измерениям одного доплеровского измерительного средства, так и по измерениям комплекса территориально разнесенных доплеровских измерителей.

Рассмотрим второй вариант, когда измерение вектора скорости ЛА проводится с использованием трех доплеровских измерителей. Выражения для первого варианта можно без труда получить из второго путем исключения соответствующих слагаемых второго и третьего измерителей.

На рисунке 2 приведена схема, поясняющая принцип оценки составляющих вектора скорости ЛА в случае наличия трех территориально разнесенных доплеровских измерителей, что характерно для следящих радиолокационных доплеровских средств траекторных измерений. При этом рассмотрим случай, когда все три доплеровских измерителя расположены в плоскости XOZ полигонной измерительной системы координат $OXYZ$.

Проекции суммарного вектора V_s могут быть оценены по следующим формулам:

$$\hat{V}_x = -V_{r_1} \cdot \cos(\varepsilon_1) \cdot \cos(\beta_1) - V_{r_2} \cdot \cos(\varepsilon_2) \cdot \cos(\beta_2) - V_{r_3} \cdot \cos(\varepsilon_3) \cdot \cos(\beta_3);$$
$$\hat{V}_y = V_{r_1} \cdot \sin(\varepsilon_1) + V_{r_2} \cdot \sin(\varepsilon_2) + V_{r_3} \cdot \sin(\varepsilon_3); \quad (2)$$
$$\hat{V}_z = V_{r_1} \cdot \cos(\varepsilon_1) \cdot \sin(\beta_1) + V_{r_2} \cdot \cos(\varepsilon_2) \cdot \sin(\beta_2) + V_{r_3} \cdot \cos(\varepsilon_3) \cdot \sin(\beta_3).$$

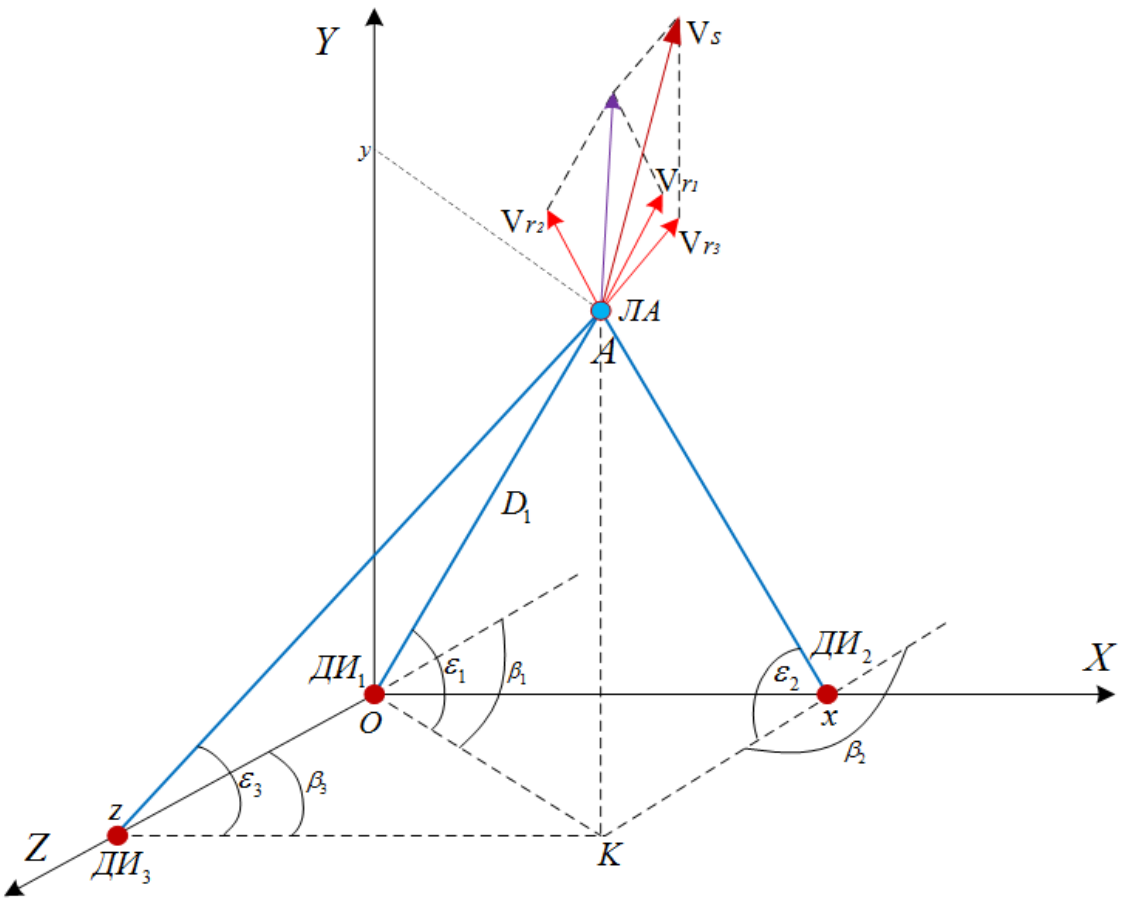


Рисунок 2 – Схема, поясняющая принцип оценки составляющих вектора скорости ЛА в случае наличия трех территориально разнесенных доплеровских измерителей

Используя метод получения косвенных оценок погрешности измерительной системы [5] и учитывая выражения (2), можно записать следующие соотношения для определения среднеквадратических отклонений погрешностей оценки составляющих суммарного вектора V_s скорости полета ЛА:

$$\sigma_{\hat{V}_x} = \sqrt{\sum_{i=1}^{3}\left[\left(\frac{\partial \hat{V}_x \cdot \sigma_{Vr_i}}{\partial V_{r_i}}\right)^2 + \left(\frac{\partial \hat{V}_x \cdot \sigma_{\beta_i}}{\partial \beta_i}\right)^2 + \left(\frac{\partial \hat{V}_x \cdot \sigma_{\varepsilon_i}}{\partial \varepsilon_i}\right)^2\right]};$$

$$\sigma_{\hat{V}_y} = \sqrt{\sum_{i=1}^{3}\left[\left(\frac{\partial \hat{V}_y \cdot \sigma_{Vr_i}}{\partial V_{r_i}}\right)^2 + \left(\frac{\partial \hat{V}_y \cdot \sigma_{\beta_i}}{\partial \beta_i}\right)^2 + \left(\frac{\partial \hat{V}_y \cdot \sigma_{\varepsilon_i}}{\partial \varepsilon_i}\right)^2\right]}; \qquad (3)$$

$$\sigma_{\hat{V}_z} = \sqrt{\sum_{i=1}^{3}\left[\left(\frac{\partial \hat{V}_z \cdot \sigma_{Vr_i}}{\partial V_{r_i}}\right)^2 + \left(\frac{\partial \hat{V}_z \cdot \sigma_{\beta_i}}{\partial \beta_i}\right)^2 + \left(\frac{\partial \hat{V}_z \cdot \sigma_{\varepsilon_i}}{\partial \varepsilon_i}\right)^2\right]}.$$

После взятия частных производных в соотношениях (3) получим следующие выражения:

$$\sigma_{\hat{V}_x} = \sqrt{\sum_{n=1}^{3}\left[\left(-\cos\varepsilon_n \cdot \cos\beta_n \cdot \sigma_{V_{r_n}}\right)^2 + \left(V_{r_n} \cdot \sin\varepsilon_n \cdot \cos\beta_n \cdot \sigma_{\varepsilon_n}\right)^2 + \left(V_{r_n} \cdot \cos\varepsilon_n \cdot \sin\beta_n \cdot \sigma_{\beta_n}\right)^2\right]};$$

$$\sigma_{\hat{V}_y} = \sqrt{\sum_{n=1}^{3}\left[\left(\sin\varepsilon_n \cdot \sigma_{V_{r_n}}\right)^2 + \left(V_{r_n} \cdot \cos\varepsilon_n \cdot \sigma_{\varepsilon_n}\right)^2\right]};$$

$$\sigma_{\hat{V}_z} = \sqrt{\sum_{n=1}^{3}\left[\left(\cos\varepsilon_n \cdot \sin\beta_n \cdot \sigma_{V_{r_n}}\right)^2 + \left(-V_{r_n} \cdot \sin\varepsilon_n \cdot \sin\beta_n \cdot \sigma_{\varepsilon_n}\right)^2 + \left(V_{r_n} \cdot \cos\varepsilon_n \cdot \cos\beta_n \cdot \sigma_{\beta_n}\right)^2\right]}.$$

Поскольку в рассматриваемом методическом подходе не вычисляется ковариационная матрица вектора оценки скорости ЛА, то значения среднеквадратических погрешностей $\sigma_{\hat{V}_x}, \sigma_{\hat{V}_y}, \sigma_{\hat{V}_z}$ могут рассматриваться при вычислении интервального показателя точности $P\{\Delta\hat{V} \subset B\}$ в качестве главных среднеквадратических отклонений погрешностей случайных величин $\hat{V}_x, \hat{V}_y, \hat{V}_z$.

С учетом того, что требования к погрешности измерения траекторных первичных параметров (углов места и азимута) обоснованы в работе [6], то вектор СКО погрешностей измерения радиальных скоростей тремя доплеровскими измерителями можно записать в следующем виде:

$$\Xi_{\mathrm{Vs}} = [\sigma_{V_{r1}} \sigma_{V_{r2}} \sigma_{V_{r3}}]^{\mathrm{T}},$$

где $\sigma_{V_{rk}}$ – СКО погрешности измерения радиальной скорости ЛА k-м доплеровским измерителем $(k = \overline{1, \ldots, K})$.

Функциональную связь между вектором Ξ_{Vs} и интервальным показателем точности $P\{\Delta\widehat{\mathrm{V}} \subset B\}$ обозначим в следующем виде:

$$P\{\Delta\widehat{\mathrm{V}} \subset B\} = f(\Xi_{\mathrm{Vs}}).$$

Таким образом, имеем нелинейный функционал $f(\Xi_{\mathrm{Vs}})$, который тяжело дифференцируется, а также вектор Ξ_{Vs} в пространстве E^K, являющийся областью определения функционала $f(\Xi_{\mathrm{Vs}})$. Требуется найти оптимальное значение вектора $\Xi_{\mathrm{Vs}}^{(opt)}$, где значение этого функционала равно требуемому значению доверительной вероятности$P_{\text{дов}}$. Тогда в математическом виде задачу обоснования технических требований к доплеровским измерителям можно записать в следующем виде:

$$\text{определить } \Xi_{\mathrm{Vs}}^{(opt)} = \underset{\Xi_{\mathrm{Vs}} \in \Omega}{\mathrm{Argmax}} f(\Xi_{\mathrm{Vs}}) \tag{4}$$

$$\text{при ограничении } P\{\Delta\widehat{\mathrm{V}} \subset B\} = P_{\text{дов}}, \tag{5}$$

где $f(\Xi_{\mathrm{Vs}})$– функционал, связывающий вероятность $P\{\Delta\widehat{\mathrm{V}} \subset B\}$ с вектором Ξ_{Vs} погрешностей измерения первичных параметров доплеровскими средствами измерений;
$P_{\text{дов}}$ – значение доверительной вероятности, которая выбирается близкой к единице;
Ω– область изменения вектора Ξ_{Vs}.

Обоснование требований к точности измерения доплеровскими измерителями радиальной скорости будем проводить с использованием алгоритма решения задачи нелинейного математического программирования с ограничением в виде равенства в области изменения исследуемого функционала, который разработан в работе [7]. Данный алгоритм является усовершенствованным алгоритмом, реализующим метод Нелдера и Мида [8; 9], который, в свою очередь, применим только для решения классических задач безусловной оптимизации.

Согласно разработанному алгоритму для нахождения оптимального значения вектора СКО погрешности Ξ_{Vs} необходимо выбрать начальное значение этого вектора $\Xi_{\mathrm{Vs}}^{(0)}$ и сформировать исходный симплекс. Компонентами такого вектора будут значения СКО погрешностей измерения первичных параметров, которые заранее по абсолютной величине больше значений погрешностей существующих доплеровских измерителей.

После того, как исходный симплекс сформирован, вычисляются значения функционала $f(\Xi_{\mathrm{Vs}})$ в каждой из вершин заданного симплекса. При этом из вершины A, где функционал имеет минимальное значение, проводится проектируемая прямая через центр «тяжести» симплекса. Затем точка A исключается из рассмотрения и строится новый симплекс из оставшихся прежних точек и одной новой точки C, расположенной на проектируемой прямой на определенном расстоянии от центра «тяжести» симплекса. Такой полученный симплекс называется «отражением». Продолжение такой процедуры, в которой каждый раз вычеркивается вершина, где значение функционала минимально, а также использование правил уменьшения размеров симплекса, регулирования шага и изменения направления поиска оптимального решения, позволяют осуществить поиск, не использующий производные от исследуемого функционала.

Симплекс в предлагаемом алгоритме представляет собой «деформируемый многогранник», который может изменять свою форму с помощью операций «отражения», «растяжения», «сжатия» и редукции.

Деформация симплекса происходит до момента, когда значение $f(\Xi_{\mathrm{Vs}})$ в одной из вершин симплекса не окажется в заданном интервале, верхняя $G_{\max}$ и нижняя $G_{\min}$ границы которого определяются выражениями:

$$G_{\max} = P_{\text{дов}} + \varepsilon/2, G_{\max} = P_{\text{дов}} + \varepsilon/2, \tag{6}$$

где ε – допустимая величина интервала ограничений с центром в точке $P_{\text{дов}}$.

Графическое изображение процесса поиска оптимальных значений технических требований к доплеровским средствам измерений для случая двух измерительных каналов показано на рисунке 3.

Для определения значений требований к доплеровским измерителям по точности измерения ими радиальной скорости $\sigma_{V_r}^{(\text{треб.})}$ необходимо из всех найденных значений $\sigma_{V_{r1}}^{(opt)}$, $\sigma_{V_{r2}}^{(opt)}$ и $\sigma_{V_{r3}}^{(opt)}$ для одной рассматриваемой точки траектории полета ЛА, удовлетворяющих заданным ограничениям, выбрать минимальное значение. Поскольку оптимальное значение функционала находится для каждой из M рассматриваемых точек плановых траекторий полета ЛА. то выражение для определения $\sigma_{V_r}^{(\text{треб.})}$ будет иметь следующий вид:

$$\sigma_{V_r}^{(\text{треб.})} = \min_{m=\overline{1,M}} \{\sigma_{V_{r1},m}^{(opt)}, \sigma_{V_{r2},m}^{(opt)}, \sigma_{V_{r3},m}^{(opt)}\}. \tag{7}$$

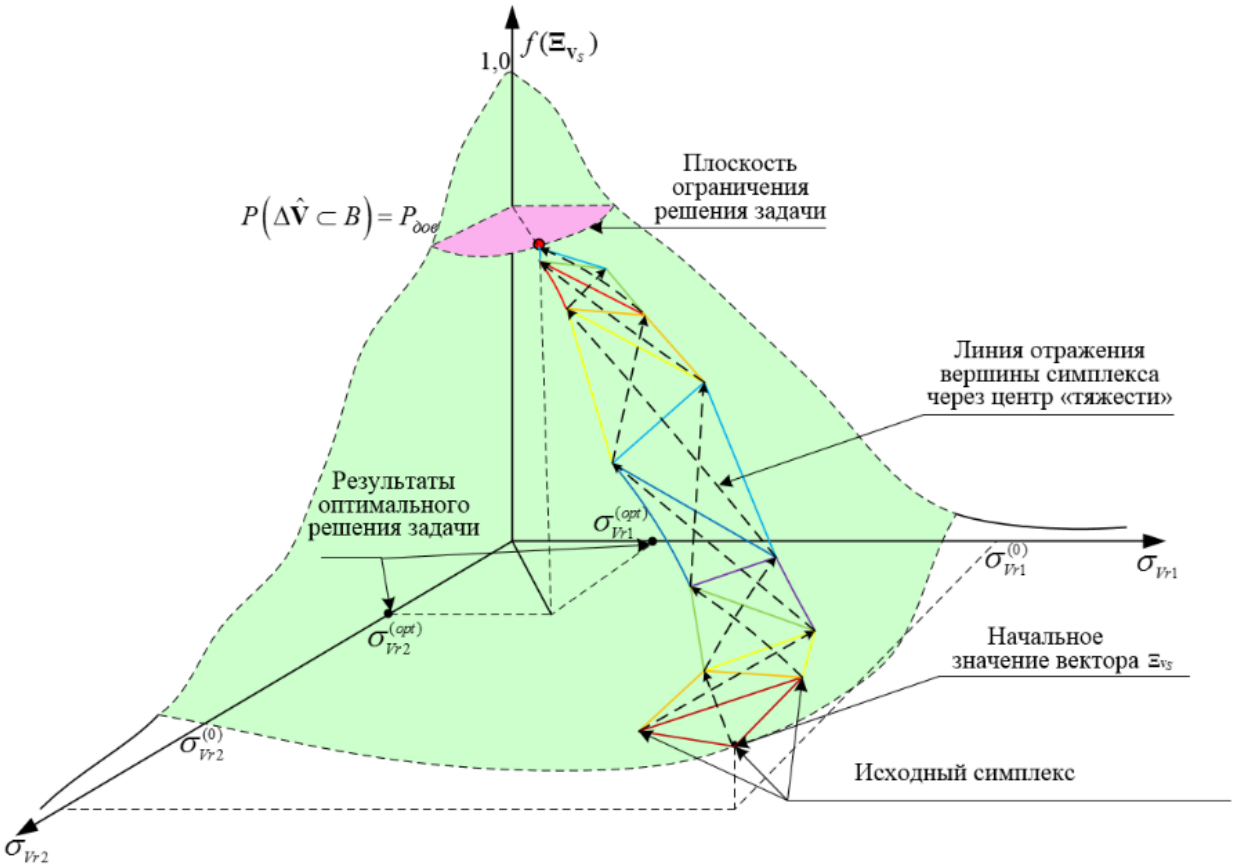


Рисунок 3 – Графическое изображение процесса поиска оптимальных значений технических требований к доплеровским средствам измерений

Апробация разработанной методики обоснования технических требований к перспективным доплеровским измерителям была проведена с использованием алгоритма решения задачи нелинейного математического программирования с ограничением в виде равенства в области изменения исследуемого функционала $f(\Xi_{Vs})$ с использованием математического пакета программ Matlab [10].

Проверка работоспособности предложенного методического подхода была проведена путем моделирования процесса нахождения значений технических требований к СКО погрешности измерения значений радиальных скоростей тремя территориально разнесенными доплеровскими измерителями. Исходные данные, используемые при моделировании, указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание исходных данных для апробации разработанной методики

Наименование характеристики	*Обозначение*	*Численное значение*
Координаты ЛА в момент измерения радиальной скорости, км	x_0, y_0, z_0	4; 3; 3,5
Координаты измерителя №1, км	x_1, y_1, z_1	0; 0; 5
Координаты измерителя №2, км	x_2, y_2, z_2	0; 0; 0
Координаты измерителя №3, км	x_3, y_3, z_3	5; 0; 0
Значение радиальной скорости, измеренной измерителем №1, м/с	V_{r1}	96
Значение радиальной скорости, измеренной измерителем №2, м/с	V_{r2}	112
Значение радиальной скорости, измеренной измерителем №3, м/с	V_{r3}	220
Погрешность измерения азимута, минут	σ_β	20
Погрешность измерения угла места, минут	σ_ε	20
Систематические погрешности по измерению радиальной скорости, м/с	$\delta_{\hat{V}_x}, \delta_{\hat{V}_y}, \delta_{\hat{V}_z}$	0; 0; 0
Требования по точности оценки составляющих вектора скорости (полуоси эллипсоида рассеяния), м/с	a, b, c	3; 3; 3
Требуемое значение доверительной вероятности	$P_{\text{дов}}$	0,8
Значения верхней и нижней границ заданного интервала	$G_{\max}, G_{\min}$	0,8025; 0,7975

Функционал $f(\Xi_{V_S})$, составленный по приведенным исходным данным, будет иметь следующий вид:

$$f(\Xi_{V_S}) = \iiint_B \frac{1}{(\sqrt{2\pi})^3 \sigma^{\oplus}_{\hat{V}_x} \sigma^{\oplus}_{\hat{V}_y} \sigma^{\oplus}_{\hat{V}_z}} \left\{ \exp - \frac{1}{2} \left[\frac{\hat{V}_x{}^2}{\left(\sigma^{\oplus}_{\hat{V}_x}\right)^2} + \frac{\hat{V}_y{}^2}{\left(\sigma^{\oplus}_{\hat{V}_y}\right)^2} + \frac{\hat{V}_z{}^2}{\left(\sigma^{\oplus}_{\hat{V}_z}\right)^2} \right] \right\} d\hat{V}_x d\hat{V}_y d\hat{V}_z, \quad (8)$$

где $\sigma^{\oplus}_{\hat{V}_x} = \sqrt{0{,}08\sigma^2_{V_{r1}} + 0{,}33\sigma^2_{V_{r2}} + 0{,}55\sigma^2_{V_{r3}} + 0{,}02}$;

$\sigma^{\oplus}_{\hat{V}_y} = \sqrt{0{,}33\sigma^2_{V_{r1}} + 0{,}24\sigma^2_{V_{r2}} + 0{,}41\sigma^2_{V_{r3}} + 0{,}03}$;

$\sigma^{\oplus}_{\hat{V}_z} = \sqrt{0{,}59\sigma^2_{V_{r1}} + 0{,}43\sigma^2_{V_{r2}} + 0{,}04\sigma^2_{V_{r3}} + 0{,}03}$.

Для графического отображения процесса поиска оптимальных значений технических требований к доплеровским средствам измерений (рисунок 4) по осям трехмерной системы координат откладываются величины $\sigma_{V_{r1}}, \sigma_{V_{r2}}, \sigma_{V_{r3}}$ СКО погрешности измерения радиальных скоростей ЛА каждым из трех измерителей. Также на графике отображена поверхность равного уровня, в каждой точке которой значение функционала $f(\Xi_{\mathrm{Vs}})$ равно заданному значению доверительной вероятности $P_{\text{дов}}$. Таким образом, на данном рисунке в трехмерной системе координат отображена зависимость значений функции $f(\Xi_{\mathrm{Vs}})$ от трех переменных $\sigma_{V_{r1}}, \sigma_{V_{r2}}, \sigma_{V_{r3}}$.

Моделирование работы рассмотренного алгоритма по определению требований к доплеровским измерителям по точности измерения ими радиальной скорости проводилось из начальной точки с координатами $\sigma_{V_{r1}}^{(0)} = 3$ м/с, $\sigma_{V_{r2}}^{(0)} = 3$ м/с, $\sigma_{V_{r3}}^{(0)} = 3$ м/с.

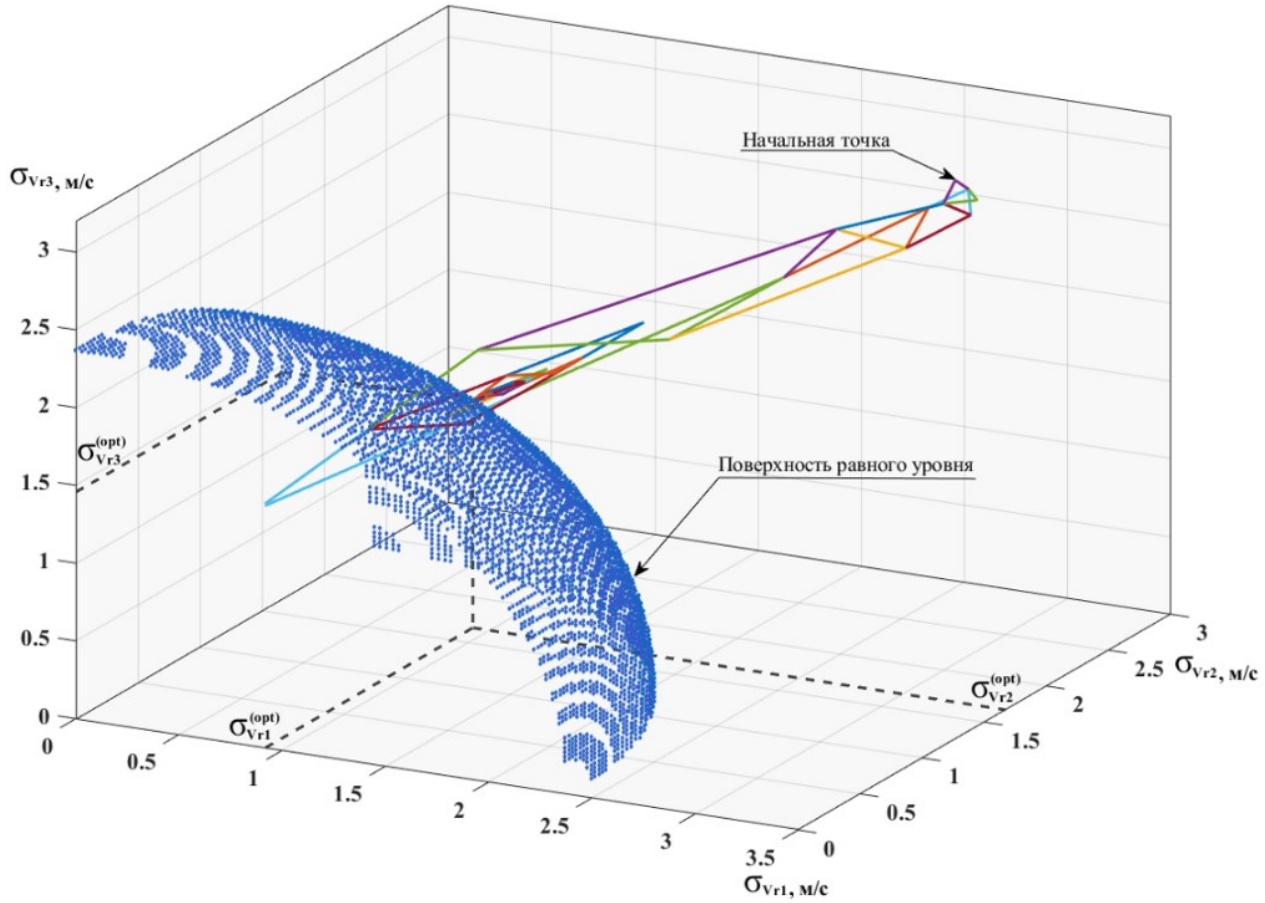


Рисунок 4 – Визуализация процесса поиска оптимального значения вектора $\Xi_{\mathrm{Vs}}^{(opt)}$

Значение функционала $f(\Xi_{Vs})$, описанного выражением (8), в начальной точке с указанными координатами равно 0,1982.

Зондирующий симплекс D при заданном расстоянии t между двумя вершинами симплекса, равным 0,15 метров, имеет вид:

$$\mathrm{D}^{(0)} = \begin{bmatrix} 3{,}000 & 3{,}141 & 3{,}035 & 3{,}035 \\ 3{,}000 & 3{,}035 & 3{,}141 & 3{,}035 \\ 3{,}000 & 3{,}035 & 3{,}035 & 3{,}141 \end{bmatrix}.$$

На первом этапе поиска оптимального решения были получены следующие значения функционала:

$$f^{(0)}(\mathrm{x}_1) = 0{,}1982;\ f^{(0)}(\mathrm{x}_2) = 0{,}1873;\ f^{(0)}(\mathrm{x}_3) = 0{,}1872;\ f^{(0)}(\mathrm{x}_4) = 0{,}1870.$$

После определения максимального и минимального значений функционала и вычисления центра «тяжести» симплекса, выполнялась операция «отражения» с дальнейшей деформацией многогранника (операции «растяжения», «сжатия» или редукции). После обновления значений функционала для новых вершин симплекса итерационный процесс поиска продолжался.

Оптимальные значения требований к точности рассматриваемых дальномерных измерительных каналов были получены после отработки алгоритмом двадцати пяти циклов вычислений.

Полученные значения требований к доплеровским измерителям по точности измерения ими радиальной скорости после остановки итерационного процесса имели следующие значения:

$$\sigma_{V_{r1}}^{(opt)} = 0{,}92\ \text{м/с},\ \sigma_{V_{r2}}^{(opt)} = 1{,}67\ \text{м/с},\ \sigma_{V_{r3}}^{(opt)} = 1{,}46\ \text{м/с}.$$

Требуемое значение требований к доплеровским измерителям по точности измерения ими радиальной скорости $\sigma_{V_r}^{(\text{треб.})}$ для заданной точки траектории полета ЛА было определено из выражения

$$\sigma_{V_r}^{(\text{треб.})} = \min\{\sigma_{V_{r1}}^{(opt)}, \sigma_{V_{r2}}^{(opt)}, \sigma_{V_{r3}}^{(opt)}\} = 0{,}92\ \text{м/с}.$$

Результаты проведенного модельного эксперимента показали работоспособность разработанной методики по обоснованию технических требований к перспективным доплеровским измерителям по точности измерения ими радиальной скорости.

Таким образом, в статье разработана новая методика по обоснованию технических требований к доплеровским измерителям, которая позволяет принимать научно обоснованные решения при разработке тактико-технических заданий на создание перспективных доплеровских измерительных систем, используемых при испытаниях сложных технических комплексов.

Список использованных источников

1. Жданюк Б.Ф. Основы статистической обработки траекторных измерений. М.: Советское радио, 1978.
2. Агаджанов П.А., Дулевич В.Е., Коростелева А.А. Радиотехнические методы измерений и математическая обработка данных. М.: Советское радио, 1969.
3. Найденов В.Г., Першин Е.В. Результаты исследования интервального показателя точности траекторного измерительного комплекса // Вооружение и экономика. 2017. №3.
4. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. М.: Высшая школа, 2007.
5. Основы испытаний летательных аппаратов / Под ред. А.Н. Кринецкого. М.: Машиностроение, 1989.
6. Найденов В.Г., Тарасенко К.А., Першин Е.В. Методический подход к обоснованию требований к перспективным наземным средствам траекторных измерений по точности получения ими первичных измерений // Вооружение и экономика. 2021. №1.
7. Найденов В.Г., Тарасенко К.А. Разработка алгоритма решения задачи нелинейного математического программирования с ограничениями в виде равенства в области изменения исследуемого функционала // Вооружение и экономика. 2021. №4.
8. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование / Под ред. М.Л. Быховского. М.: Мир, 1975.
9. Введение в нелинейное программирование / Под ред. К.-Х. Эльстера. М.: Наука, 1985. – 263 с.
10. Дьяконов В.П. MATLAB+Simulink Основы применения. М.: СОЛОН-Пресс, 2004.

УДК 519.688

А.А. ЛУКЬЯНИЦА, доктор технических наук
В.Б. ЭПЕНЕТОССКИЙ, кандидат технических наук, старший научный сотрудник
В.Н. ИСАЕВ

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ АЛГОРИТМ ПОВЫШЕНИЯ ДЕТАЛЬНОСТИ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

В настоящей работе представлен алгоритм повышения детальности (разрешения на местности) оптико-электронных изображений, получаемых с использованием летательных аппаратов воздушного и космического базирования, отличающийся от существующих тем, что он обладает высоким быстродействием, требует минимальных вычислительных ресурсов и может быть реализован аппаратно на существующей отечественной элементной базе. Это позволяет реализовать цифровую обработку оптико-электронных изображений непосредственно на борту летательного аппарата в реальном масштабе времени. Проведенное сравнение представленного алгоритма с существующими показало более чем двукратное повышение точности при получении изображений высокого разрешения.

***Ключевые слова**: летательные аппараты; дистанционное зондирование земли; суперразрешение; состязательная нейронная сеть; метод регуляризации; распараллеливание.*

Введение

Основной тенденцией развития систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) воздушного и космического базирования, во все периоды их существования и развития, является постоянное улучшение разрешающей способности оптико-электронной аппаратуры наблюдения. В техническом плане повышение разрешающей способности реализуется через увеличение диаметра и фокусного расстояния используемой оптической системы; уменьшение размера пикселей фотоприемных матриц, используемых в аппаратуре; снижение высоты рабочей орбиты (касается космических аппаратов (КА) ДЗЗ). Зачастую на практике все три способа используются одновременно. Одновременно с разрешающей способностью одной из важнейших характеристик

оптических систем высокого разрешения является полоса захвата. Этот параметр напрямую связан с производительностью процесса съемки (снимаемой площадью и количеством получаемой информации). При этом ширина захвата определяется рабочим полем зрения оптической системы камеры, а также общей длиной строки фотоприемника. Для объективной оценки информативности оптической системы принципиальное значение имеет даже не сама полоса захвата, а ее отношение к пространственному разрешению (проекции пикселя на Землю) [1].

Вместе с улучшением разрешающей способности, ростом длины строки и информационной производительности, также увеличивается и масса оптико-электронной аппаратуры и летательного аппарата в целом, а, следовательно, и стоимость всего комплекса ДЗЗ. В этих условиях (в части КА ДЗЗ) наблюдаются два пути развития. Первый – это создание дорогих и тяжелых КА, на которых одновременно реализуются максимальные характеристики по основным потребительским параметрам. Данное направление требует больших объемов финансирования, длительного времени разработки, наличия отечественной элементной базы и научно-технического задела. Второй – создание относительно недорогих малых космических аппаратов (МКА), в которых разработчики не стремятся реализовать предельные характеристики своих систем сразу по всем направлениям (разрешение, производительность, точность), а сосредоточиваются только на одном или нескольких из этих параметров, реализуя необходимую для себя и коммерчески привлекательную для потребителей систему наблюдения. Однако МКА ДЗЗ на сегодняшний день имеет технологические ограничения разрешающей способности примерно на уровне 1 м [2]. Приближение к этому пределу отечественных проектов МКА может повлечь за собой серьезный рост затрат на их реализацию из-за отсутствия научно-технологического задела по нетрадиционным материалам, отсутствия отечественных аналогов современной высокоинтегрированной элементной базы или невозможностью ее закупки за рубежом.

В этих условиях представляется целесообразным третий путь – использование относительно недорогих, отработанных КА с оптико-электронной аппаратурой (например, «Канопус-В») с разрешением порядка 2 метров, а разрешающую способность на местности повышать за счет последующей компьютерной обработки оптико-электронных изображений. Повышение разрешения путем компьютерной обработки в мировой

научной литературе называют сверхразрешением или суперразрешением (англ. Super Resolution). Если ввести английский термин в качестве запроса в поисковой системе Google, то получим более 3,1 млн. ссылок на статьи по этой тематике, что говорит о большом интересе исследователей к данной проблеме. Здесь следует выделить два направления исследований: увеличение разрешения единственного снимка либо использование нескольких снимков одного и того же изображения при небольшом сдвиге камеры (которое часто называют съемкой с перекрытием). Львиная доля разработок посвящена обработке одного снимка ввиду большого числа областей приложения. При решении этой задачи между имеющимися пикселями вставляются дополнительные, интенсивность которых определяют методом интерполяции. В простейшем случае используют метод ближайших соседей [3], билинейную [4] либо бикубическую интерполяцию [5]. Последний метод, в частности, используется в известной программе Adobe Photoshop. В этих методах восполнение всех промежуточных пикселей проводится по фиксированному алгоритму. Несмотря на то, что разработка и применение перечисленных алгоритмов началась во второй половине прошлого века, интерес к их совершенствованию постоянно растет, что, в частности, видно из приведенных ссылок.

Более продвинутыми являются методы, основанные на применении искусственного интеллекта, в основе которых лежит идея восполнения недостающих пикселей нейронной сетью, которая была обучена на большом числе изображений. Например, в широко цитируемых работах [6; 7] использовалась предварительно обученная сверточная сеть, в [8] – рекурсивная сверточная сеть, в [9; 10] – генеративно-состязательные нейросети. Применение этих методов позволяет получить лучшие результаты, чем использование интерполяции, поскольку нейросеть обладает способностью адаптироваться к конкретному фрагменту изображения и, как следствие, проводить более качественное восполнение недостающих пикселей.

В последнее время большую популярность обрел метод RAISR [11], разработка которого началась сотрудниками компании Google и в настоящее время часто используется для сокращения объема при хранении и передаче изображений. Этот метод сочетает в себе большинство позитивных качеств вышеупомянутых методов: он анализирует окрестность каждого восстанавливаемого пикселя и подбирает для него один из предварительно обученных фильтров, устраняя при этом различные артефакты типа

алиасинга. Поскольку обучение фильтров, хоть и занимает значительное время, проводится на изображениях обрабатываемого класса заранее, и с учетом разумно организованного хэширования позволяет проводить обработку на один-два порядка быстрее других известных методов [11].

Следует отметить, что несмотря на все кратко упомянутое разнообразие, по своей сути способы использования единственного изображения для повышения разрешения позволяют лишь назначить восстанавливаемым пикселям наиболее статистически достоверное значение, которое с наибольшей вероятностью появлялось в аналогичных фрагментах изображения, либо является интерполяцией соседних значений. В то же время методы, основанные на повышении разрешения из последовательности изображений с недостаточной дискретизацией, могут использовать преимущества дополнительных пространственно-временных данных, имеющихся в этой последовательности. В частности, движение камеры относительно сцены позволяет получить кадры, содержащие схожую, но не идентичную информацию. Благодаря этому возникает возможность использовать эту информацию для реконструкции более мелких деталей изображения, используя принципы, на которых основана, например, томография. Подобные работы стали появляться еще в конце прошлого века. Например, в работе [12] использовался метод итеративного обратного проецирования, который, несмотря на высокую скорость сходимости, не позволяет получить уникальное решение, поскольку исходная задача является некорректной обратной задачей. Авторы алгоритма, представленного в [13], для нахождения единственного решения использовали метод регуляризации Тихонова [14]. Недостающие пиксели восстанавливались путем билинейной интерполяции, после чего их значения уточнялись в процессе итераций.

В настоящей работе использовалась более реалистичная, субпиксельная модель, в которой в формировании каждого пикселя низкого разрешения участвовали как центральные, так и априорно неизвестные доли соседних пикселей. Несмотря на то, что в предложенной модели появились новые параметры – сдвиги сетки из укрупненных пикселей относительно восстанавливаемых, имеющейся информации достаточно для восстановления даже величин этих сдвигов. Разработанный алгоритм, основанный на генеративно-состязательной нейронной сети, в качестве детектора которой использовалась математическая модель

формирования изображения низкого разрешения. Для выделения единственного решения использовался метод регуляризации с адаптивным выбором параметра регуляризации. Отметим, что разработанный алгоритм хорошо распараллеливается, поэтому может быть реализован аппаратно «на борту». Использование предложенного алгоритма в случае использования для съемки высокоскоростной камеры также позволяет увеличить ширину зоны охвата за счет изменения ориентации камеры – повороту ее таким образом, чтобы ее главная диагональ была перпендикулярна направлению движения летательного аппарата.

Метод повышения разрешения изображения

Пусть летательный аппарат, движущийся на постоянной высоте, проводит съемку местности с перекрытием кадров. Предположим, что из полученных снимков мы получили набор из K изображений $X^1, \dots, X^K$ одного и того же участка местности. Пусть каждое из имеющихся изображений имеет размер $N \times M$ пикселей. Рассмотрим случай, когда требуется повысить разрешение в два раза, т.е. получить одно изображение размером $n \times m$ пикселей, где $n = 2N + 1$, $m = 2M + 1$. Визуально это выглядит так, как будто мы покрыли неизвестное изображение сеткой $n \times m$ пикселей, на которое наложили более крупную сетку, размер ячейки которой в два раза больше. Поскольку, вообще говоря, границы этих сеток в точности не совпадут, то в формировании каждого пикселя укрупненного изображения будет полностью участвовать один пиксель высокого разрешения и восемь частей соседних пикселей, как показано на рисунке 1.

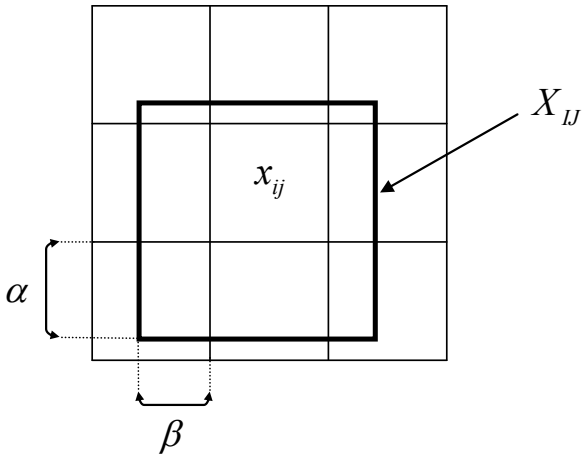


Рисунок 1 – Формирование пикселя низкого разрешения из 9 пикселей высокого разрешения

Обозначим интенсивность пикселя мелкой сетки в ячейке с номерами (i,j) через x_{ij}, тогда интенсивность пикселя с индексами (I,J) укрупненного k -го изображения X_{IJ}^{k} будет определяться по следующей формуле:

$$X_{IJ}^{k} = \alpha_k\left(\beta_k x_{i-1,j-1} + x_{i-1,j} + (1-\beta_k)x_{i-1,j+1}\right) + \left(\beta_k x_{i,j-1} + x_{i,j} + \right.$$
$$\left. +(1-\beta_k)x_{i,j+1}\right) + (1-\alpha_k)\left(\beta_k x_{i+1,j-1} + x_{i+1,j} + (1-\beta_k)x_{i+1,j+1}\right), \qquad (1)$$

где $i = 2I$, $j = 2J$, а коэффициенты α_k и β_k характеризуют сдвиг крупной сетки относительно мелкой.

При этом должно выполняться условие

$$0 \le \alpha_k \le 1,\ 0 \le \beta_k \le 1. \qquad (2)$$

Задача состоит в определении значений x_{ij}, $i = 1,\dots,n$, $j = 1,\dots,m$ и коэффициентов α_k и β_k, $k = 1,\dots,K$, по набору X_{IJ}^{k}, $I = 1,\dots,N$, $J = 1,\dots,M$, $k = 1,\dots,K$.

Для решения поставленной задачи использовалась нейронная сеть, принцип работы которой близок к так называемой генеративно-состязательной нейронной сети (GAN – Generative Adversarial Network [15]). Архитектура этой нейросети представлена на рисунке 2.

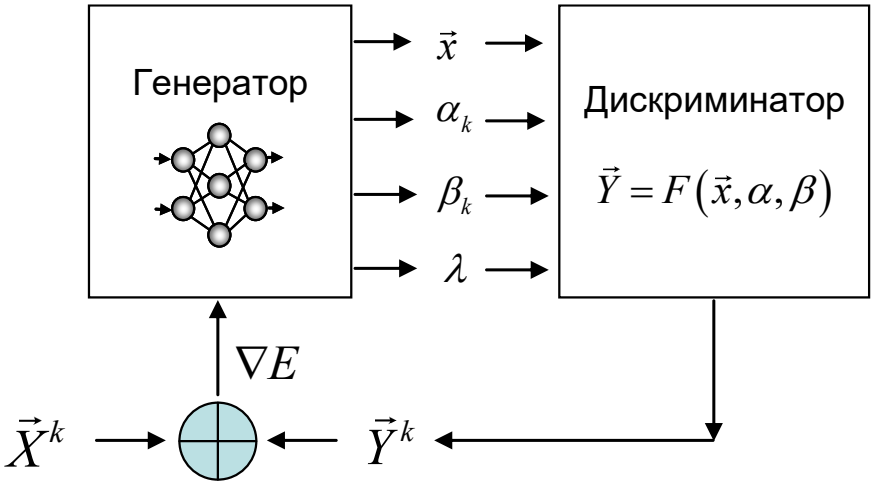


Рисунок 2 – Архитектура нейросети

Она состоит из двух частей: генератора и дискриминатора. Генератор в процессе настройки порождает как изображение высокого разрешения x_{ij}, так и другие параметры: величины сдвигов α_k, β_k и параметр регуляризации λ. Значения полученных величин подаются на

дискриминатор, который по формуле (1) получает изображение низкого разрешения Y^k. В результате сравнения со всеми имеющимися изображениями вычисляется ошибка генерации изображения:

$$E = \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{K}\sum_{I=1}^{N}\sum_{J=1}^{M}\left(Y_{IJ}^{k} - X_{IJ}^{k}\right)^2, \quad (3)$$

градиент от которой ∇E используется при обучении нейронной сети генератора. Поскольку как значения параметра регуляризации λ, так и величины сдвигов α_k и β_k находятся в пределах сегмента [0,1], то величины пикселей обрабатываемых изображений также были преобразованы к этому диапазону. За счет этого у выходных нейронов генератора была использована сигмодная передаточная функция, что позволило для настройки нейросети избавиться от ограничений на величину весов. Отличием от широко используемых в настоящее время генеративно-состязательных нейронных сетей является то, что в качестве дискриминатора используется не нейронная сеть, а математическая модель рассматриваемого явления; в данном случае модель получения изображения низкого разрешения из изображения высокого разрешения. Этот принцип был предложен одним из авторов в 1999 году для реконструкции дефокусированных изображений [16].

Численный эксперимент

Поскольку для практического применения разработанного алгоритма наиболее важным параметром является его быстродействие, для настройки нейронной сети были протестированы различные современные оптимизационные методы: различные модификации Rprop (Resilient Propagation) [17], такие как Rprop+ [17], Rprop–, iRprop+, iRprop– [18], модификации метода Adam[1]: Adagrad [19], Adadelta[2], AdaMax[3], а также хорошо известные методы сопряженных градиентов Флетчера-Ривса [20] и Полака-Райбера [21]. Особенностью алгоритмов семейств Rprop и Adam является их способность адаптировать скорость изменения каждого аргумента, что позволяет добиться существенного

[1] Kingma D.P. Adam: A Method for Stochastic Optimization // Cornell University Library. 2014. – URL: https://arxiv.org/abs/1412.6980

[2] Zeiler M. ADADELTA: An Adaptive Learning Rate Method // Cornell University Library. 2012. – URL: https://arxiv.org/abs/1212.5701

[3] Kingma D.P. Op. cit.

ускорения процесса поиска минимума объектной функции по сравнению со стандартными методами типа BackProp [22], у которых используется одинаковый шаг оптимизации для всех переменных.

Для экспериментов использовались L = 10 различных спутниковых снимков высокого разрешения, загруженных с сайта https://www.satimagingcorp.com. Из них по формуле (1) получались изображения пониженного разрешения, которые использовались для обработки, а исходные изображения – для сравнения полученных результатов.

Процесс обучения нейросети был организован следующим образом. В начальный момент оно проводилось на одном изображении высокого разрешения, которое было получено из одного изображения низкого разрешения путем билинейной интерполяции. Далее, по достижении заданной точности, использовались все имеющиеся изображения низкого разрешения. Это позволило как ускорить процесс настройки, так и получать стабильно одинаковые конечные результаты вне зависимости от начальных значений коэффициентов α_k и β_k, которым назначались случайные значения в диапазоне $[\varepsilon, 1-\varepsilon]$, где ε– малое число.

Качество обучения определялось как средняя ошибка в расчете на один пиксель, выраженная в процентах

$$E_C = \frac{100\%}{K \cdot N \cdot M} \sum_{k=1}^{K} \sum_{I=1}^{N} \sum_{J=1}^{M} \left| Y_{IJ}^{k} - X_{IJ}^{k} \right|. \quad (3)$$

Процесс обучения заканчивался при достижении E_C величины в 1%. После обработки всех выбранных изображений время обработки осреднялось. Самым быстрым оказался метод iRprop–. В таблице 1 представлены отношения времени работы наиболее быстрых методов по отношению ко времени выполнения iRprop–. В этой таблице аббревиатура CGFR (сокращенное наименование Conjugate Gradient Fletcher–Reeves) соответствует методу сопряженных градиентов в варианте Флетчера-Ривса.

Эти же характеристики отображены на рисунке 3.

Таблица 1 – Относительные скорости работы различных методов оптимизации для представленного алгоритма

iRprop–	Adadelta	RMSprop	iRprop+	CGFR	Rprop+	AdaMax	Rprop	Adam	Adagrad
1,00	1,04	1,17	1,79	1,83	2,67	3,25	3,75	3,92	3,92

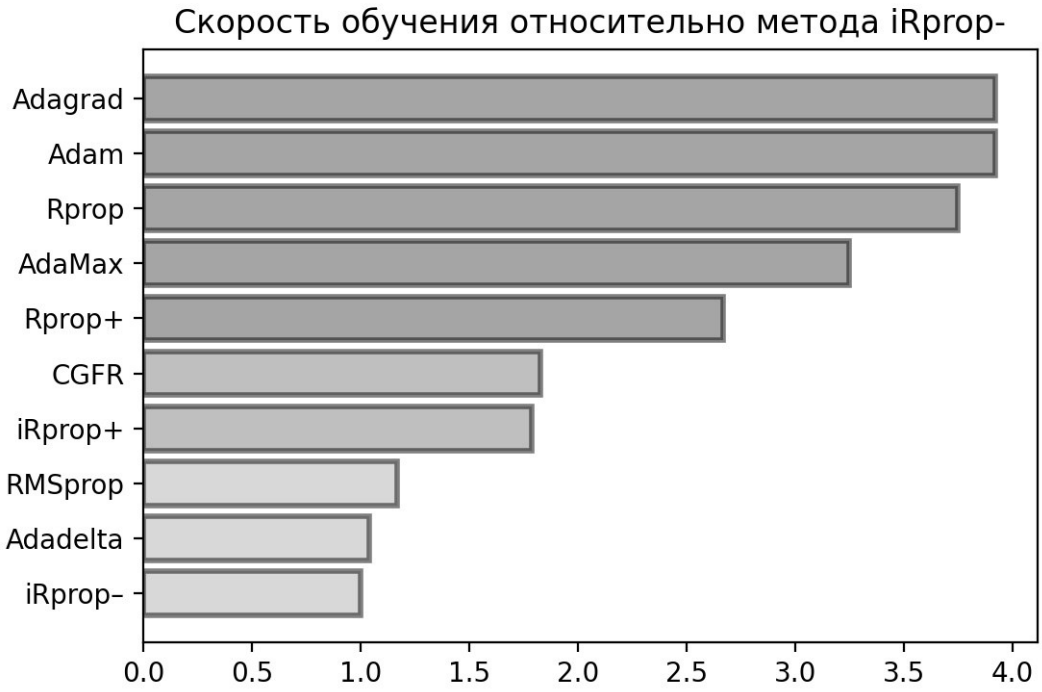


Рисунок 3 – Относительные скоростные характеристики обучения нейросети различными методами

Качество реконструкции изображения высокого разрешения определялось путем сравнения L полученных изображений высокого разрешения x_{ij}^{l} с исходными изображениями z_{ij}^{l}, по которым были получены изображения низкого разрешения. Напомним, что все изображения были приведены к диапазону [0,1], а в численном эксперименте участвовали L =10 различных изображений. Для сравнения каждой l -й пары изображений использовалась следующая формула:

$$Q_l = \frac{100\%}{N_l \cdot M_l} \sum_{i=1}^{N_l} \sum_{j=1}^{M_l} \left| x_{ij}^{l} - z_{ij}^{l} \right|, \quad (4)$$

где $N_l \cdot M_l$ – число пикселей у l -го изображения, а потом показатель качества усреднялся по всем L изображениям, участвовавшим в эксперименте:

$$Q = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^{L} Q_l.$$

Результаты сравнения приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Точность Q реконструкции изображения высокого разрешения в процентах

Билинейная	Бикубическая	RAISR	Предложенный алгоритм; число изображений низкого разрешения K		
			K=3	K=4	K=5
7,94	7,64	7,14	3,73	3,59	2,42

Из таблицы видно, что разработанный алгоритм более чем в два раза превосходит другие алгоритмы по точности. На рисунке 4 приведены фрагменты одного и того же изображения, реконструированные по различным алгоритмам.

А – исходное изображение

Б – разработанный алгоритм

В – алгоритм RAISR

Г – Adobe Photoshop

Рисунок 4 – Фрагмент реконструированного изображения.
А – исходное изображение, Б – восстановленное по разработанному алгоритму, В – алгоритмом RAISR, Г – бикубическая интерполяция

Повышение ширины зоны охвата

Обычно камера относительно летательного аппарата располагается таким образом, чтобы стороны фотоприемника были согласованы (параллельны) направлению его движения, как это показано на рисунке 5А. Нами предлагается расположить ее таким образом, чтобы диагональ фотоприемника была перпендикулярна направлению движения (рисунок 5Б); диагональ показана пунктиром.

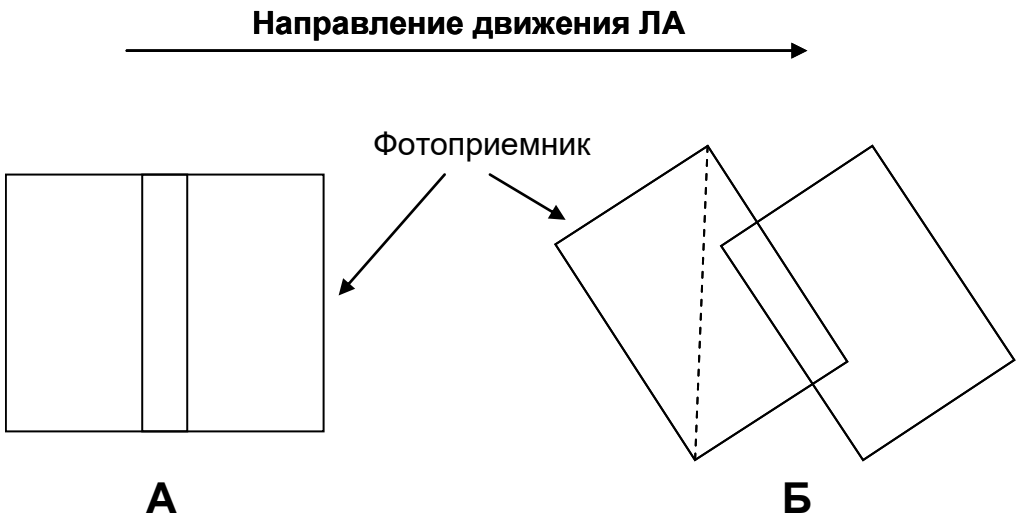


Рисунок 5 – А – стороны фотоприемника параллельны направлению движения ЛА, Б – главная диагональ фотоприемника перпендикулярна направлению движения ЛА

За счет этого ширина зоны охвата увеличится; например, если аспектное отношение сторон фотоприемника составляет 4:3, то ширина зоны увеличится на 25%. После этого для приведения изображения в «естественные» координаты, связанные с летательным аппаратом, нужно просто перенумеровать пиксели в соответствии со следующими формулами:

$$x' = x\cos\gamma - y\sin\gamma,$$
$$y' = x\sin\gamma + y\cos\gamma,$$

где γ – угол поворота диагонали фотоприемника. При таких условиях съемки всегда будет обеспечено смещение сеток на соседних кадрах, которое выше описывалось параметрами α_k и β_k.

Заключение

В настоящей работе предложен высокоэффективный алгоритм, позволяющий путем компьютерной обработки изображений, полученных в результате съемки с перекрытием изображений, повысить как разрешение, так и ширину зоны захвата оптико-электронной аппаратуры наблюдения до 25% при дистанционном наблюдении земной поверхности. Данный алгоритм отличается от существующих тем, что обладает высоким быстродействием, хорошо распараллеливается, требует минимальных вычислительных ресурсов и совместим с существующей отечественной элементной базой. Это позволит в дальнейшем реализовать его непосредственно в оптико-электронных системах наблюдения летательных аппаратов воздушного и космического базирования, а также осуществлять обработку оптико-электронных изображений на борту в реальном масштабе времени. Проведенные сравнения представленного алгоритма с существующими показали существенное, более чем в два раза, повышение точности реконструкции изображения высокого разрешения.

Список использованных источников

1. Бакланов А.И. К вопросу о пространственном разрешении и точности привязки изображений космических систем наблюдения высокого разрешения // Геоматика. 2010. Т.8. №3. – С. 25-30.

2. Архипов С.А. Исследование требований к перспективной оптико-электронной аппаратуре для малоразмерных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли // Информация и космос. 2018. №1. – С. 155-162.

3. Rukundo O., Maharaj B.T. Optimization of image interpolation based on nearest neighbour algorithm // IEEE 2014 International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP). 2014. Vol.1. – P. 641-647.

4. Gribbon K.T., Bailey D.G. A Novel Approach to Real-time Bilinear Interpolation // Proceedings of the Second IEEE International Workshop on Electronic Design, Test and Applications (DELTA 2004). 2004. – P. 126-131.

5. Hou H.S., Andrews H.C. Cubic splines for image interpolation and digital filtering // IEEE Trans. Acoustics, Speech, and Signal Processing. 1978. Vol.26. №6. – P. 508-517.

6. Johnson J., Alahi A., Li F. Perceptual losses for real-time style transfer and super-resolution // European conference on computer vision. 2016. – P. 18.

7. Shi W. Real-time single image and video super-resolution using an efficient sub-pixel convolutional neural network / W. Shi, J. Caballero, F. Huszar, J. Totz, A.P. Aitken, R. Bishop, D. Rueckert, Z. Wang // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2016. – P. 1874-1883.

8. Kim J., Kwon Lee J., Mu Lee K. Deeply-recursive convolutional network for image super-resolution // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2016. – P. 1637-1645.

9. Ledig C., Theis L., Husza F. et al. Photo-realistic Single Image Super- Resolution Using a Generative Adversarial Network // Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition. Honolulu, HI, USA. 2017. – P. 105-114.

10. Игнатьев В.Ю., Матвеев И.А., Мурынин А.Б., Усманова А.А., Цурков В.И. Повышение пространственного разрешения панхроматических спутниковых изображений на основе генеративных нейросетей // Известия РАН. Теория и системы управления. 2021. №2. – С. 62-70.

11. Romano Y., Isidoro J., Milanfar P. RAISR: Rapid and Accurate Image Super Resolution // IEEE Trans. on Comp. Imaging. 2017. Vol.3. №1. – P. 110-125.

12. Irani M., Peleg S. Super resolution from image sequences // Proceedings of International Conference on Pattern Recognition (ICPR'90). 1990. Vol.2. – P. 115-120.

13. Hong M.C., Kang M.G., Katsaggelos A.K. A regularized multichannel restoration approach for globally optimal high resolution video sequence // In SPIE VCIP, San Jose. 1997. Vol.3024. – P. 1306-1316.

14. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1979. – С. 288.

15. Goodfellow I., Pouget-Abadie J., Mirza M. et al. Generative Adversarial Networks // Proc. Intern. Conf. Neural Information Processing Systems. Montreal, Canada. 2014. – P. 2672-2680.

16. Лукьяница А.А. Нейросеть для реконструкции дефокусированных изображений // Сб. научных трудов Всероссийской научно-технической конференции «Нейроинформатика-99». 1999. Ч.3. – С. 159-164.

17. Riedmiller M. Advanced supervised learning in multi-layer perceptrons – from backpropagation to adaptive learning algorithms // Computer Standards & Interfaces. 1994. V.16. №3. – P. 265-278.

18. Igel C., Hüsken M. Improving the Rprop Learning Algorithm // Proc. of Second International Symposium on Neural Computation (NC 2000). 2000. – P. 115-121.

19. Duchi J., Hazan E., Singer Y. Adaptive subgradient methods for online learning and stochastic optimization // Journal of Machine Learning Research. 2011. V.12. – P. 2121-2159.

20. Fletcher R. Practical methods of optimization. Wiley, 2000. – 450 p.

21. Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация. М.: Мир, 1985. – 509 с.

22. Rumelhart D.E., Hinton G.E., Williams R.J. Learning representations by back-propagating errors // Nature. 1986. Vol.323. – P. 533-536.

УДК 623.09

В.А. ФРОЛОВ, кандидат социологических наук
В.Г. СОСУНОВ, кандидат технических наук
И.В. ЛОГИНОВ, кандидат технических наук

К ВОПРОСУ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ РЕКОНФИГУРАЦИЕЙ АДАПТИВНЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ВВСТ

В статье предложен подход к обоснованию интеллектуальных механизмов поддержки принятия решений при управлении реконфигурацией адаптивных многокомпонентными ВВСТ, обеспечивающий их эффективное долговременное развитие в условиях неопределенности. Применение интеллектуальных методов поддержки принятия решений предоставляет возможность повысить обоснованность выбора эффективных альтернатив планов и программ развития систем ВВСТ за счет снижения неопределенности исходных данных о их состоянии.

***Ключевые слова**: поддержка принятия решений; адаптивные системы; интеллектуальные методы; многокомпонентные ВВСТ; сопровождение жизненного цикла.*

Введение

Развитие и техническое совершенствование образцов ВВСТ привело к существенному увеличению их структурной и функциональной сложности – формированию многокомпонентных систем ВВСТ [1]. Примерами таких многокомпонентных систем являются автоматизированные системы управления, комплексные системы безопасности, распределенные ситуационные центры, облачные системы хранения и обработки данных, телекоммуникационные системы. Они могут включать в себя десятки подсистем с сотнями разнородных компонентов, находящихся к тому же на разных стадиях жизненного цикла. Широкое внедрение инфокоммуникационных технологий позволяет говорить о наличии класса таких систем ВВСТ – адаптивных многокомпонентных систем ВВСТ (далее систем ВВСТ), организованных по принципу распределенных инфокоммуникационных сред.

Для таких систем ВВСТ характерно то, что с течением времени состав и структура, перечень выполняемых ими функций перестает удовлетворять

предъявляемым требованиям [2]. Таким образом, пригодность систем ВВСТ к выполнению задач по назначению с течением времени уменьшается. Решение данной проблемы достигается управляемой целенаправленной реконфигурацией, то есть изменением состава, структуры и функций систем ВВСТ путем их модернизации и структурно-параметрической оптимизации. Применение адаптивных способов организации систем ВВСТ позволяет обеспечить большую широту применения, однако скорость изменения обстановки требует применения дополнительных компенсирующих мер.

Примером систем ВВСТ рассматриваемого класса является интегрированная система безопасности (ИСБ) военных и государственных объектов, включающая более 70 подсистем, в которой одновременно могут идти процессы модернизации и структурной перестройки по 10-15 направлениям. Для их развития и совершенствования планируется параллельное с эксплуатацией выполнение НИОКР по всем функциональным компонентам систем ВВСТ.

1. Тенденции изменения характера реконфигурации сложных систем

В настоящее время ускорение научно-технического прогресса и увеличение структурной сложности ВВСТ рассматриваемого класса приводит к тому, что характер их реконфигурации существенно изменяется. Современные тенденции развития адаптивных систем ВВСТ характеризуются:

– снижением длительности времени активного использования образцов в процессах жизненного цикла (и соответственно увеличением частоты модернизации) в среднем с 10-15 лет до 3-5 лет;

– увеличением структурной и функциональной сложности системы, количества компонентов в ее составе с 5-10 функций до 20-40 (и более);

– увеличением уровня глубины автоматизации и количества альтернатив ее реализации, которое приводит к повышению неопределенности требований и соответственно к снижению обоснованности технико-экономических эффектов на порядок;

– увеличением динамики изменения внешних условий в 2-5 раз по сравнению с периодом двадцатилетней давности, что непосредственно требует увеличения доли НИОКР в жизненном цикле систем ВВСТ.

Основные показатели систем ВВСТ (коэффициент готовности, коэффициент сохранения технической эффективности, пропускная

способность) в современных условиях изменяют свое поведение в сторону большей интенсивности деградации (с учетом соответствия реальным ситуациям применения) [2-4]. Вероятность достижения цели операции в терминах [2] также снижается. Такое поведение базовых показателей эффективности проиллюстрируем на модели типовой многокомпонентной системы.

Реконфигурируемая система ВВСТ включает в свой состав несколько образцов ВВСТ (функциональных компонентов): $S = \{s_i, \ldots, s_n\}$ [5]. Из-за изменения условий применения (например, технологических процессов объекта) пригодность образца ВВСТ s_i уменьшается (рисунок 1). При обнаружении падения пригодности выше критической $k_i < k^{\text{крит}}$ выполняется восстановление уровня пригодности $k_i = k^{\text{вост}}$ за время $t_{\text{вост}}$ путем мероприятий реконфигурации (модернизации).

Коэффициент готовности системы ВВСТ *S* может быть определен с некоторыми допущениями как средневзвешенное значение коэффициентов готовности компонентов: $K = \sum_{i=1}^{n} a_i \frac{k^{\text{вост}} + k^{\text{мин}}}{2}$, где $k^{\text{мин}}$ – минимальный уровень, до которого снижается пригодность образца ВВСТ за время обнаружения падения пригодности ниже критической $t_{\text{об}}$ и время нахождения в очереди на модернизацию.

Значение влияния современных тенденций развития систем ВВСТ поясняется рисунками 2-5. На рисунках обозначено: *n* – количество типов ВВСТ в системе; *ε* – уровень неопределенности требований; *α* – коэффициент важности образца ВВСТ в системе; *μ* – интенсивность модернизации компонентов системы ВВСТ.

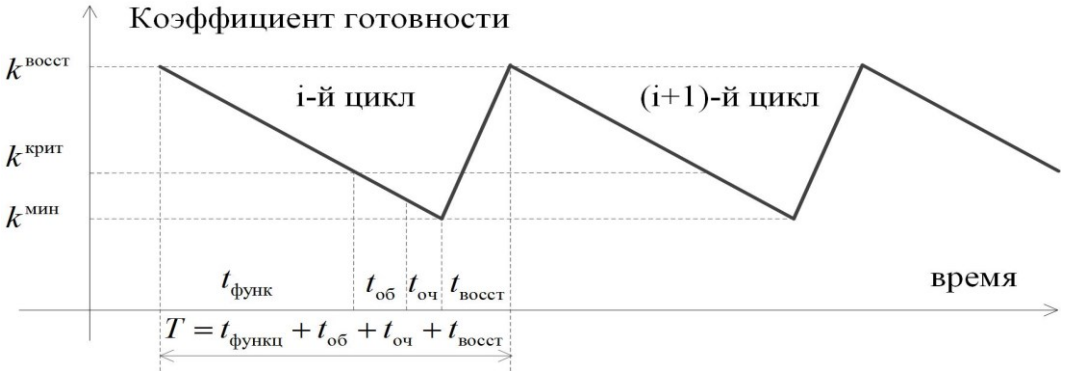


Рисунок 1 – Изменения коэффициента готовности образца ВВСТ во времени

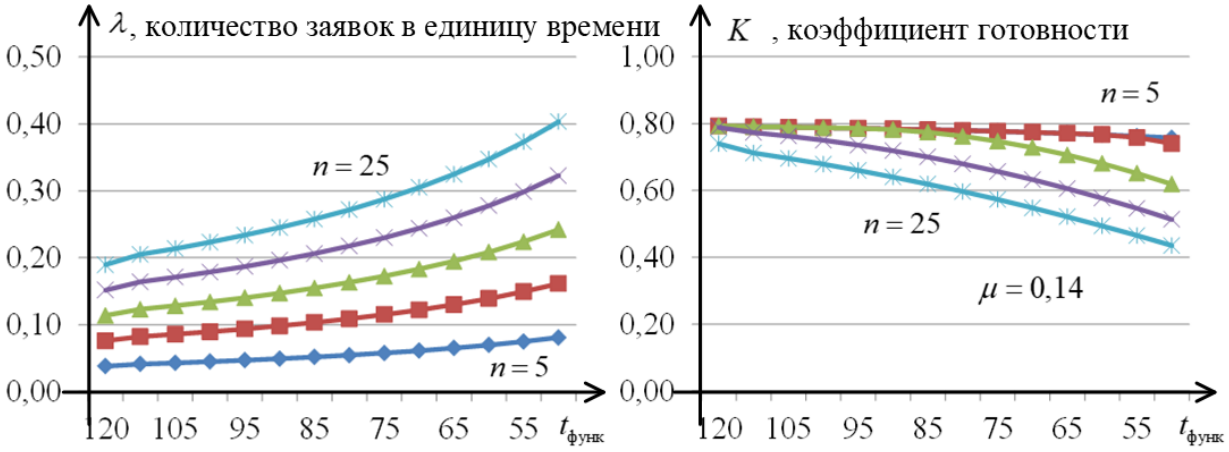


Рисунок 2 – Влияние эффекта снижения времени активного использования образцов ВВСТ

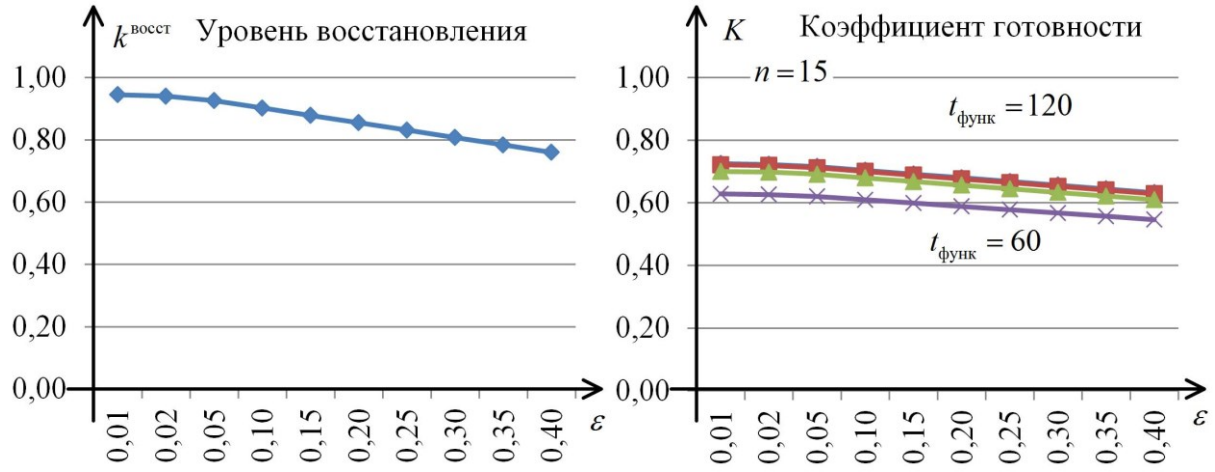


Рисунок 3 – Влияние эффекта повышения неопределенности требований к новым образцам ВВСТ

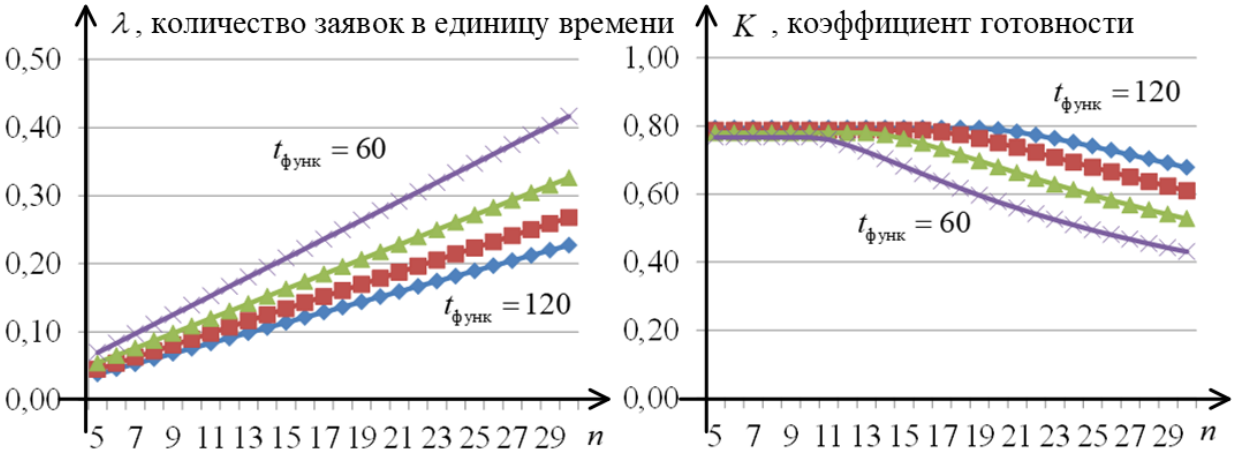


Рисунок 4 – Влияние эффекта увеличения структурной и функциональной сложности образцов ВВСТ

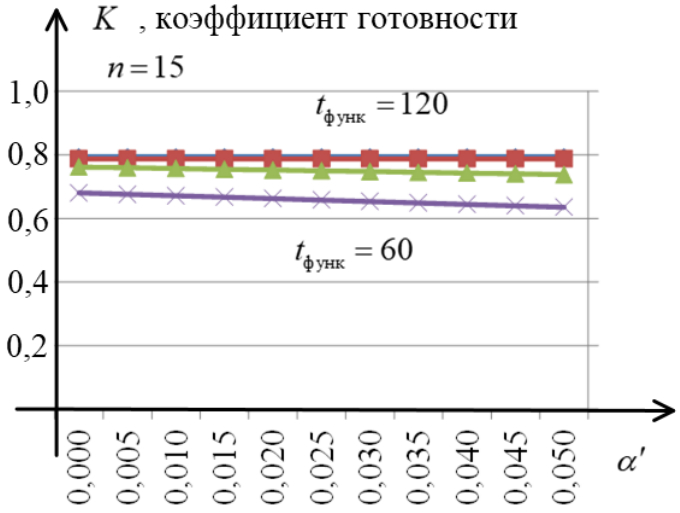


Рисунок 5 – Влияние эффекта увеличения динамики изменения внешних условий (увеличивает интенсивность изменения коэффициентов важности)

Складывающаяся ситуация приводит к следующим последствиям в области реконфигурации адаптивных систем ВВСТ – эффектам:

– увеличение длительности времени обнаружения необходимости факта реконфигурации;

– увеличение интенсивности поступления заявок на модернизацию;

– снижение уровня эффекта от реконфигурации.

Выявленные эффекты усиливаются в следующих типовых условиях применения систем ВВСТ:

– ограниченных возможностей по управлению модернизацией образцов ВВСТ из-за различных отношений принадлежности и подчиненности (взаимодействующие образцы ВВСТ в рамках адаптивной многокомпонентной системы эксплуатируются в общем случае разными подразделениями);

– разнородности применяемых компонентов (большая номенклатура технических и программных средств);

– неопределенности изменения внешних условий (источники и моменты времени поступления заявок на модернизацию не определены);

– отсутствия типовых проектных решений (из-за новизны объектов);

– значимости рисков реализации проектов модернизации и создания новых компонентов (высокая вероятность не получить необходимого решения проблемы по техническим, организационным и ресурсным ограничениям).

Пример: внедрение дополнительных подсистем в ИСБ военных объектов (контроля жизнедеятельности, видеоаналитики, отслеживания местоположения) приводит к линейному росту потребности в ресурсах администрирования и технического обслуживания, что наряду с уменьшением сроков службы новых систем требует выделенных подразделений по техническому сопровождению ИСБ (анализ, проектирование, закупки, интеграция).

Такая ситуация приводит в условиях применения существующих подходов к управлению реконфигурацией:

– к резкому снижению пригодности систем (коэффициента готовности, эффективной пропускной способности, показателя сохранения технической эффективности, коэффициента безопасности, вероятности достижения цели);

– либо к безграничному росту потребностей в ресурсах на реконфигурацию (сопровождение жизненного цикла).

При этом развитие сферы поддержки жизненного цикла многокомпонентных ВВСТ (снижение сроков проектирования, разработки, внедрения, ресурсоемкости, трудоемкости) не компенсируют снижения пригодности.

Механизмы долговременного управления развитием систем ВВСТ в условиях неопределенности описаны в работах Ю.В. Анищенкова, В.И. Бабенкова, А.И. Буравлева, С.Ф. Викулова, В.Л. Гладышевского, И.Б. Гусевой, П.И. Далекиной, Б.И. Доценко, И.Е. Казакова, К.В. Ковырзина, М.Н. Козина, А.В. Колесника, В.Н. Кузьмина, Г.А. Лавринова, О.П. Скоробогатова, Э.В. Коровина, А.В. Чарушникова и др.

Среди подходов к управлению системной динамикой в части реконфигурации следует отметить следующие направления: разработка методов управления самими процессами реконфигурации [6]; разработка методов управления структурной динамики [7]; совершенствование моделей проектирования реконфигурируемых систем[1].

Непрерывное изменение состава и структуры систем ВВСТ наблюдается в условиях длительных процедур согласования противоречивых нечетких требований к инфокоммуникационным функциям. Известный аппарат принятия решений при реконфигурации позволяет решать задачу выбора нового пригодного состояния адаптивной технической системы в условиях неопределенности только на стадии внешнего

[1] Ковалев С.П. Теоретико-категориальные модели проектирования больших информационно-управляющих систем: дисс… докт. физ.-мат. наук. М., 2013.

проектирования, а задачу анализа эффективности – только после формирования новой системы требований. В общем случае это приводит к снижению обоснованности принимаемых решений (выбираемых альтернатив) на реконфигурацию технической системы ВВСТ, а соответственно, и готовности систем к решению задач по назначению. Таким образом, можно отметить, что известный научный аппарат не обеспечивает должного учета условий неопределенности реконфигурации в условиях ограниченных ресурсов. Это обосновывает необходимость решения проблемы выбора альтернатив планов реконфигураций технических систем в условиях неопределенности воздействия внешних факторов и нечеткости описания требований к их возможностям.

2. Управление реконфигурацией многокомпонентных систем

Нелинейность взаимосвязи между управляющими воздействиями по реконфигурации систем ВВСТ (например, ИСБ военных объектов) и изменением ее потенциальных возможностей по целевому применению обусловливают ее отнесение к классу сложных организационно-технических систем. В общем случае [8] для управления реконфигурацией многокомпонентных систем может быть использована модель, представленная на рисунке 6. Модель рассмотрена на примере объектовой ИСБ [9]. В процессе управления реконфигурацией IPS_i на *i*-м цикле (при изменении внешних условий, системы угроз, защищаемого объекта) система управления MS_i выполняет мониторинг состояния ИСБ, а также окружающей среды с использованием методов мониторинга и диагностики ms_i^m. По результатам мониторинга строится оперативная диагностическая модель $\widehat{S_i}$. В рамках модели на основе анализа изменений внешней среды модифицируется система требований к ИСБ $sv^{mp}(y, z, t)$.

По результатам оценки состояния ИСБ (на основе $\widehat{S_i}$) система управления MS_i выполняет анализ сценариев развития с учетом реконфигурации. При этом формируется множество альтернатив $A_i = \{A_{ij}\}$ реконфигурации. Оценка динамики развития и эффектов модернизации ИСБ реализуется с использованием модели оценки эффективности $\widehat{S_i}$ методами поддержки принятия решений ms_i^{pl}. Результатом их применения является упорядоченный набор альтернатив $A_i = \{A_{ij}\}$ по целевому критерию. Далее разрабатывается набор управляющих воздействий по переводу ИСБ в новое состояние IPS_{i+1}.

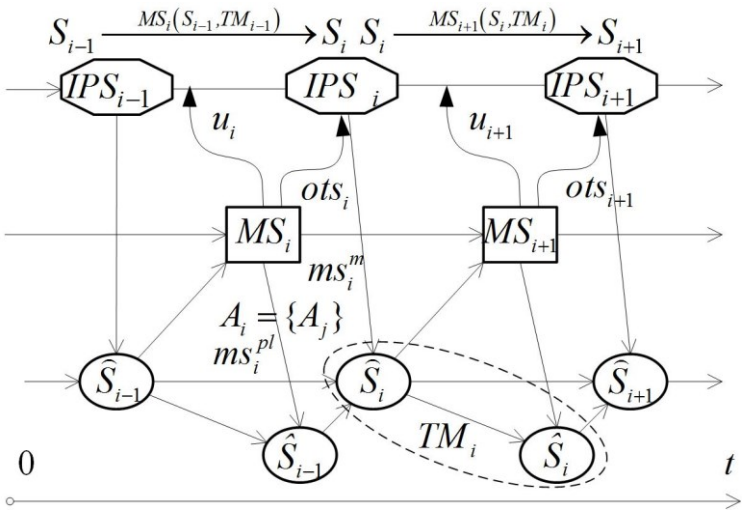


Рисунок 6 – Модель управления процессом реконфигурации многокомпонентной системой ВВСТ

Управляющие воздействия u_i трансформируют как технический u_{sm}, так и организационно-технический ots компоненты систем ВВСТ [10].

В качестве управления реконфигурацией может рассматриваться детерминированная стратегия управления g. Она задается выражением $g: MS \to U$, определяющей управление $u(y) \subseteq U$ в условиях, когда внешние воздействия на ИСБ находятся в состоянии $y \in Y$. В результате формируются управления двух типов (рисунок 7):

– параметрическое управление реконфигурацией, которое реализует минимизацию отклонения функционирования системы ВВСТ от установленных требований по противодействию угрозам в соответствии с динамикой изменения внешних условий:

$$u(y,z,t) = \underset{y \in Y}{argmin} \int_{t_1}^{t_2} \Phi\left(sv^{mp}(y,z,t), sv(ms,t)\right); R \leqslant R^{\text{доп}}, \qquad (1)$$

где Ф – решающее правило оценивания эффекта противодействия угрозам защищаемому объекту; $sv^{mp}(y,z,t)$–динамическая система требований.

– структурно-функциональное управление (соответствием возможностей по противодействию опасных ситуаций) ots, которое минимизирует отклонения реальных показателей пригодности от установленных требований на некоторый промежуток времени:

$$ots(y,z,t) = \underset{y \in Y}{argmin} \int_{t_1}^{t_2} \Phi_{ots}\left(sv^{mp}(y,z), sv(ms,t)\right); R \leqslant R^{\text{доп}}. \qquad (2)$$

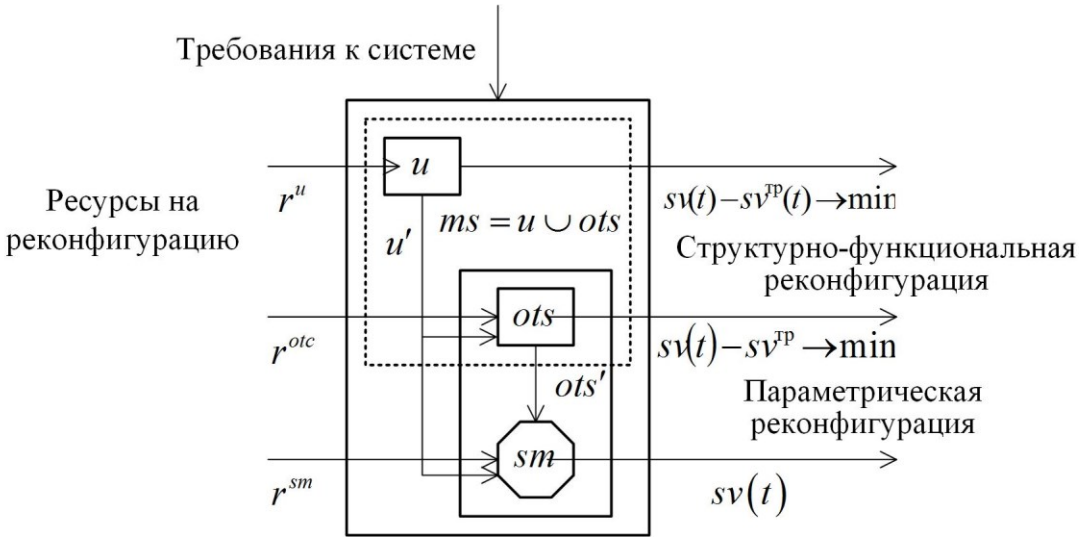


Рисунок 7 – Уровни управления процессом реконфигурации ВВСТ

3. Комплексный подход к принятию решений на реконфигурацию в условиях неопределенности

Для решения проблемы реконфигурации систем ВВСТ предлагается комплексный подход к принятию решений на реконфигурацию в условиях неопределенности на основе интегрального критерия принятия решения на реконфигурации, объединяющего критерий выбора момента реконфигурации на основе многофакторной диагностической модели из перестраиваемой системы мониторинга и критерий выбора альтернативы реконфигурации на основе максимизации интегральной ожидаемой полезности. Применение подхода реализуется в рамках поддержки жизненного цикла ВВСТ.

Для применения критерия в рамках процессов управления реконфигурацией предлагается семейство методов, решающих задачи мониторинга и анализа функционирования ВВСТ:

– метод идентификации состояния систем ВВСТ на основе ретроспективной и текущей информации, базирующийся на способах и приемах оценки взвешенного графа состояний ее компонентов, позволяющий объединять диагностические данные о состоянии объекта и внешней среды в условиях неопределенности;

– метод прогнозной оценки пригодности альтернатив ВВСТ при неопределенности изменения системных требований, базирующийся на многопараметрическом оценивании с несогласованными разнородными требованиями состояния компонентов инфокоммуникационных сред, позволяющий учитывающим неопределенность моментов времени принятия решения на реконфигурации;

– метод принятия решений на структурно-функциональную оптимизацию систем при неполноте изменяемой системы требований, базирующийся на способах и приемах стохастической оптимизации распределения ресурсов модернизации, позволяющий повысить плановость реализации мероприятий реконфигурации.

Применение представленного подхода может быть пояснено на примере интегрированной системы безопасности. Основа системной динамики ИСБ [11; 12]:

– внешняя среда: изменение модели нарушителей, изменение их технической оснащенности;

– внутренние факторы: изменение лимитов финансирования, технический прогресс.

Изменение внешней среды приводят к проявлению всех выделенных в работе эффектов: снижению длительности использования компонентов, увеличению сложности, повышению неопределенности требований и увеличению динамики внешних условий. Целевой показатель функционирования интегрированной системы безопасности – коэффициент безопасности. По своей физической сути коэффициент безопасности может рассматриваться как аналог коэффициента готовности (коэффициента сохранения технической эффективности).

Рассмотрим характерную ситуацию: количество компонентов в ИСБ увеличивается в 1,5 раза; настолько же снижается длительность использования компонентов. Это приводит к увеличению в 2,25 раза количества необходимых ресурсов на функционирование системы, либо к снижению коэффициента безопасности на 25% за счет увеличения интенсивности заявок на реконфигурацию компонентов. Суммарный эффект от применения интегрального критерия для рассматриваемой ситуации управления реконфигурируемой интегрированной системой безопасности составляет 8-12% от значения коэффициента безопасности за счет более раннего выявления моментов реконфигурации,

формирования оптимальных планов в условиях неопределенности. Если рассмотреть эффект в объемах сэкономленных ресурсов, то он составляет около 27-41%.

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают, что применение интеллектуальных методов поддержки принятия решений позволяет в общем случае повысить обоснованность выбора эффективных альтернатив реконфигурации систем ВВСТ за счет снижения неопределенности исходных данных о состоянии внешней среды.

Выводы и перспективы исследования

В статье представлена характеристика адаптивных многокомпонентных ВВСТ. Предложен подход к обоснованию интеллектуальных механизмов поддержки принятия решений при управлении системами ВВСТ, обеспечивающий эффективное долговременное развитие адаптивных систем ВВСТ в условиях неопределенности. Применение интеллектуальных методов поддержки принятия решений предоставляет возможность повысить обоснованность выбора эффективных альтернатив планов и программ развития ВВСТ за счет снижения неопределенности исходных данных о состоянии системы вооружения и военно-технической обстановки. Полученные результаты могут быть использованы при совершенствовании механизмов поддержки жизненного цикла многокомпонентных системы ВВСТ.

Список использованных источников

1. Жуков Г.П., Викулов С.Ф. Военно-экономический анализ и исследования операций. М.: Военный финансово-экономический факультет, 1981. – 260 с.

2. Петухов Г.Б., Якунин В.И. Методологические основы внешнего проектирования целенаправленных процессов и целеустремленных систем. М.: АСТ, 2006. – 504 с.

3. Чарушников А.В., Кузьмин В.Н., Дрещинский В.А. Инновационный методический подход к моделированию и оцениванию эффективности космических систем // Инновации. 2015. №9(205). – С. 7-11.

4. Методология программно-целевого планирования развития системы вооружения на современном этапе. Ч.1,2 / Под ред. В.М. Буренка. М.: Граница, 2013. – 520 с.

5. Буравлев А.И., Доценко Б.И., Казаков И.Е. Управление техническим состоянием динамических систем. М.: Машиностроение, 1995. – 240 с.

6. Павлов А.Н. Методологические основы решения проблемы планирования структурно-функциональной реконфигурации сложных объектов // Известия вузов. Приборостроение. 2012. Т.55. №11. – С. 7-12.

7. Охтилев М.Ю., Мустафин Н.Г., Миллер В.Е., Соколов Б.В. Концепция проактивного управления сложными объектами: теоретические и технологические основы // Известия вузов. Приборостроение. 2014. Т.57. №11. – С. 7-15.

8. Zou Bowen, Yang Ming, Yoshikawa Hidekazu, Lu Honghing. Evaluation of physical protection systems using an integrated platform for analysis and design // IEEE Transactions on systems, mans and cybernetics systems. 2017. Vol.47. №11. – P. 2945-2955.

9. Еременко В.Т., Рытов М.Ю., Голембиовская О.М., Рязанцев П.Н. Комплексные системы защиты информации предприятия. Орел: ФГБОУ ВО ОГУ, 2016. – 116 с.

10. Гришаков В.Г., Логинов И.В. Управление динамической реконфигурацией ИТ-инфраструктуры в меняющихся условиях // Информационные системы и технологии. 2016. №3(95). – С. 13-22.

11. Garcia M.L. The design and evaluation of physical protection systems. Boston: Butterworth-Heinemann, 2001. – 336 p.

12. Рыжова В.А. Проектирование и исследование комплексных систем безопасности. СПб.: НИУ ИТМО, 2012. – 157 с.

ВОЕННАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 35.089.7

С.Ф. ВИКУЛОВ, доктор экономических наук, профессор
Е.В. ГОРГОЛА, доктор экономических наук, профессор
В.Н. ШАХРАЙ

К ОЦЕНКЕ ВОИНСКОГО ТРУДА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ И В ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ СОЦИАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ ГОСУДАРСТВА

Статья посвящена реализации на практике социальной политики государства (военно-социальной политики) в сфере обеспечения обороны страны в процессе реформирования постсоветского общества. Анализируются критерии и показатели оценки уровня жизни военнослужащих и их семей, определяются наиболее острые проблемные зоны и негативные тенденции, приведшие к деградации ВС РФ в начале 2000-х, характеризуются принимавшиеся в те годы меры и их последствия. В статье рассматриваются как действующие подходы к оценке воинского труда и уровня социально-экономического обеспечения военнослужащих в условиях современной России, вновь ведущие к снижению жизненного уровня защитников отечества, так и принципы и основные контуры системного подхода к решению этой важнейшей социальной проблемы общества.

***Ключевые слова**: оценка воинского труда; денежное довольствие; средняя заработная плата; социально-экономическое обеспечение военнослужащих; военно-социальная политика.*

Формирование новой экономической системы, которую мы пытаемся строить с начала 1990-х гг., неизбежно в центр внимания ставит вопрос о её социально-экономических целях и положении граждан, о соотношении экономического и социального развития, сущности и путях решения социальных проблем. Поэтому в новой Стратегии национальной безопасности Российской Федерации в первой же статье особо подчеркнуто: «Конституцией Российской Федерации закреплены фундаментальные ценности и принципы, формирующие основы российского общества, безопасности страны, дальнейшего развития России в качестве правового социального государства, в котором высшее значение имеют соблюдение и защита прав и свобод человека и гражданина, повышение благосостояния народа, защита достоинства граждан

Российской Федерации (далее – граждане). Только гармоничное сочетание сильной державы и благополучия человека обеспечит формирование справедливого общества и процветание России»[1].

При этом социальная политика в условиях создания социального государства на основе рыночной экономики является важнейшим функциональным элементом государственного регулирования. В свою очередь, одной из главных задач данного этапа выступает формирование в стране социальной опоры общества, т.е. среднего класса.

К основным признакам принадлежности к среднему классу относятся: определенный уровень денежных доходов, владение движимым и недвижимым имуществом, социальный и профессионально-квалификационный статус, соответствующий уровень образования. Если исходить из размера дохода и социального статуса в обществе, то к среднему классу в СССР можно было причислить, во-первых, представителей высшей интеллигенции (политических деятелей, высших работников государственного аппарата, высших офицеров, деятелей прессы, известных адвокатов, выдающихся ученых, писателей, дипломатов, актеров и др.); во-вторых, представителей технической интеллигенции, причастной к наиболее важным отраслям народного хозяйства, офицеров в-третьих, представителей интеллигенции, занятой в гуманитарной сфере жизни общества и квалифицированных рабочих. Однако, по мнению Р.В. Рывкиной, применительно к СССР, в отличие от России с её рыночной экономикой, можно говорить лишь о «псевдосреднем» классе, так как тогда даже самые богатые люди не представляли собой субъектов рынка [1].

И вот этот «псевдосредний класс» в результате рыночных реформ в постперестроечной России был отброшен далеко назад не только по уровню доходов и имущественным критериям, но по социальному статусу и роли в обществе, и еще больше по морально-психологической самоидентификации. Наиболее болезненно это сказалось на офицерском составе Вооружённых Сил Российской Федерации. Не имея других источников доходов, возможности поменять род, сферу, отрасль деятельности, офицеры оказались беззащитными в условиях надвигающегося рынка. Системный кризис в обществе, крах политической системы едва не привели к полной потере обороноспособности государства. По словам

[1] Указ Президента Российской Федерации от 2 июля 2021 г. №400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации».

тогдашнего Министра обороны Российской Федерации С.Б. Иванова, поскольку офицерский корпус – основа любой армии, его деградация и распад означают фактический распад военной организации государства.

Но самое опасное заключалось в том, что многие годы о Вооруженных Силах не было никакой реальной заботы, не было и моральной поддержки, что подрывало нравственную мотивацию воинской службы, дух патриотизма и воинские традиции, создававшиеся веками. Обществу искусственно навязывалась неолиберальная мораль, разлагающая армию и, в первую очередь, убивающая веру в идеалы у офицерского состава. Сложилось устойчивое мнение о непривлекательности военной службы, в результате – количество досрочно уволенных офицеров еще в 2005 году составляло более 14,5 тыс. человек, а это почти 80% от общего количества уволенных. Разумеется, это отрицательно сказывалось на укомплектованности офицерских должностей, которая составляла на тот момент только 88%[2].

В кризисные 1990-е не только в несколько раз упала покупательная способность рубля, не только резко сократился военный бюджет, но и финансирование его статей стало нерегулярным из-за низкой наполняемости казны. В результате задержки с выплатой денежного довольствия, военных пенсий, выходных пособий стали повседневным явлением и составляли в среднем 3-6 месяцев, а в некоторых гарнизонах и частях и того больше. Офицерские семьи выживали как могли: офицеры по ночам «таксовали», разгружали вагоны, устраивались в торговые кооперативы, работали кочегарами, сторожами в детских садах, охранниками в магазинах. Выдержали этот позорный период развала нашей армии и флота не все. Правда, в начале 2000-х наконец стабилизировались выплаты денежного содержания, были попытки увеличить его размеры, чтобы вывести офицерский состав из зоны малообеспеченных.

В январе 2001 года расчетное значение прожиточного минимума среднестатистической семьи офицера было равно 3 115 руб. в месяц, а ее номинальные доходы – 2 024 руб. в месяц. Средний коэффициент обеспеченности офицерской семьи в России оказался равным 0,51. Увеличение денежного довольствия в 2002-2003 гг. существенно положение дел не изменило, а с учетом отсутствия индексации в 2004 году – уровень

[2] Выступление Министра обороны РФ С.Б. Иванова на совещании руководящего состава Вооруженных Сил // Красная звезда. 2005. №208.

доходов вновь обнаружил тенденцию к снижению [2]. По словам Министра обороны, в 2004 году 34% семей военнослужащих имели среднедушевые доходы ниже прожиточного минимума, принятого в регионах (у гражданских по стране – 17,8%). Около 90 тыс. не были обеспечены постоянным и примерно 45,5 тыс. – служебным жильем[3].

Можно констатировать, что Вооруженные Силы Российской Федерации выстояли в условиях тех реформ, не растеряв основ своего боевого потенциала. Выстоял и офицерский корпус, хотя «потери» оказались достаточно серьезными. Принятые меры в 2000-2003 гг. несколько поправили положение как в материальном, так и в социальном плане, что в немалой степени приостановило отток офицерского состава, особенно младшего, способствовало, в целом, стабилизации социально-экономического положения в армии и на флоте. Увеличение денежного содержания военнослужащих с 1 июля 2002 года привело к тому, что на момент его введения доходы военнослужащих возросли в 1,4-1,5 раза. Однако, по признанию Министра обороны, реальные доходы военнослужащих и их жизненный уровень в результате инфляции, повышения цен на электроэнергию, жилье и коммунальные услуги в 2004 году вновь снизились до уровня 2002 года, даже с учетом индексации, проведенной в 2003 году.

Если прожиточный минимум семьи из 3-х человек на 1 января 2003 года составлял 6 226 руб., то, применительно к военным, только начиная с должности командира батальона денежное довольствие офицера, имеющего неработающую жену и ребенка, позволяло говорить о каком-то приблизительном материальном благополучии. Даже денежное довольствие старших офицеров (включая должность командира дивизии и ей равные) не дотягивали (и существенно) до уровня семейного бюджета относительно высокого достатка (бюджет высокого достатка в 2004 году составлял не менее 40 тыс. руб. на человека), а у командира батальона, например, (13,9 тыс. руб. на члена семьи с двумя детьми – 0,80 от прожиточного минимума на тот момент) он был в 2 раза ниже. С 1 января 2003 года оклады по воинским званиям возросли до размера надбавок за квалификационный разряд государственных служащих. Среднее возрастание величины оклада по воинскому званию составило

[3] Из доклада Министра обороны Российской Федерации С. Иванова на сборе руководящего состава армии и флота «Основные итоги подготовки Вооруженных Сил РФ в 2004 учебном году, перспективы их строительства и развития на период до 2016 года» // Армейский сборник. 2004. №12. – С. 10-11.

примерно 50% или около 6-10% общего размера денежного довольствия, но реально были скомпенсированы лишь инфляционные потери за полгода, прошедшие с предыдущего повышения в июле 2002 года. По сведениям Госкомстата России, рост потребительских цен составил во втором полугодии 2002 года 7,3%. Ещё одно «техническое» повышение денежного довольствия состоялось с 1 октября 2003 года: на 11% возросли оклады по воинским должностям и воинским званиям. При этом индекс роста потребительских цен составил в 2003 году 12%[4].

И здесь нужно обратить внимание на следующий нюанс. В условиях трансформации экономики России сложилась ситуация, когда подавляющее большинство доходов имело рентное происхождение (75%), 20% приходилось на долю прибыли и лишь 5% на долю труда, что заранее предопределяло возрастающую степень неравенства за счет незаработанных доходов [3]. Но само функциональное распределение уже не определяло содержание распределения доходов среди индивидуумов, так как не показывало источники личных доходов и их сравнительные величины.

При этом офицерский состав, наследуя великую славу героических Вооруженных Сил страны, в то же время в своем абсолютном большинстве не имел ни законных прав на подработку, ни какой-либо социальной поддержки, ни источников рентных доходов. Офицер мог рассчитывать только на денежное довольствие, которого иногда просто едва хватало на еду. Командование соединений и частей как могло пыталось помочь за счет натурального продовольственного пайка, договоренностей с местными производителями о возможности поставки овощей в ходе уборки своими силами по бросовым ценам.

И здесь необходимо заметить, что доля доходов рабочих и служащих в национальном доходе является одним из важнейших показателей экономического благосостояния, так как свидетельствует о максимизации или минимизации потребления населения и служит важнейшим критерием социальной ориентированности экономики. Фактически в макроэкономическом аспекте доля заработной платы в национальном доходе страны представляет собой рентабельность труда на макроуровне (термин введен В.В. Новожиловым [4]).

[4] https://www.politpros.com/journal/read/?ID=2182&journal=132

На долю заработной платы в большинстве развитых стран приходится более 55% ВВП, в частности, в США в начале 1990-х гг. доля заработной платы в валовом внутреннем продукте составляла 59%, а в России – приходилось всего 23%. Выделяется в этом ряду разве что Япония, где доля заработной платы ниже, чем в США, на 15-17 процентных пунктов [5]. Более того, с ухудшением экономической ситуации в стране заработная плата у нас имела стойкую тенденцию к снижению. Расчеты Госкомстата за 2000 год, исходя из полученной суммы ВВП и начисленной суммы заработной платы, при использовании в расчётах сопоставимых данных (за базу принята доля оплаты труда в ВВП 1990 г.) показывают следующие значения доли заработной платы в ВВП: 1992 год – 36,7%; 1994 год – 22,9%; 1996 год – 22,0%; 1998 год – 22,6%; 2000 год – 36,6% (таблица 1).

Однако, эта тенденция сохранилась и даже тогда, когда ВВП стал расти. Таким образом, налицо снижение доли оплаты в ВВП за период реформирования экономики. Но если более низкая доля оплаты труда наемных работников, например, в ВВП Японии вполне объясняется увеличением доли, направляемой на накопление, то в России возникла парадоксальная ситуация, когда в результате роста ВВП снижалось и потребление населения, и одновременное валовое накопление. В СССР значительная доля прироста дохода в годы развертывания гонки вооружений шла на военные нужды (от 15 до 30% ВВП), и тогда низкий уровень потребления населения [6] был вполне объясним.

Таблица 1 – Динамика структуры личных доходов в России (в %)[5]

	1990 г.	1996 г.	1998 г.	2000 г.	
				Официальные данные	Расчет
Оплата труда	76,7	66,5	64,8	61,4	36,6
Социальные трансферты	14,7	14,0	13,4	14,4	6,4
Предпринимательские доходы от собственности	6,2	18,4	20,0	23,0	54,6
Другие доходы	2,7	1,1	1,8	1,2	2,4

[5] Социальное положение и уровень жизни населения России. М.: Госкомстат РФ, 2001. – С. 103.

Поскольку денежное содержание большинства офицеров российской армии в то время не превышало среднего уровня зарплаты по стране, можно было с уверенностью сказать о том, что фактически основная масса офицерского состава практически до начала 2010-х гг. по уровню доходов и имущественным критериям никак не могла быть отнесена к среднему классу (рисунки 1, 2). Лишь старший офицерский состав, причем далеко не весь, находился в его нижних пределах. Следует заметить, что даже с учетом паритета покупательной способности оклады денежного содержания младшего офицерского состава в развитых странах вписывались (и вписываются в настоящее время) в нижние границы среднего класса.

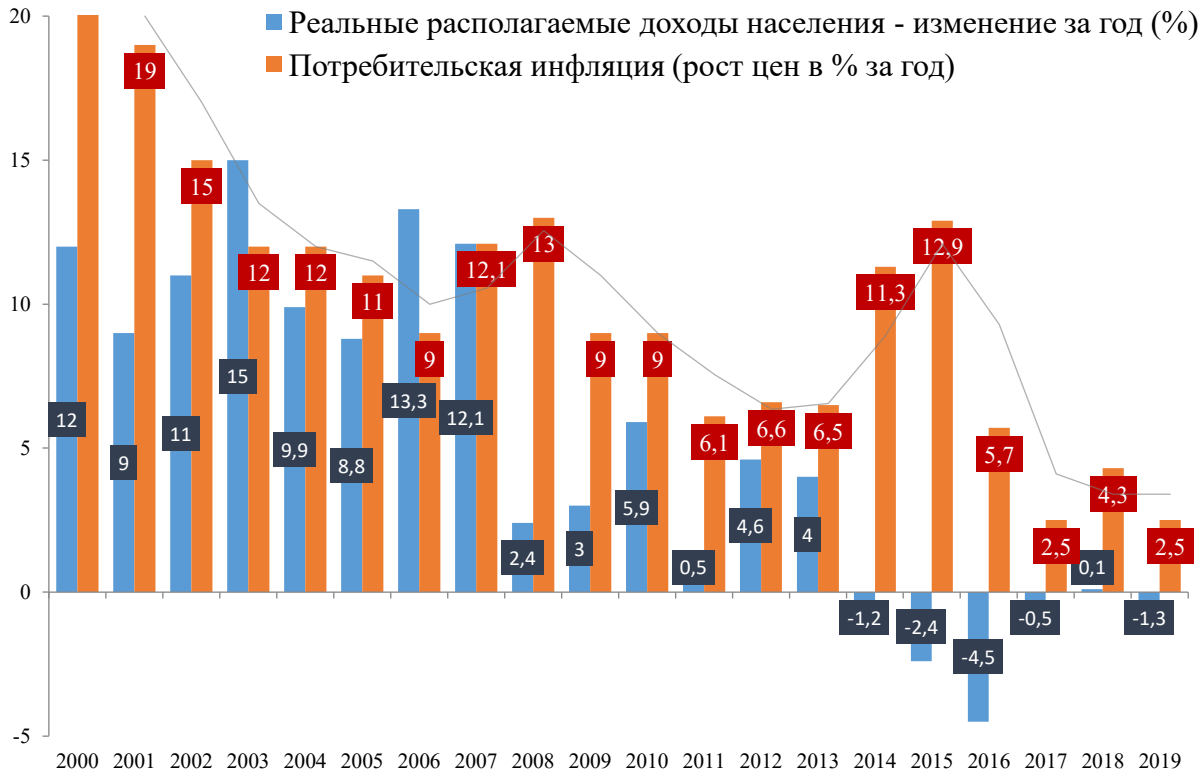


Рисунок 1 – Динамика доходов населения РФ 2000-2019 гг.[6]

[6] https://zen.yandex.ru/media/russiastatistika/kak-menialis-realnye-dohody-rossiian-s-2000-po-2020-god-5f1321d1112f9063f6bbe842

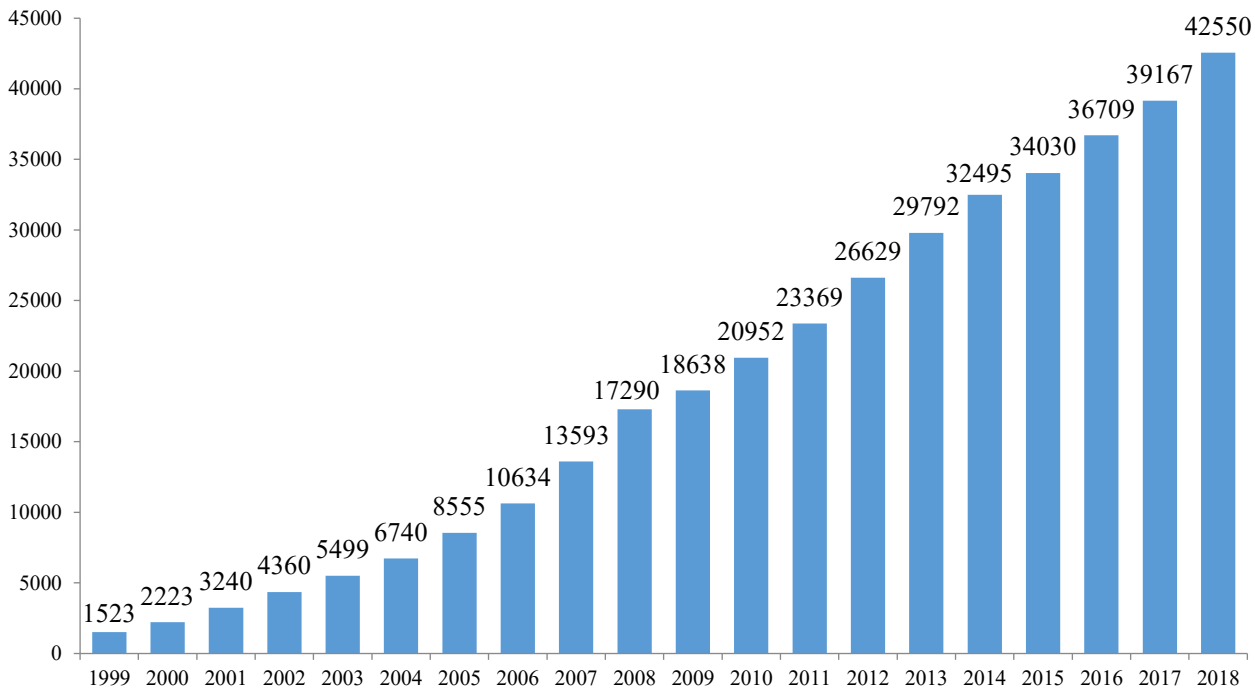


Рисунок 2 – Средняя заработная плата в РФ 1999-2018 гг. (в руб.)[7]

Однако, с 2006 года экономика страны начинает развиваться все более активно, вслед за этим начали расти и доходы у всего населения, кроме защитников Отечества. И с каждым годом это отставание становилось все более явным и несправедливым. До 2008 года, пока не случился всемирный кризис, ежегодный рост доходов составлял в среднем 12%. Несмотря на высокую инфляцию, граждане действительно имели приличную надбавку к уровню своего дохода. Справедливости ради отметим, что несмотря на кризис, доходы населения заметно не пострадали (только заметно выросла дифференциация населения по уровню доходов), но вот катастрофическое положение военных стало еще более заметно (близки к истине были тогдашние расхожие сравнения: когда водитель троллейбуса получала больше командира атомной подводной лодки, а командир роты – меньше уборщицы в банке). И только реформа 2010 года позволила офицерскому составу получать сравнительно достойную денежную компенсацию их труда, когда базовая ставка начальных офицерских должностей стала равной средней зарплате по стране.

[7] https://visasam.ru/russia/rabotavrf/sredniaya-zarplata-v-rossii-po-godam.html

После кризиса страна успела оправиться только к 2011 году, но несмотря на тяжелую экономическую ситуацию, ежегодный прирост ВВП все же составлял от 2,5 до 5%. Однако с 2014 года по сегодняшний день негативная тенденция снижения доходов населения пока не преодолена. «Антирекордные» показатели были в 2016 году, когда было зафиксировано падение доходов граждан в 4,5%. С того времени доходы граждан упали на 8%, а нынешняя кризисная ситуация, вызванная пандемией, может только усугубить положение населения. По данным «Интерфакса», в 2020 году наблюдалось самое серьезное падение с 1998 года. Только в первом полугодии 2020 года реальные доходы граждан сократились на 3,7%. В то же время доля официальных зарплат на средних и крупных предприятиях страны выросла с 45,8 до 46,8%. Зарплаты в России в реальном выражении росли и в пандемию, увеличились на 2,5% за 2020 год[8].

В связи с этим даже поверхностного взгляда достаточно, чтобы понять, что не увеличивавшиеся более 10 лет размеры окладов денежного содержания профессиональных военных стали заметно отставать, особенно по параметрам среднедушевых доходов населения страны. Поясним, ниже приведены средние размеры денежного дохода некоторых категорий офицерского состава:

воинское звание «капитан», оклад «по званию» составляет 12 290 руб. С учетом надбавок за региональное расположение и выслуги, средний доход составляет около 66 тыс. руб.;

воинское звание «майор», оклад «по званию» составляет 12 850 руб. С учетом всех надбавок средняя заработная плата составляет около 70 тыс. руб.;

воинское звание «подполковник», оклад «по званию» составляет 13 408 руб., а с учетом всех предполагаемых надбавок и выплат – около 80 тыс. руб.;

воинское звание «полковник», базовый оклад «по званию» составляет 14 526 руб. С учетом всех надбавок и выплат – около 95 тыс. руб.[9]

В то же время средняя зарплата по стране в 2020 году составила 48 390 руб., а по данным Госкомстата в 1-ом квартале 2021 года средняя заработная плата по стране составила 55 208 руб., а в

[8] https://www.rbc.ru/newspaper/2021/04/30/608abee49a79476629102b9b
[9] https://vumo.mil.ru/Socialnye-garantii/Denezhnoe-dovolstvie-mery-socialnoj-podd

высокотехнологичных отраслях (сфера информационных технологий, которой практически сейчас соответствует труд современных военных) – до 88 825 руб. При этом средний денежный доход на душу населения в первые три месяца 2021 года составил 32 612 руб., что больше на 3%, чем в период январь-март 2020 года[10].

Таким образом, если в семьях капитана, майора, подполковника, даже полковника есть дети и, как правило, неработающая (либо, работающая, но получающая мизерную зарплату) жена, то чтобы получать средний доход, они должны получать от 96 тыс. руб. (если ребенок один). Иными словами, денежное довольствие военных профессионалов становится опять все менее привлекательным и несоответствующим реальным потребностям офицерских семей.

Кстати сказать, военная служба, являясь особым видом государственной службы, по оплате труда все никак не «доберется» по уровню до оплаты труда чиновников соответствующего уровня. А их в стране практически на порядок больше, чем офицеров. Количество сотрудников, занимающих должности в государственных органах, составляет примерно 682 000 человек, в муниципальной службе занято 307 000 сотрудников.

В 2021 году, по подсчетам специалистов, средний заработок у этих госслужащих дойдет до положенного минимума. Их доход в среднем должен составить примерно 9 прожиточных минимумов, что в рублевом выражении равняется 80 тыс. руб. в месяц (как у подполковника!). А к среднему заработку у офицерского состава приравнено денежное довольствие капитана – командира роты, т.е. 66 тыс. руб.

В ближайшем будущем также ожидается дальнейшее повышение оплаты труда госслужащим. По предварительным данным, на эти цели из бюджета планируется выделить 462 млрд. руб. В 2021 году средняя заработная плата чиновников была удвоена. Помимо этого, предусматривается выплата квартальных премий и разного рода доплат. Часть средств будет выплачена за счет индексаций, которые были заморожены, начиная с 2015 года[11].

[10] https://rosstat.gov.ru/labor_market_employment_salaries?print=1
[11] https://visasam.ru/russia/rabotavrf/zarplata-chinovnikov.html

Однако, профессиональных военнослужащих это не касается, несмотря на значительное повышение требований к боевой готовности и боеспособности войск в последнее время, усиление интенсивности боевой учебы, обострение военно-политической обстановки и актуализацию военных угроз.

Таким образом, можно констатировать, что денежные доходы важнейшего компонента военной организации общества – офицерского корпуса, а соответственно, его самоопределение и самоощущение в системе нынешних социальных отношений, понимание своего места и роли в обществе далеки от комфортных, не обеспечивают удовлетворение соответствующих потребностей профессиональных военных и членов их семей.

При этом социально-экономическая ситуация в стране, осложненная не только пандемией, но и гибридной агрессией Запада против России, явно не способствует формированию провозглашенной в Конституции модели социального (а значит, в первую очередь, справедливого) государства. Вместо широкой социальной основы общества – в лице среднего класса – действующая экономическая модель способствует только углублению дифференциации населения по уровню доходов.

При этом средний класс – это не просто определенный уровень материального комфорта, а социальная установка; число индивидов, разделяющих эту установку, будет неизменно сокращаться, если она не найдет некоторой опоры в действительности. В 1990 году лишь 20% населения считало, что страна управляется в интересах богатых, к 2000 году уже 80% придерживалось этой же точки зрения. Однако именно средний класс определяет рациональную структуру доходов и свидетельствует о благосостоянии большинства населения [7].

Социально-экономические условия, сложившиеся в ходе российских либеральных реформ в 1990-е годы, не только не способствовали формированию среднего класса, но привели к усилению обнищания граждан: около 50% населения, обладая определенным адаптационным потенциалом (в первую очередь, образовательным и квалификационным), по уровню доходов и сбережений фактически должны были быть отнесены к группе выживания.

Хотя официальная статистика не полностью учитывает реальные доходы всех групп населения, несомненно, что за 90-е годы структура

населения России по уровню благосостояния принципиально изменилась. Выделилась группа богатых и даже супербогатых, существенно усилилось различие между богатыми и другими социальными группами, выделилась значительная группа бедных. Данные о распределении доходов по их среднедушевой величине (доход до 150 долл. США в месяц получало 92% населения) свидетельствовали, что в России вместо среднего формировался класс бедноты[12]. И этот процесс только углублялся. По оценкам банка Credit Suisse, к 2020 году в руках 1% самого богатого населения России уже было сосредоточено 57% общего финансового благосостояния в стране, что является самым удручающим показателем по выборке ключевых стран (в среднем по миру – 44%). По неравномерности распределения богатства Россия оставляет позади практически все развитые государства, за исключением США[13].

Следовательно, корректировка параметров социальной политики в направлении создания российского среднего класса, безусловно, способна обеспечить как рост его благосостояния и эффективность его влияния на социально-экономические процессы, так и повышение уровня жизни населения, в конечном счете.

Не последняя роль при этом отводится офицерскому корпусу Вооруженных Сил, обеспечивающему гарантии национальной безопасности, носителю великих ратных традиций, способного реально влиять на морально-психологическую обстановку и в Вооруженных Силах, и в стране, в целом.

В период реформ резко снизились показатели образовательного ценза призывников. Если в середине 1980-х годов более 90% призывников имели среднее и незаконченное высшее образование, то в 1996 году только 54%, (из них: 18% – 9 классов, 26% – 8 классов, 2% – начальное образование). Это сказалось и на качестве руководящих (командных) кадров, времени освоения техники, степени боевой готовности Вооруженных Сил. Но данная тенденция к настоящему моменту оказалась преодолена, (хотя претензий к качеству образования сейчас очень много) более того, почти 20% призывников приходит служить срочную службу с высшим образованием, что

[12] Социальное положение и уровень жизни населения России. – С. 123.

[13] https://www.rline.tv/news/2021-06-10-rossiya-stala-mirovym-rekordsmenom-po-raznitse-dokhodov-bogatykh-i-bednykh/

позволило реально повысить боеготовность и боеспособность Вооруженных Сил в последние годы[14].

Таким образом, общая численность населения, его структура, уровень культуры и профессиональной подготовки граждан, мобильность трудовых ресурсов и другие демографические факторы, т.е. социальный потенциал общества, оказывал и оказывает огромное влияние на социально-экономическую и политическую жизнь общества, на важнейшие показатели безопасности страны и в современных условиях выдвигают ряд острейших проблем перед Российским государством.

Решение этих задач напрямую связано с особым вниманием к офицерскому корпусу Вооруженных Сил, продвижением его по социальной «лестнице», обеспечению его функционирования в обществе как полноценного представителя среднего класса, поскольку именно средний класс, его развитие является ключевым моментом в улучшении демографической ситуации по всем показателям.

Однако, невзирая на высокий уровень образования[15], достаточно высокую квалификацию и управленческий уровень конкурентоспособность профессии военного – этого воистину золотого фонда нации – продолжает снижаться и, в первую очередь, за счет отставания прежней системы оценки воинского труда, реформирование которой, как и всей сферы социально-экономического обеспечения военнослужащих, уже явно назрело и это также в полном соответствии со статьей 33 Стратегии национальной безопасности РФ[16] о задачах «в сфере сбережения народа России и развития человеческого потенциала», как одной из важнейших целей государственной политики (см. рисунок 3).

---

[14] https://ria.ru/20170111/1485498332.html

[15] В США отдача на уровень образования (оцениваемый обычно по суммарному количеству лет обучения) значительно выше: так, если на домохозяйства, главы которых имеют полное среднее образование, приходился в 1999 г. средний доход в размере 35 744 долл. в год, то при наличии у главы семьи среднего специального образования средний доход повышается до 49 279 долл., при получении степени бакалавра – до 64 406 долл., при наличии степени магистра – до 74 476 долл., а при получении докторской степени – до 97 325 долл. (Statistical Abstract of the United States. – N.Y.: U.S. Census Bureau, h. 434.).

[16] Указ Президента Российской Федерации от 2 июля 2021 г. №400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации».

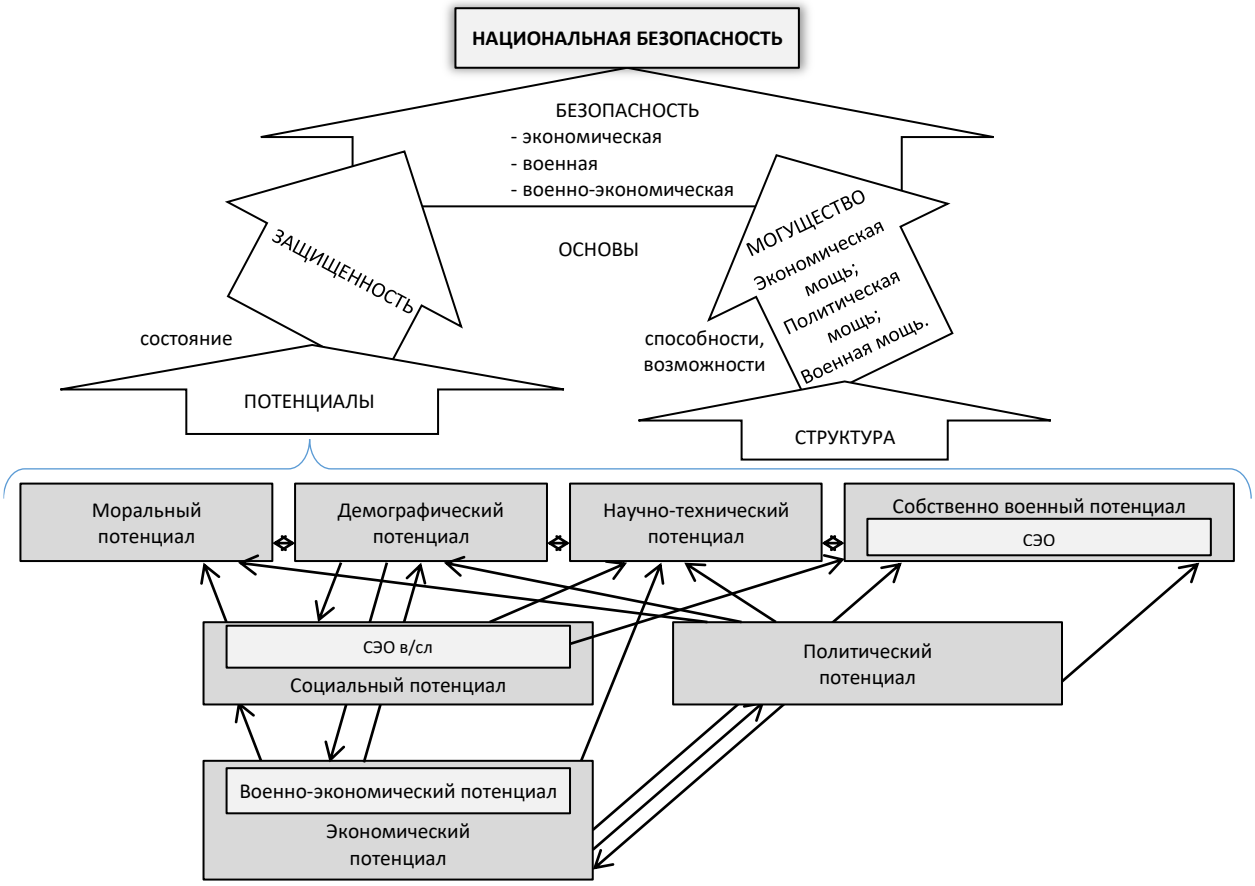


Рисунок 3 – Роль и место социально-экономического обеспечения военнослужащих в системе формирования могущества государства

При этом нельзя не вспомнить, что отмена большинства существенных льгот в 2003 и 2005 годов или замена их компенсациями в контексте общефедеральных мер, фактически означали необходимость создания для Вооруженных Сил такой системы компенсаций, которая соответствовала бы реальным ограничениям, обусловленным условиями военной службы, а, с другой стороны, была бы адекватна их стоимостной оценке посредством рыночных механизмов. Последовавшая их отмена в 2010 году стала точкой отсчета для последующего их восстановления, но уже с параметрами, действительно соответствующими реальным условиям службы профессиональных военных.

Кроме того, в условиях последовательного нарастания децентрализации материального обеспечения войск и сил флота, объективно стали просматриваться следующие тенденции в области социально-экономического обеспечения:

- резко ухудшившееся в 1990-е – начале 2000-х состояние материальной базы, а значит и качество квартирно-эксплуатационного, медико-санитарного, торгово-бытового, культурно-просветительного, санаторно-курортного обеспечения, а также их отставание от современных требований и достигнутого уровня НТП в данных сферах, сделало задачу их реального реформирования при существующей системе социально-экономического обеспечения настолько затратной, что она становилась практически невыполнимой. А поскольку сюда добавились необходимость реконструкции таких устаревших объектов социальной сферы армии и флота, состоящих на балансе, как детские сады, общеобразовательные учреждения, быткомбинаты и т.д., то стало ясно, что действовавшая система не позволит достичь современного качества данных услуг даже при очень больших капиталовложениях. И только реформа денежного довольствия 2010-2012 гг. (пусть и не такая радикальная) позволила достаточно резко повысить уровень социально-экономического обеспечения военнослужащих и членов их семей за счет их повысившихся доходов;

- общефедеральные программы улучшения пенсионного обеспечения в какой-то степени затронули и проблемы военных пенсионеров, тем не менее обеспечение достойных условий жизни военнослужащих, уволенных в запас и находящихся в отставке, в условиях социального рыночного хозяйства должно иметь адекватные ему подходы, тем более, что совокупные доходы домохозяйств военных пенсионеров никак несравнимы с уровнем среднего класса, даже с его нижней границей (чтобы соответствовать среднедушевому уровню доходов офицеру надо уходить на пенсию минимум с 29 тарифного разряда, т.е. с должности заместителя командира мотострелковой / танковой дивизии, конечно, большинство офицеров до таких должностей не дослуживается);

- требуется дальнейшее совершенствование системы страхования жизни и здоровья военнослужащих, поскольку, например, ряд профессиональных заболеваний военнослужащих не связывается с военной службой и ее особенностями, хотя военный профессионал мог их получить только в этот период.

Мы уже обращали внимание на необходимость продуманной, просчитанной системы законов по социально-экономическому обеспечению, согласованное, скоординированное исполнение которых позволит синхронно создавать все элементы системы обеспечения, добиваться от них максимальной эффективности в контексте современных задач военного строительства, а также социальных ориентиров и национальных приоритетов сегодняшнего российского общества.

В качестве вывода, по реальной оценке воинского труда и уровня социально-экономического обеспечения военнослужащих и членов их семей в начале 2020-х годов можно с уверенностью говорить, о том, что оно вновь подводит защитников отечества (а большое количество военных пенсионеров уже подошло) и их семьи к черте малоимущих, и без комплексного, системного подхода к его реформированию решить эти проблемы невозможно.

Список использованных источников

1. Рывкина Р.В. Экономическая социология переходной России. Люди и реформы. М.: Дело, 1998. – С. 325.
2. Глазьев С. Социально-экономический смысл бюджета – 2005 // Российский экономический журнал. 2004. №9-10. – С. 8.
3. Костылева Л.В. Неравенство населения России: тенденции, факторы, регулирование: монография. Вологда: Институт социально-экономического развития территорий РАН, 2011. – 223 с.
4. Новожилов В.В. Проблемы измерения затрат и результатов при оптимальном планировании. М.: Наука, 1972. – 434 с.
5. Иноземцев В.Л. Пределы догоняющего развития. М.: Экономика, 2000. – С. 124, 238.
6. Новикова В.О. Возможно ли справедливое распределение доходов? // Экономист. 2003. №4. – С. 67.
7. Тощенко Ж.Т. О квазиконсолидации российского общества // Общество и экономика. 2003. №1. – С. 119.

УДК 330.42

Н.В. ФИРОВ, доктор экономических наук, профессор
А.Н. ФИРОВ, кандидат экономических наук

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПОСТРОЕНИЯ МНОГОФАКТОРНЫХ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ОГРАНИЧЕННОМ ОБЪЕМЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

В статье предложены методические положения разработки многофакторных экономико-математических моделей в условиях существенного ограничения объема исходных данных. Формулы расчета коэффициентов для рассмотренных в статье линейной и степенной функций получены в результате решения системы уравнений, отражающих принятое допущение, что отношение частной производной функции по одному из факторов к частной производной функции по другому фактору равно отношению коэффициентов важности этих факторов, установленных по результатам обработки данных экспертного опроса. Построенные таким образом частные модели для всех парных сочетаний изделий сводятся по предложенному в статье алгоритму к единой итоговой модели. Методические положения имеют высокий уровень обобщения и могут быть реализованы не только применительно к линейной и степенной функциям, но и в отношении моделей других видов. Приведен пример построения двухфакторной модели для одного из видов изделий ракетно-космической техники.

***Ключевые слова**: экономико-математическая модель; неопределенность; коэффициент важности; корреляционный и регрессионный анализы.*

Вопросам прогнозирования посвящено множество работ, где решались как общетеоретические [например, 1-4], так и специфические задачи [5-7 и др.]. Тем не менее, по ряду направлений и аспектов еще остались нерешенные вопросы. Это относится в том числе к методическому обеспечению прогнозирования затрат на разработку, производство и эксплуатацию образцов ВВТ (в дальнейшем стоимостных показателей).

Изменения в системе ценообразования, значительное снижение объема и темпов работ по созданию перспективных образцов ВВТ, их систем и агрегатов (в дальнейшем изделий) существенно отразились на объеме актуализированных статистических данных, используемых при стоимостных оценках. Несмотря на множество способов приведения стоимостных показателей к единым сопоставимым условиям, объем выборки, как правило, является недостаточным для применения методов

корреляционного и регрессионного анализов. Проблема ограниченности исходных данных усугубляется тем, что стоимостные показатели рассматриваемых изделий зависят, как правило, от множества факторов, а построение адекватных многофакторных моделей, в свою очередь, требует дальнейшего увеличения необходимого объема исходных данных.

Указанные трудности при построении многофакторных моделей обусловили широкое применение на практике чрезмерно упрощенных моделей, что негативно отражается на достоверности прогнозных оценок и, как следствие, обоснованности принимаемых решений в области развития ВВТ.

Сложившееся положение обусловило актуальность важной научно-практической задачи разработки новых нетрадиционных подходов к построению многофакторных экономико-математических моделей прогнозирования стоимостных показателей изделий в условиях недостаточной информации для применения статистических методов ее обработки.

Здесь, в первую очередь, следует смягчить проблему неопределенности, которая как объективный фактор всегда присутствует при исследовании экономических процессов. При этом, как известно, объективную неопределенность невозможно устранить ни углубленным анализом, ни усложнением математического аппарата. Здесь требуется поиск дополнительной информации, ранее не используемой при построении таких моделей, и способов ее учета.

Один из подходов к частичному разрешению указанной проблемы при разработке экономико-математических моделей прогнозирования стоимостных показателей изделий предложен в работе [8], где рекомендуется использовать дополнительную информацию по результатам обработки данных экспертного опроса. В работе показано, что «для построения адекватной модели и проведения на ее основе достаточно корректного прогноза, достаточно знать лишь тип (вид) зависимости между анализируемыми величинами. Переход от качественных описаний закономерностей к формированию количественных отношений между величинами на точном математическом языке может быть осуществлен непосредственно при построении моделей». В качестве типовых моделей рассмотрены линейные и степенные зависимости, наиболее часто используемые в практике оценки и прогнозирования стоимостных показателей.

Сравнительный анализ степеней влияния факторов на функцию, с одной стороны, можно провести на основе сопоставления частных производных функции. С другой стороны, такое сопоставление можно провести на основе обработки данных экспертного опроса на предмет важности факторов в плане их влияния на стоимостные показатели изделий. Очевидно, что результаты анализов указанными способами должны быть идентичны (сопоставимы). Исходя из этого, делается очевидное допущение: «соотношения коэффициентов важности факторов, установленных по результатам обработки данных экспертного опроса, равно отношению частных производных функции по этим параметрам» [8].

Рассмотрим два вида моделей:
степенную

$$C = b_0 \cdot P_1^{b_1} \cdot P_2^{b_2} \cdot \ldots \cdot P_i^{b_i} \cdot \ldots \cdot P_n^{b_n}, \quad (1)$$

линейную

$$C = a_0 + \sum_{i=1}^{n} a_i \cdot P_i, \quad (2)$$

где *C* – некоторый экономический показатель (затраты на разработку изделия, затраты на его производство, трудоемкость изготовления изделия и т.п.);
$\{P_i\}$ – характеристики изделия, $i = \overline{1,n}$;
a_0, b_0, a_i,b_i, – коэффициенты.

Примем, что в результате обработки данных экспертного опроса известны коэффициенты относительной важности характеристик ($V_i, i = \overline{1,n}$), отражающие степень их влияния на показатель «C» и удовлетворяющие условию:

$$\sum_{i=1}^{n} V_i = 1. \quad (3)$$

С учетом введенных обозначений принятое допущение имеет вид:

$$\frac{V_j}{V_i} = \frac{dC/dP_j}{dC/dP_i}, \; i = \overline{1,n}; \; j = \overline{1,n}. \quad (4)$$

Введем такое понятие, как «нормированный коэффициент относительной важности характеристики» – ($W_{j/i}$). Это показатель приведения коэффициента важности *j*-й характеристики к коэффициенту важности *i*-й характеристики, рассчитываемый по формуле:

$$W_{j/i} = \frac{V_j}{V_i}. \quad (5)$$

Рассмотрим степенную модель вида (1), в отношении которой условие (4) с учетом (5) примет вид:

$$W_{j/i} = \frac{b_j}{b_i} \cdot \frac{P_i}{P_j}. \quad (6)$$

Пусть имеются фактические данные по двум изделиям: «А» и «В». В результате решения системы уравнений:

$$C^A = b_0 \cdot \prod_{i=1}^{n} (P_i^A)^{b_i};\ C^B = b_0 \cdot \prod_{i=1}^{n} (P_i^B)^{b_i} \quad (7)$$

с учетом множества соотношений (6) можно определить значения коэффициентов b_0, b_i:

$$b_i = \frac{lnC^B - lnC^A}{\frac{P_i^A}{P_i^B} \cdot \sum_{j=1}^{n} W_{j/i} \cdot \frac{P_j^B}{P_j^A} \cdot ln\frac{P_j^B}{P_j^A}}, \quad (8)$$

$$b_0 = \frac{C^A}{\prod_{i=1}^{n} (P_i^A)^{b_i}}, \text{ либо } b_0 = \frac{C^B}{\prod_{i=1}^{n} (P_i^B)^{b_i}}. \quad (9)$$

При применении линейной модели расчет коэффициентов a_0 и a_i необходимо проводить по следующим формулам:

$$a_i = \frac{\Delta C}{\sum_{j=1}^{n} W_{j/i} \cdot \Delta P_j},\ \forall i = \overline{1, n}. \quad (10)$$

$$a_0 = C^B - \sum_{i=1}^{n} a_i \cdot P_i^B, \text{ либо } a_0 = C^A - \sum_{i=1}^{n} a_i \cdot P_i^A, \quad (11)$$

где

$$\Delta C = |C^B - C^A|,\ \Delta P_j = \left|P_j^B - P_j^A\right|. \quad (12)$$

Для определения коэффициентов относительной важности можно использовать любой из известных методов экспертного опроса. Однако полагаем, что лучше всего здесь применять метод собственных значений Т. Саати [9], где в основе определения коэффициентов важности характеристик лежат данные их парных сравнений, сформированные экспертами на основе использования вербально-числовых шкал. Это наиболее простая форма отражения предпочтений экспертов, а избыточная информация матриц снижает влияние ошибок элементарных операций сопоставления факторов.

Таким образом, для построения предложенным методом многофакторной зависимости стоимостного показателя от основных характеристик изделия требуются данные только по двум ранее разработанным образцам, что является его важнейшим и неоспоримым достоинством. Однако, если существует информация о третьем и последующих образцах, то она здесь оказывается невостребованной и при построении модели не используется.

Складывается ситуация, где, с одной стороны, для решения проблемы неопределенности и недостаточности данных для разработки моделей мы вынуждены использовать дополнительную информацию экспертного опроса. С другой стороны, имеющиеся фактические данные по ранее разработанным изделиям используются не в полном объеме.

Такое положение недопустимо. Один из способов использования всей имеющейся информации, которой, однако, еще недостаточно для применения корреляционного и регрессионного анализов предложен ниже.

Пусть имеются фактические данные по трем изделиям «A», «B» и «D».

На основе предложенного выше способа с использованием данных по парам изделий: «A»-«B», «A»-«D» и «B»-«D» можно построить три зависимости: $C = f_{AB}(\{P_i\})$, $C = f_{AD}(\{P_i\})$ и $C = f_{BD}(\{P_i\})$, соответственно.

Иллюстрация таких зависимостей в двухмерном пространстве представлена на рисунке 1.

Прогнозирование стоимостного показателя в данном случае можно проводить на основе всех трех моделей и получением в дальнейшем некоторой средней оценки. Однако более уместным представляется вывод некоторой единой модели: $C = f^*(P)$. Ее построение можно осуществить на основе методов корреляционного и регрессионного анализов вследствие увеличения массива исходных данных.

Как видно из рисунка 1, учет фактических данных по третьему проекту и полученные при этом зависимости позволяют расширить объем исходных данных для построения итоговой расчетной модели за счет трех дополнительных точек (проектов) с расчетными значениями стоимостного показателя: C_P^A, C_P^B, C_P^D.

При информации по четырем проектам объем исходных данных можно расширить до 16 позиций, а при наличии фактических данных по пяти проектам – до 35. Это обеспечит, как показывает опыт, построение приемлемых трех и шести факторных моделей, соответственно.

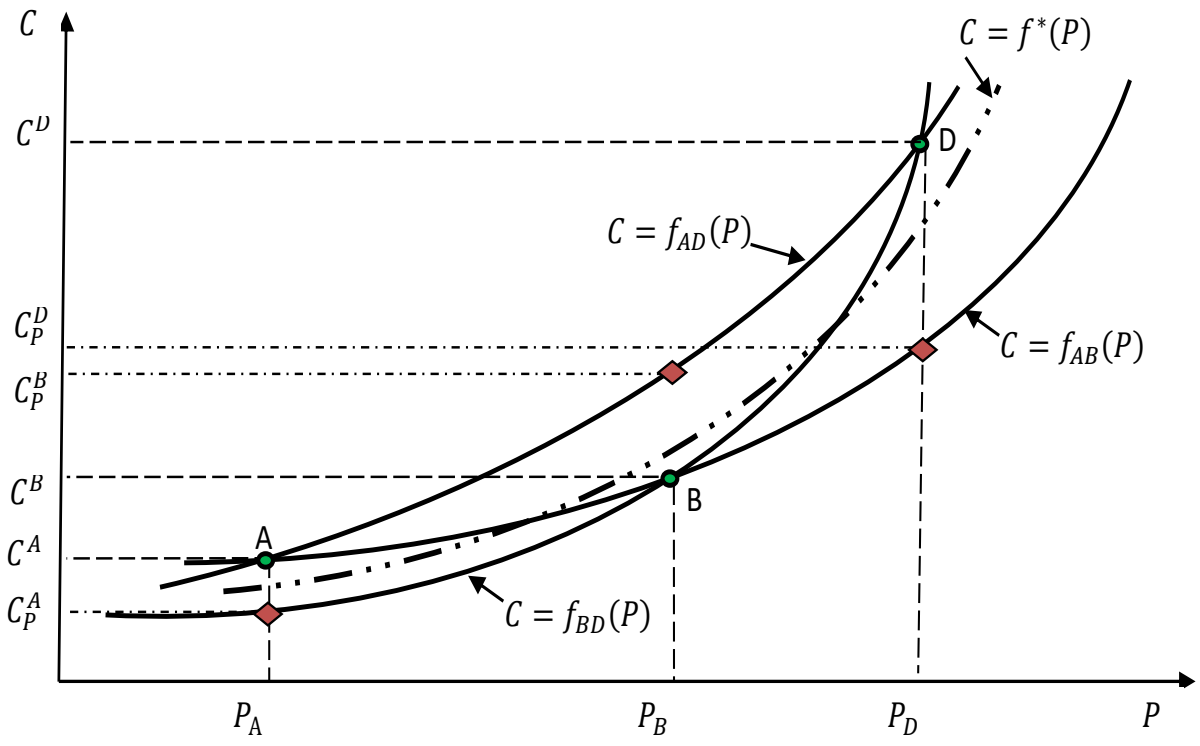


Рисунок 1 – Графическая иллюстрация зависимостей стоимостного показателя изделия от его характеристики

Ниже приведен пример разработки двухфакторной зависимости стоимостного показателя одного из изделий ракетно-космической техники от его характеристик при наличии данных по трем ранее реализованным проектам, представленным в таблице 1. При этом на основе данных экспертного опроса приняты следующие значения коэффициентов относительной важности характеристик:

$$V_{P_1} = 0{,}55;\ V_{P_2} = 0{,}45.$$

На основе приведенных данных для каждой пары наблюдений по формулам (8) и (9) можно рассчитать коэффициенты b_0, b_1, b_2 и построить следующие зависимости:

$$C_{f_{AB}} = 8{,}00 \cdot P_1^{2{,}06} \cdot P_2^{1{,}13}, \quad (13)$$

$$C_{f_{BD}} = 8{,}16 \cdot P_1^{2{,}79} \cdot P_2^{0{,}81}, \quad (14)$$

$$C_{f_{AD}} = 9{,}05 \cdot P_1^{1{,}83} \cdot P_2^{1{,}16}. \quad (15)$$

Таблица 1 – Исходные данные для построения зависимостей стоимостного показателя изделия от его основных характеристик

Условное наименование изделия	Характеристики изделия, усл. ед.		
	$C_{\text{факт}}$	P_1	P_2
«A»	52,7	194,2	3
«B»	68,2	225	5
«D»	90,3	334	10

Тогда значения стоимостных показателей изделий «D», «A», «B», рассчитанные по формулам (13), (14) и (15), соответственно, составят:

$$C_{\text{р}}^{D} = 101{,}96;\ C_{\text{р}}^{A} = 57{,}44;\ C_{\text{р}}^{B} = 65{,}17.$$

Далее на основе традиционных способов с использованием соответствующего программного обеспечения, имея данные по шести проектам (три фактических и три расчетные), строится окончательная обобщенная зависимость стоимостного показателя от основных характеристик изделия – $C = f^{*}(P)$. Так, например, линейная модель в рассматриваемом случае будет иметь вид:

$$C = 31{,}13 + 0{,}045P_1 + 5{,}089P_2. \qquad (16)$$

Совокупный коэффициент корреляции при этом достигает величины 0,995. Согласно критерию Фишера модель адекватна с гарантией 95%.

Следует отметить, что изложенный подход применим для построения моделей оценки и прогнозирования показателей не только экономического, а технического, социального и любого иного содержания. При этом могут использоваться не только линейные или степенные функции. Методические положения имеют высокий уровень обобщения и могут найти, по нашему мнению, широкое применение.

Список использованных источников

1. Викулов С.Ф. Военно-экономический анализ. М.: Воениздат, 2001. – 350 с.
2. Глущенко В.В. Прогнозирование. М.: Вузовская книга, 2005. – 206 с.
3. Саркисян С.А., Ахундов В.М., Минаев Э.С. Большие технические системы. Анализ и прогноз развития. М.: Наука, 1977. – 350 с.
4. Кузык Б.Н, Кушилин В.И., Яковец Ю.В. Прогнозирование, стратегическое планирование и национальное программирование. – М.: Экономика, 2011. – 606 с.
5. Лавринов Г.А. Состояние и тенденции развития методов военно-экономического обеспечения реализации планов развития вооружения и военной техники // Вооружение и экономика. 2012. №4(20).
6. Нестеров А.А. Об оценке стоимости образца вооружения и военной техники с учетом коэффициента военно-технического уровня // Вооружение и экономика. 2017. №3.
7. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Программно-целевое планирование и управление созданием научно-технического задела для перспективного и нетрадиционного вооружения. М.: Издательский дом «Граница», 2007. – 408 с.
8. Фиров А.Н. Разработка экономико-математических моделей в условиях ограниченной статистической информации // Вопросы региональной экономики. 2010. №2.
9. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. – 316 с.

УДК 331.108.26

А.В. БАБКИН
А.Г. ПОДОЛЬСКИЙ, доктор экономических наук, профессор

К ВОПРОСУ О РАЦИОНАЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Изложена суть основных принципов использования трудовых ресурсов для создания научно-технической продукции военного назначения организациями оборонно-промышленного комплекса. Приведены вербальная и формализованная постановки двух задач, решение которых направлено на рациональное использование трудовых ресурсов. Первая задача затрагивает работников подразделений, непосредственно участвующих в выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а вторая – работников подразделений общехозяйственного и общепроизводственного назначения.

***Ключевые слова**: научно-техническая продукция; научно-исследовательская работа; опытно-конструкторская работа; трудовые ресурсы; трудоемкость.*

В связи с развитием науки и техники, совершенствованием средств и способов ведения боевых действий происходит постоянное усложнение образцов вооружения, военной и специальной техники, что способствует росту затрат трудовых и финансовых ресурсов на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также на их производство. Это обусловливает повышение требований к обоснованности не только прогнозной цены, но и трудоемкости создания научно-технической продукции военного назначения (НТПВН).

Важность повышения обоснованности трудоемкости создания НТПВН обусловлена следующими основными обстоятельствами. Во-первых, в создании НТПВН участвует значительное количество работников различных специальностей организаций оборонно-промышленного комплекса (ОПК), от напряженности работы которых зависит продолжительность выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), в свою очередь влияющая на их трудоемкость.

Во-вторых, трудоемкость применяется для определения размера фонда заработной платы, являющегося базой для расчета величины отчислений на социальные нужды, размера накладных расходов, если в соответствии с принятыми в организации правилами учета

не установлен иной порядок, которые, в свою очередь, учитываются при обосновании величины прибыли.

В-третьих, уровень обоснованности трудоемкости оказывает непосредственное влияние на реализуемость мероприятий и эффективность использования трудовых и финансовых ресурсов. Так, занижение трудоемкости приводит к срыву запланированных сроков выполнения мероприятия и дефициту денежных средств, а ее необоснованное завышение – к неэффективному использованию трудовых ресурсов и перерасходу бюджетных средств.

В-четвертых, в процессе подготовки заключения о прогнозной цене на НТПВН военные представительства Минобороны России (ВП МО) зачастую сталкиваются с недостаточно объективным обоснованием трудоемкости НИОКР, что приводит к значительным противоречиям между организациями ОПК и ВП МО, а также к затягиванию сроков начала выполнения государственных контрактов.

В существующих публикациях вопросам использования трудовых ресурсов организаций уделяется существенное внимание. В них приводятся научно-методический аппарат оценки трудоемкости выполнения НИОКР, способы мотивации и стимулирования трудовой деятельности, а также рассматриваются различные аспекты управления персоналом, в том числе оценки и управления интеллектуальным трудом [1-6].

Что касается оптимизации численности персонала организации, то она в существующих немногочисленных публикациях сводится к проведению анализа штатного расписания, расстановки кадров, наличия вакансий, совмещения и дробления ставок, формированию табличных форм для проверки соответствия выполняемых функциональных обязанностей должностной инструкции, а также к оценке степени участия работника в выполняемых заданиях, его загруженности и результативности [7].

Кроме того, в [8] предложен порядок проведения работ по определению оптимальной численности персонала организации, включающий: анализ выполняемых подразделениями функций и загрузки, их численности и производительности труда работников, определение количества работников, которых следует сократить, и подход к сокращению - «жесткий» или «мягкий».

Общим недостатком указанных публикаций является то, что в них отсутствуют вербальная и формализованная постановки задачи

оптимизации численности персонала, являющиеся неотъемлемой частью любой оптимизационной задачи.

Таким образом, существующий методический аппарат в области управления трудовыми ресурсами организации требует своего дальнейшего развития в целях обеспечения рационального использования трудовых ресурсов, направляемых на создание НТПВН, что будет способствовать повышению эффективности расходования бюджетных средств.

Это обусловило актуальность данной статьи, в которой изложены основные принципы использования трудовых ресурсов организаций ОПК и приведены вербальная и формализованная постановки задачи, решение которой обеспечит рациональное использование специалистов, выполняющих работы по созданию НТПВН.

Для правильной постановки задачи рационального использования трудовых ресурсов, направляемых на создание НТПВН, необходимо первоначально сформировать систему принципов, которыми следует при этом руководствоваться. Основными из них являются:

1. Определение состава и количества трудовых ресурсов должно осуществляться исходя из целевого их использования для осуществления работ, направленных на решение запланированных в НИОКР задач.

Практическая реализация данного принципа будет способствовать предотвращению как занижения количества привлекаемых трудовых ресурсов с целью минимизации трудоемкости, что негативно отражается на качестве продукции и может привести к превышению запланированных сроков выполнения мероприятия, так и к завышению трудоемкости, которое сопровождается снижением напряженности выполнения работ, а, следовательно, и производительности труда.

2. При формировании состава и количества трудовых ресурсов, привлекаемых к выполнению НИОКР, следует соблюдать баланс интересов заказчика и исполнителя.

Суть баланса интересов в сфере использования трудовых ресурсов состоит в том, что заказчик стремится, с одной стороны, минимизировать свои расходы за счет сокращения трудозатрат исполнителя контракта, а с другой - обеспечить его реализуемость. При этом следует учитывать, что, во-первых, контракт невозможно выполнить в запланированные сроки при занижении трудоемкости, во-вторых, исполнитель, решая при создании инновационной продукции новые сложные научно-технические и

производственно-технологические задачи (подзадачи), стремится минимизировать риск срыва запланированного срока создания научно-технической продукции за счет увеличения трудоемкости выполнения НИОКР.

Одним из путей достижения указанного баланса интересов является разработка и применение межведомственных методик (методических рекомендаций), адекватность которых обеспечивается взаимной проверкой методического аппарата организациями ОПК, отраслевыми научно-исследовательскими организациями, научно-исследовательскими организациями Минобороны России и ВП МО.

3. Определение состава и количества трудовых ресурсов, привлекаемых к выполнению НИОКР, должно базироваться на результатах декомпозиции НИОКР на составные части – научные, инженерно-технические и производственно-технологические задачи (подзадачи), а также разрабатываемого образца на системы и подсистемы.

В основе декомпозиции НИОКР должны лежать сформулированные заказчиком научные и технические задачи, а также детализирующие их требования, записанные в техническом задании, в формировании которых участвуют промышленные предприятия, конструкторские бюро, испытательные центры и полигоны, а также научно-исследовательские организации.

Суть метода декомпозиции состоит в делении целого на составные части, позволяющем раскрыть структуру образца, а также перечень основных видов работ, которые необходимо выполнить для решения задач и подзадач. При этом каждой подзадаче нижнего уровня декомпозиции, а в случае, если задача не декомпозирована на подзадачи - каждой задаче ставится в соответствие условная типовая работа, которая может носить многоразовый характер, что позволяет учесть такую специфику научных исследований, как повторяемость работ, связанных с экспериментами, моделированием и др. [5].

Четкая привязка трудовых ресурсов к работам, которые необходимо осуществить, позволяет: при формировании состава и количества трудовых коллективов учесть основные особенности реализации различных этапов создания НТПВН, а также специфику решаемых на них задач (подзадач); целевым образом распределять работников научных, конструкторских и других подразделений по задачам и подзадачам; осуществлять рациональное распределение во времени работников, обеспечивая минимизацию трудоемкости выполнения НИОКР.

Выполнение указанных принципов способствует повышению уровня обоснованности формирования состава и количества трудовых ресурсов организаций ОПК, привлекаемых для создания НТПВН, минимизации противоречий между исполнителем и заказчиком, а также повышению эффективности расходования бюджетных средств.

Изложенные принципы носят системный характер и положены в основу постановки задачи рационального использования трудовых ресурсов организаций ОПК, приведенной ниже.

Для обеспечения рационального использования трудовых ресурсов организаций ОПК их необходимо разделить на две группы, в первую из которых входят работники, непосредственно участвующие в выполнении конкретных НИОКР, а во вторую – работники, занятые общепроизводственными и общехозяйственными работами.

Основное отличие деятельности работников, занятых в научных и инженерно-технических подразделениях (первая группа работников), и работников, занятых в подразделениях управления и финансово-хозяйственной деятельности (вторая группа работников), заключается в том, что в первой группе подразделений работа носит, как правило, существенно более творческий характер и может повторяться только в отношении однотипных составных частей конструкции образцов, имеющих общее функциональное назначение, например, крыло, элерон, авионика, а во второй группе преобладают стандартные операции. В связи с этим для работников подразделений первой группы можно сформировать перечень типовых видов работ, носящих научно-технический характер, а для работников подразделений второй группы - управленческий и финансово-хозяйственный характер.

Предположим, что задана численность работников, которые могут быть привлечены к решению задач и подзадач в ходе выполнения НИОКР, а также составлен перечень типовых видов работ, выполняемых работниками научных и конструкторских подразделений, а также работниками подразделений общехозяйственного и общепроизводственного назначения.

Учитывая разделение работников на две указанные группы и введенное предположение, задача рационального использования трудовых ресурсов организации ОПК разбивается на две подзадачи, первая из которых охватывает трудовые ресурсы подразделений, непосредственно занятых выполнением НИОКР, а вторая – трудовые ресурсы

подразделений общехозяйственного и общепроизводственного назначения. Рассмотрим их суть.

Особенностью первой задачи является то, что работы, выполняемые научными и конструкторскими подразделениями, взаимосвязаны между собой и осуществляются на длительном отрезке времени, достигающем пяти лет и более. При этом часть работ выполняется параллельно, а часть последовательно. Процесс их выполнения во времени представляется в виде сетевого графика.

В силу того, что при выполнении НИОКР решаются новые научно-технические и производственно-технологические задачи, зачастую носящие уникальный характер, то не представляется возможным достоверно определить продолжительность и трудоемкость работ по их решению. При этом, чем выше сложность решаемой задачи, тем значительней неопределенность продолжительности выполнения соответствующих работ и их трудоемкости, которая может характеризоваться средним квадратическим отклонением.

Так как часть работ выполняется параллельно и от продолжительности выполнения одних работ зависят сроки начала других работ, а, следовательно, и общая продолжительность НИОКР, а также учитывая то, что продолжительности различных работ, в общем случае, имеют разную степень неопределенности, то в условиях ограниченных человеческих ресурсов возникает задача их такого распределения между работами во времени, которое обеспечивает минимум продолжительности НИОКР.

Учитывая вышеизложенное, задача рационального использования трудовых ресурсов формулируется следующим образом.

Требуется найти рациональное распределение во времени трудовых ресурсов подразделений организации между работами, непосредственно выполняющих НИОКР, которое позволит в условиях ограниченности численности работников соответствующих подразделений и неопределенности трудозатрат на решение научно-технических и производственно-технологических задач в процессе создания научно-технической продукции минимизировать продолжительность выполнения НИОКР (первая подзадача) и определить рациональное количество работников подразделений общехозяйственного и общепроизводственного назначения, обеспечивающее минимум трудоемкости выполняемых ими работ (вторая подзадача).

Сформулированные подзадачи решаются независимо друг от друга.

Формализованная постановка первой подзадачи имеет вид:

$$t_{\Pi}^{*} = \min_{\substack{Q_{ij},\\ i=\overline{1,N},\\ j\in\Omega_{Pi}}} t_{\Pi}\left(R_i(\Delta t_i), Q_{ij}, \sigma_{ij} \middle| i = \overline{1,N}, j \in \Omega_{Pi}\right),$$

$$\mathrm{T}_i\left(R_i(\Delta t_i), Q_{ij}, \sigma_{ij} \middle| j \in \Omega_{Pi}\right) \le \mathrm{T}_i^{\circ}, i = \overline{1,N},$$

где: t_{Π}^{*} – минимальная продолжительность выполнения НИОКР;
$t_{\Pi}\left(R_i(\Delta t_i), Q_{ij}, \sigma_{ij} \middle| i = \overline{1,N}, j \in \Omega_{Pi}\right)$ – общая продолжительность выполнения НИОКР, зависящая от перечня работ $R_i(\Delta t_i)$, выполняемых на отдельных отрезках времени Δt_i, $i = \overline{1,N}$, планового периода, количества работников Q_{ij}, $i = \overline{1,N}$, $j \in \Omega_{Pi}$, участвующих в выполнении работ на отдельных отрезках времени, и степени неопределенности продолжительности выполнения работ σ_{ij}, $i = \overline{1,N}$, $j \in \Omega_{Pi}$, на отдельных отрезках времени;
σ_{ij} – среднее квадратическое отклонение продолжительности выполнения j-й работы на i-м отрезке времени продолжительностью Δt_i;
Ω_{Pi} – множество видов работ, выполняемых на i-м отрезке времени;
N – количество отрезков времени выполнения НИОКР;
$R_i(\Delta t_i)$ – перечень работ, которые планируется выполнить на i-м отрезке времени продолжительностью Δt_i;
Q_i – условное количество работников, принимающих участие в выполнении j-й работы на i-м отрезке времени продолжительностью Δt_i;
$\mathrm{T}_i\left(R_i(\Delta t_i), Q_{ij}, \sigma_{ij} \middle| j \in \Omega_{Pi}\right)$ – трудоемкость выполнения работ на i-м отрезке времени продолжительностью Δt_i;
T_i° – лимит трудозатрат на выполнение НИОКР на i-м отрезке времени продолжительностью Δt_i.

В сформулированной задаче оптимизируемой переменной является количество работников Q_{ij}, принимающих участие на *i*-м отрезке времени в выполнении *j*-й работы.

Относительно сути показателей в приведенных целевой функции и в ограничениях следует отметить следующее:

1. Продолжительность отрезка времени Δt_i должна быть такой, чтобы можно было осуществлять маневр трудовыми ресурсами путем перераспределения работников организации между различными НИОКР на различных отрезках времени или путем принятия на работу новых специалистов (сокращения численности персонала).

2. Так как продолжительность выполнения конкретной НИОКР зависит от лимитов трудовых ресурсов на различных отрезках времени, которые могут отличаться, то значение показателя N до решения сформулированной оптимизационной задачи определить достоверно не представляется возможным. Поэтому его значение до решения задачи не фиксируется, носит ориентировочный характер и может при необходимости возрасти в процессе решения оптимизационной задачи.

3. Показатель Q_i носит условный характер, так как его значение может отличаться от целого, в связи с тем, что на i-м отрезке времени, в общем случае, работник может выполнять научно-исследовательскую работу (опытно-конструкторскую работу) не полный рабочий день или месяц, участвуя в выполнении других НИОКР.

4. Показатель T_i° отражает тот факт, что, во-первых, трудовые ресурсы организации ограничены, во-вторых, организация может выполнять одновременно несколько НИОКР.

Для формализованного представления второй подзадачи формируются два кортежа, характеризующих численность работников, входящих во вторую группу:

- кортеж численности работников, выполняющих работы общехозяйственного назначения

$$\text{Ч}_{\text{РОХ}} = \langle \text{Ч}_{\text{РОХ 1}}, \dots, \text{Ч}_{\text{РОХ k}}, \dots, \text{Ч}_{\text{РОХ N}_{\text{ПОХ}}} \rangle,$$

где: $\text{Ч}_{\text{РОХ k}}$ – численность работников k-го подразделения, выполняющих работы общехозяйственного назначения;
$\text{N}_{\text{ПОХ}}$ – количество подразделений, работники которых выполняют работы общехозяйственного назначения;

- кортеж численности работников, выполняющих работы общепроизводственного назначения

$$\text{Ч}_{\text{РОП}} = \langle \text{Ч}_{\text{РОП 1}}, \dots, \text{Ч}_{\text{РОП s}}, \dots, \text{Ч}_{\text{РОП N}_{\text{ПОП}}} \rangle,$$

где: $\text{Ч}_{\text{РОП s}}$ – численность работников s-го подразделения, выполняющих работы общепроизводственного назначения;
$\text{N}_{\text{ПОП}}$ – количество подразделений, работники которых выполняют работы общепроизводственного назначения.

Кроме того, формируются три группы кортежей показателей, от которых зависит численность работников подразделений организации, представленная кортежами $\text{Ч}_{\text{РОХ}}$ и $\text{Ч}_{\text{РОП}}$.

Первая группа кортежей включает перечень типовых задач, решенных сотрудниками различных подразделений в прошедшем периоде, а также состава планируемых к решению новых задач, которые будут носить типовой характер:

- кортеж типовых задач, которые решаются работниками *k*-го подразделения, выполняющими работы общехозяйственного назначения

$$З_{ЗОХ\,k} = \langle З_{ЗОХ\,k1}, \dots, З_{ЗОХ\,kn}, \dots, З_{ЗОХ\,kN_{ЗОХ\,k}} \rangle,$$

где: $З_{ЗОХ\,kn}$ – n-я типовая задача, решаемая работниками k-го подразделения, выполняющими работы общехозяйственного назначения;
$N_{ЗОХ\,k}$ – количество типов задач общехозяйственного назначения, решаемых работниками k-го подразделения;

- кортеж типовых задач, которые решаются работниками *s*-го подразделения, выполняющими работы общепроизводственного назначения

$$З_{ЗОП\,s} = \langle З_{ЗОП\,s1}, \dots, З_{ЗОП\,sr}, \dots, З_{ЗОП\,sN_{ЗОП\,s}} \rangle,$$

где: $З_{ЗОП\,sr}$ – r-я типовая задача, решаемая работниками s-го подразделения, выполняющими работы общепроизводственного назначения;
$N_{ЗОП\,s}$ - количество типов задач общепроизводственного назначения, решаемых работниками s-го подразделения.

При этом в указанных кортежах отсутствуют задачи, решаемые работниками сторонних организаций по договору аутсорсинга.

Вторая группа кортежей включает типовые работы, выполняемые сотрудниками различных подразделений для решения задач, входящих в кортежи $З_{ЗОХ\,k}$ и $З_{ЗОП\,s}$:

- кортеж типовых работ общехозяйственного назначения, которые выполняются работниками k-го подразделения для решения задач и подзадач нижнего уровня декомпозиции

$$R_{РОХ\,k} = \langle R_{РОХ\,k1}, \dots, R_{РОХ\,kl}, \dots, R_{РОХ\,kN_{РОХ\,k}} \rangle,$$

где: $R_{РОХ\,kl}$ – *l*-я типовая работа общехозяйственного назначения, выполняемая работниками *k*-го подразделения;
$N_{РОХ\,k}$ – количество типовых видов работ общехозяйственного назначения, выполняемых работниками *k*-го подразделения;

- кортеж типовых работ общепроизводственного назначения, которые выполняются работниками s-го подразделения для решения задач и подзадач нижнего уровня декомпозиции

$$\mathrm{R}_{\text{РОП } s} = \langle \mathrm{R}_{\text{РОП s1}}, \dots, \mathrm{R}_{\text{РОП } sf}, \dots, R_{\text{РОП } s\mathrm{N}_{\text{РОП } s}} \rangle,$$

где: $\mathrm{R}_{\text{РОП } sf}$ – *f*-я типовая работа общепроизводственного назначения, выполняемая работниками *s*-го подразделения;
$N_{\text{РОП } s}$ – количество типовых видов работ общехозяйственного назначения, выполняемых работниками *s*-го подразделения.

Третья группа кортежей включает годовые частоты выполнения типовых работ, входящих в кортежи $R_{\text{РОХ } k}$ и $\mathrm{R}_{\text{РОП } s}$, сотрудниками различных подразделений:

- кортеж годовых частот типовых работ общехозяйственного назначения, выполняемых работниками *k*-го подразделения

$$\mathrm{N}_{\text{ЧОХ k}} = \langle \mathrm{N}_{\text{ЧОХ k11}}, \dots, \mathrm{N}_{\text{ЧОХ kl}}, \dots, \mathrm{N}_{\text{ЧОХ k } N_{\text{РОХ } k}} \rangle,$$

где $N_{\text{ЧОХ } kl}$ – годовая частота осуществления однотипной работы общехозяйственного назначения *l*-го вида, выполняемой работниками *k*-го подразделения;

- кортеж годовых частот типовых работ общепроизводственного назначения, выполняемых работниками s-го подразделения

$$\mathrm{N}_{\text{ЧОП } s} = \langle \mathrm{N}_{\text{ЧОП s11}}, \dots, \mathrm{N}_{\text{ЧОП sf}}, \dots, \mathrm{N}_{\text{ЧОП } sN_{\text{РОП } s}} \rangle,$$

где $N_{\text{ЧОП } sf}$ – годовая частота осуществления однотипной работы общепроизводственного назначения *f*-го вида, выполняемой работниками *s*-го подразделения.

Значения годовых частот выполнения типовых работ, входящих в указанные кортежи, определяются на основе анализа состава и количества работ, выполненных ранее и планируемых к выполнению в очередном календарном году.

Введенные кортежи позволяют перейти к решению второй подзадачи, состоящей в определении рационального количества работников общехозяйственного и общепроизводственного назначения, обеспечивающего минимум трудоемкости выполняемых ими работ. Формализованная постановка указанной подзадачи имеет вид:

$$\mathrm{T}^*_{\text{РОХ } k} = \min_{\text{Ч}_{\text{РОХ } k}} \mathrm{T}_{\text{РОХ } k}\left(\text{Ч}_{\text{РОХ } k}(R_{\text{РОХ}k}, \mathrm{N}_{\text{ЧОХ k}})\right),$$

$$\mathrm{T}^*_{\text{РОП } s} = \min_{\text{Ч}_{\text{РОП } s}} \mathrm{T}_{\text{РОП } s}\left(\text{Ч}_{\text{РОП } s}(R_{\text{РОП } s}, \mathrm{N}_{\text{ЧОП } s})\right),$$

для всех $k = \overline{1, \mathrm{N}_{\text{ПОХ}}}$, $s = \overline{1, \mathrm{N}_{\text{ПОП}}}$,

при ограничениях:

$$Ч_{РОХ\,k}(R_{РОХ\,k}, N_{ЧОХ\,k})\, t_{ГФРВ} \geq a_{РОХ\,k} b_{ОР} T_{СОХ\,k}(R_{РОХ\,k}, N_{ЧОХ\,k}),$$

$$Ч_{РОП\,s}(R_{РОП\,s}, N_{ЧОП\,s})\, t_{ГФРВ} \geq a_{РОП\,s} b_{ОР} T_{СОП\,s}(R_{РОП\,s}, N_{ЧОП\,s}),$$

для всех $k = \overline{1, N_{ПОХ}}$, $s = \overline{1, N_{ПОП}}$,

где: $t_{ГФРВ}$ – средний годовой фонд рабочего времени одного работника;
$T^*_{РОХ\,k}$ - минимальная трудоемкость работ общехозяйственного назначения, выполняемых работниками *k*-го подразделения;
$T^*_{РОП\,s}$ - минимальная трудоемкость работ общепроизводственного назначения, выполняемых работниками *k*-го подразделения;
$T_{РОХ\,k}\left(Ч_{РОХ\,k}(R_{РОХk}, N_{ЧОХ\,k})\right)$ – трудоемкость работ общехозяйственного назначения, выполняемых работниками *k*-го подразделения численностью $Ч_{РОХ\,k}(R_{РОХk}, N_{ЧОХ\,k})$;
$T_{РОП\,s}\left(Ч_{РОП\,s}(R_{РОП\,s}, N_{ЧОП\,s})\right)$ – трудоемкость работ общепроизводственного назначения, выполняемых работниками *s*-го подразделения численностью $Ч_{РОП\,s}(R_{РОП\,s}, N_{ЧОП\,s})$;
$T_{СОХ\,k}(R_{РОХ\,k}, N_{ЧОХ\,k})$ – годовая суммарная трудоемкость работ общехозяйственного назначения, которые должны быть выполнены *k*-м подразделением для осуществления кортежа работ $R_{РОХ\,k}$, при условии, что годовая частота выполняемых *k*-м подразделением типовых работ характеризуется кортежем $N_{ЧОХ\,k}$;
$T_{СОП\,s}(R_{РОП\,s}, N_{ЧОП\,s})$ – годовая суммарная трудоемкость работ общепроизводственного назначения, которые должны быть выполнены *s*-м подразделением для осуществления кортежа работ $R_{РОП\,s}$, при условии, что годовая частота выполняемых *s*-м подразделением типовых работ характеризуется кортежем $N_{ЧОП\,s}$;
$a_{РОХ\,k}$ – коэффициент, характеризующий степень возрастания суммарной годовой трудоемкости работ общехозяйственного назначения, выполняемых работниками *k*-го подразделения, которые не входят в состав типового перечня видов работ, $a_{РОХ\,k} \geq 1$;
$b_{ОР}$ – коэффициент, учитывающий степень отвлечения работников от решения функциональных задач в связи с выполнением государственных и общественных обязанностей, а также в связи с отпуском, повышением квалификации, болезнью и других неявок, предусмотренных действующим законодательством;
$a_{РОП\,s}$ – коэффициент, характеризующий степень возрастания суммарной годовой трудоемкости работ общепроизводственного назначения, выполняемых работниками *s*-го подразделения, которые не входят в состав типового перечня видов работ, $a_{РОП\,s} \geq 1$.

Таким образом, приведенные принципы и постановки подзадач, во-первых, позволяют обосновать рациональную численность работников организации, которая минимизирует трудозатраты и продолжительность НИОКР, необходимые для решения всех задач, стоящих перед подразделениями организации; во-вторых, обеспечивает целевое использование трудовых ресурсов; в-третьих, противодействует необоснованному росту цен на создание научно-технической продукции военного назначения.

Разработанные постановки задач могут быть использованы при создании информационно-аналитической системы управления трудовыми ресурсами организаций оборонно-промышленного комплекса.

Список использованных источников

1. Акимов В.А., Дурнев Р.А., Жданенко И.В. В поисках подходов к оценке трудоемкости НИОКР в области безопасности жизнедеятельности: процедура оценки трудозатрат // Современные наукоемкие технологии. 2012. №2. – С. 20-32.

2. Бабкин Г.В., Иванов С.В., Лавринов Г.А. [и др.] Оборонно-промышленный комплекс Российской Федерации: приоритетные направления, организационно-экономические механизмы и методическое обеспечение инновационного развития: монография / Под ред. Г.А. Лавринова. М.: Издательский дом «Граница», 2019. – 376 с.

3. Минева О.К., Арутюнян С.А., Белик Е.А. [и др.]. Мотивация и стимулирование трудовой деятельности. М.: ИНФРА-М, 2015. – 272 с.

4. Подольский А.Г., Бабкин А.В. К разработке методических рекомендаций определения трудоемкости создания научно-технической продукции военного назначения // Вооружение и экономика. 2017. №3(40). – С. 69-77.

5. Подольский А.Г., Бабкин А.В. Методический подход к определению трудоемкости выполнения научно-исследовательских работ // Учет. Анализ. Аудит. 2017. №4. – С. 7-15.

6. Семенченко Е.Е., Ашурбеков Р.А., Круглинский И.К. Оценка интеллектуального труда в системе подготовки кадров: проблемы классической теории и методологии: монография. М.: Проспект, 2017. – 160 с.

7. Фильченков А.Н. Метод оптимизации численности персонала и расчет эквивалента полной занятости работников // Economics. 2018. №5(37). – С. 25-30.

8. Шугай П.А., Томакова И.А. Анализ методов расчета и обоснования оптимальной численности персонала организации: сб. науч. статей Межрегиональной науч.-практ. конференции «Цифровая экономика: проблемы и перспективы развития». Т.1. Курск: Юго-Западный гос. ун-т, 2019. – С. 208-213.

УДК 355.013.3

С.Ю. ГАЛОВ
М.В. КУЛИКОВ, кандидат технических наук
М.П. САГАЛАЕВ

ГЕОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ В ОЦЕНКЕ ВОЕННО-ПОЛИТИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

В работе авторами рассмотрены вопросы структурирования мировой экономики, определения основных производственных и ресурсных районов, взаимосвязи в мировой торговле с использованием кластерного и корреляционного анализа исходных данных. Полученные результаты могут быть применены для построения системы взаимоотношений между субъектами ВПО в экономической сфере и оценки военно-политической обстановки.

***Ключевые слова**: оценка военно-политической обстановки, конфликтность, структура мировой экономики, потоки товаров и ресурсов, кластерный анализ, корреляционный анализ.*

Радикальные изменения в структуре мирового устройства, произошедшие в мире вследствие прекращения глобального противостояния двух «сверхдержав» (СССР, США), снизили риск возникновения мировой войны и других масштабных войн. Однако процессы интенсивной глобализации привели к резкому росту конфликтного потенциала. На мировой арене увеличилось количество конкурирующих глобальных и региональных центров силы, напряженность отношений между которыми приводит к появлению новых дестабилизирующих факторов. Сложившаяся ситуация усугубляется ослаблением роли и влияния международных институтов, призванных регулировать глобальное развитие [1].

В этих условиях с учетом продолжающегося пренебрежения западными мировыми центрами нормами «международного права» в пользу верховенства силы в решении своих проблем за счет других стран от российских информационно-аналитических органов государственного и военного управления требуется проведение оценки геополитической, геоэкономической и военно-политической обстановки (ВПО) в мире, различных регионах и отдельных странах, способствующей принятию своевременных и целесообразных решений в области военной политики и военного искусства [2].

Вопросы оценки геополитической, геоэкономической или ВПО нашли развитие в работах В.М. Барынькина, определившего состав, структуру и факторы, влияющие на ВПО, ее возможные состояния и критерии оценки [2]; А.М. Кудрявцева [1], раскрывшего подходы и порядок оценки ВПО на основе систематизации процессов взаимоотношений Российской Федерации с глобальными центрами силы; А.И. Подберезкина, сформировавшего различные сценарии развития ВПО на ближне- , средне- и долгосрочную перспективу, на основе различных моделей, в том числе предусматривающих определение соотношения сил между цивилизациями с использованием системы показателей, базирующихся на статистических данных и экспертных оценках[1].

Одной из задач, решаемых при оценке ВПО, является учет сложившегося обмена материальными и естественными ресурсами, капиталами, товарами, культурными и образовательными ценностями, миграционными потоками, как возможной основы для появления противоречий, претензий и возникновения конфликтности между глобальными и региональными центрами силы [1]. Решение этой задачи позволяет выявить сложившуюся на определенный момент времени структуру мировой экономики, прийти к пониманию мировой геоэкономической иерархии с целью определения сложившегося баланса сил, слежения за его изменением и выявления уязвимых мест.

Представленная задача является сложной и может быть декомпозирована на подзадачи: исследование отраслевой и территориальной структур мирового хозяйства и хозяйств ведущих государств; выявление взаимосвязности в мировой торговле через потоки экспорта и импорта товаров, финансовых ресурсов.

В работе коллектива авторов Центра военно-политических исследований МГИМО МИД России рассмотрены вопросы структурирования мировой экономики с использованием коэффициентов современности и эффективности экономики, а также показано значение транспортных коридоров в реализации сценариев противоборства цивилизаций [3]. Применение коэффициентов современности и эффективности экономики

[1] Подберёзкин А.И. Военно-политическая обстановка ближайших десятилетий: сценарии и стратегии // Развитие и экономика. 2015. – http://svop.ru/main/14975/; Подберезкин А.И. Состояние и перспективы развития военно-политической обстановки и стратегическая стабильность // Эксперт ЦВПИ МГИМО. 2019. – http://viperson.ru/articles/ekspert-tsvpi-mgimo-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-voenno-politicheskoy-obstanovki-i-strategicheskaya-stabilnost

базируется на утверждении о превалирующей роли сферы услуг в современной экономике, в результате этого страны с крупнейшей долей сферы услуг в экономике относительно долей промышленности и сельского хозяйства имеют и больший коэффициент современности экономики. Несмотря на хорошие результаты, получаемые с применением такого подхода, он не лишен отдельных недостатков. В качестве примера можно показать, что коэффициент современности экономики Барбадоса в два раза, Каймановых островов – в три раза, а Джерси – в шесть раз, соответственно, больше, чем у США. С учетом валового внутреннего продукта (ВВП) на душу населения в представленных странах коэффициент эффективности экономики Барбадоса в 1,5 раза меньше, а Каймановых островов и Джерси – в три и шесть раз больше, чем у США. Применительно к трем представленным странам высокий процент сферы услуг является не следствием эффективности их экономик, а обязан практически полному отсутствию промышленного и сельскохозяйственного производства, наличию так называемого статуса «налоговых гаваней» (офшоров), а также преимущественному развитию туристической отрасли.

Указанного выше недостатка можно избежать, если провести исследование отраслевой структуры мирового хозяйства и хозяйств ведущих государств с применением математического аппарата кластерного анализа по методике, представленной в [4], используя в качестве исходных – данные по отраслевой структуре ВВП государств (доля в процентах базовых отраслей экономики)[2]. В работе для наглядности представлены результаты применения методики по ограниченной выборке государств (таблица 1).

Пусть k_{ij} – таблица положительных величин $k(i,j)$ (таблица 1), где I – подмножество строк, представляющих собой государства, и J – подмножество столбцов-признаков (доля базовых отраслей в ВВП), относящихся к этим государствам, элементы $k(i,j)$ содержат информацию о значении признака j для строки i, $i = \overline{1;n}$ и $j = \overline{1;m}$, где n – количество строк (государств) и m – количество столбцов-признаков. Для рассматриваемого в статье примера применения методики $n = 20, m = 3$.

[2] https://www.yestravel.ru/world/economy/gdp_composition_by_sector/

Попарно для всех строк определим распределительные расстояния между строками, используя выражение [4]:

$$d^2(i,i') = \sum_{j \in J} (k(i,j) - k(i',j))^2 / k(j), \quad (1)$$

где $k(j) = \sum_{i \in I} k(i,j) / I$.

Рассчитанные распределительные расстояния между строками сведены в таблицу результатов кластерного анализа отраслевой структуры ВВП государств (таблица 2). Ячейки, выделенные красным цветом, имеют значения распределительного расстояния меньше выбранного порогового значения. Строки и столбцы, пересечением которых являются подсвеченные красным цветом ячейки, можно отнести к одному классу.

Таблица 1 – Отраслевая структура ВВП государств

	Сельское хозяйство	Сфера услуг	Промышленность
Китай	7,9	51,6	40,5
Австралия	3,6	75,3	21,1
Австрия	1,3	70,3	28,4
Армения	16,8	54,9	28,3
Азербайджан	6,1	40,4	53,5
Бангладеш	14,4	56,4	29,2
Россия	5,3	62,3	32,4
Бельгия	0,7	77,2	22,1
Бразилия	6,6	72,7	20,7
Бирма	24,1	40,3	35,6
Канада	1,6	70,2	28,2
Каймановы острова	0,3	92,3	7,4
Барбадос	1,5	88,7	9,8
ЦАР	43,2	40,8	16
Чад	52,3	33,1	14,6
Чили	4,2	63	32,8
Кипр	2	85,5	12,5
Чехия	2,3	60,8	36,9
Франция	1,7	78,8	19,5
Германия	0,7	68,6	30,7

Таблица 2 – Результат кластерного анализа отраслевой структуры ВВП государств

	Китай	Австралия	Австрия	Армения	Азербайджан	Бангладеш	Россия	Бельгия	Бразилия	Бирма	Канада	Каймановы о-ва	Барбадос	ЦАР	Чад	Чили	Кипр	Чехия	Франция	Германия
Китай	0,00	0,17	0,16	0,15	0,09	0,1	0,00	0,29	0,22	0,34	0,16	0,73	0,61	1,72	2,53	0,06	0,51	0,06	0,32	0,14
Австралия	0,17	0,00	0,01	0,25	0,45	0,18	0,18	0,02	0,02	0,69	0,01	0,20	0,14	2,04	2,96	0,03	0,1	0,07	0,03	0,02
Австрия	0,16	0,01	0,00	0,32	0,4	0,23	0,17	0,02	0,06	0,78	0,00	0,24	0,18	2,28	3,24	0,03	0,13	0,04	0,04	0,00
Армения	0,15	0,25	0,32	0,00	0,40	0,01	0,15	0,4	0,19	0,12	0,31	0,7	0,58	0,92	1,55	0,21	0,5	0,28	0,39	0,34
Азербайджан	0,09	0,45	0,4	0,4	0,0	0,39	0,08	0,61	0,6	0,5	0,48	1,24	1,09	2,16	2,98	0,24	0,96	0,18	0,68	0,35
Бангладеш	0,10	0,18	0,23	0,01	0,34	0,00	0,10	0,31	0,14	0,17	0,22	0,61	0,5	1,09	1,77	0,14	0,42	0,2	0,3	0,25
Россия	0,05	0,03	0,03	0,19	0,24	0,12	0,00	0,09	0,07	0,53	0,03	0,39	0,31	1,94	2,82	0,00	0,24	0,01	0,16	0,03
Бельгия	0,29	0,02	0,02	0,4	0,61	0,31	0,3	0,00	0,05	0,93	0,02	0,12	0,08	2,37	3,35	0,09	0,05	0,13	0,00	0,04
Бразилия	0,22	0,02	0,06	0,19	0,56	0,14	0,22	0,05	0,00	0,61	0,05	0,17	0,11	1,76	2,62	0,08	0,08	0,14	0,04	0,08
Бирма	0,34	0,69	0,78	0,12	0,50	0,17	0,33	0,93	0,61	0,00	0,76	1,39	1,22	0,58	1,04	0,55	1,1	0,63	0,92	0,78
Канада	0,16	0,01	0,00	0,31	0,4	0,22	0,17	0,02	0,05	0,76	0,00	0,24	0,18	2,25	3,21	0,02	0,13	0,04	0,04	0,00
Каймановы о-ва	0,73	0,20	0,24	0,7	1,24	0,61	0,75	0,12	0,17	1,39	0,24	0,00	0,01	2,63	3,64	0,39	0,02	0,48	0,09	0,29
Барбадос	0,61	0,14	0,18	0,58	1,09	0,5	0,63	0,08	0,11	1,22	0,18	0,00	0,00	2,44	3,43	0,31	0,01	0,39	0,05	0,23
ЦАР	1,72	2,04	2,28	0,92	2,16	1,09	1,71	2,37	1,76	0,58	2,25	2,63	2,44	0,00	0,09	1,99	2,33	2,21	2,27	2,39
Чад	2,53	2,96	3,24	1,55	2,98	1,77	2,51	3,35	2,62	1,04	3,21	3,64	3,43	0,09	0,00	2,89	3,31	3,14	3,25	3,32
Чили	0,06	0,03	0,03	0,21	0,24	0,14	0,06	0,09	0,08	0,55	0,02	0,39	0,31	1,99	2,89	0,00	0,24	0,01	0,11	0,02
Кипр	0,51	0,1	0,13	0,46	0,96	0,42	0,52	0,05	0,08	1,1	0,13	0,02	0,01	2,33	3,31	0,24	0,00	0,31	0,03	0,17
Чехия	0,06	0,07	0,04	0,28	0,18	0,2	0,06	0,13	0,14	0,63	0,04	0,48	0,39	2,21	3,14	0,01	0,31	0,00	0,16	0,03
Франция	0,32	0,03	0,04	0,39	0,68	0,30	0,34	0,00	0,04	0,92	0,04	0,09	0,05	2,28	3,25	0,11	0,03	0,16	0,00	0,06
Германия	0,14	0,02	0,00	0,34	0,35	0,25	0,15	0,04	0,08	0,78	0,00	0,29	0,23	2,35	3,32	0,02	0,17	0,03	0,06	0,00

По данным, представленным в таблице 2, можно выделить до шести групп государств: первая – «беднейшие» государства мира (Центральная Африканская Республика, Чад), которые в силу географических причин лишены выходов к морю, залежей полезных ископаемых, плодородных земель и, как правило, размещающиеся в районах с экстремальными условиями для жизни людей, с нестабильной обстановкой внутри страны. Данные страны – преимущественно аграрные государства с долей сельского хозяйства более 45-50%, долей промышленности менее 20% и сферы услуг 30-40% ВВП;

вторая – страны, из которых большинство являются или так называемыми «офшорами», имеющими льготные системы налогообложения для размещаемого на их территории капитала, или, в силу географических причин, делающие ставку на развитие туризма (Барбадос, Каймановы о-ва, Кипр). В странах группы доля сферы услуг в структуре ВВП составляет более 80-85%, доля промышленности не превышает 10-15%, сельского хозяйства – 5%;

третья – страны с развитой пищевой и легкой промышленностью, отдельных отраслей горнодобывающей и связанной с ней обрабатывающей промышленностей (при наличии полезных ископаемых), а также энергетического сектора (Армения, Бангладеш, Бирма). Для стран группы характерны: высокая доля сельского хозяйства – 15-25%, промышленности – 20-35% и сферы услуг – 40-55% в структуре ВВП;

четвертая – страны, имеющие богатые месторождения минерального сырья (нефть, газ), развитые горнодобывающий, химический, энергетический и транспортный сектора экономики (Саудовская Аравия, Объединенные Арабские Эмираты, Катар, Кувейт, Оман и др.). У государств этой группы практически равные доли промышленности и сферы услуг в ВВП, составляющие 45-55%, и незначительная доля сельского хозяйства – менее 2% ВВП;

в пятую – самую многочисленную группу – входят страны, обладающие развитыми несколькими отраслями тяжелой, легкой и пищевой промышленности (Азербайджан, Китай, Бразилия, Россия, Чехия, Чили). Для данных государств характерны развитое сельское хозяйство – 3-10%, промышленность – 30-50% от ВВП, а относительно высокий уровень жизни населения формирует объем сферы услуг, составляющий 40-60% от ВВП;

шестая группа представлена наиболее развитыми государствами Западной Европы (Австрия, Германия, Франция, Бельгия), Северной Америки (Канада), а также Австралией, основу промышленности которых составляют сектора с высокой добавленной стоимостью конечной продукции: авиастроение, машиностроение, судостроение, станкостроение, электроника и электротехника, биотехнологии, информационные и телекоммуникационные технологии и др. Эти страны характеризуются низкой долей сельского хозяйства в ВВП страны, составляющей менее 2%, высокой долей сферы услуг – более 70-80% и промышленности – до 20-30%.

В результате произведенной классификации можно выделить следующие структурные элементы мировой экономики:

развивающиеся страны, входящие в первую и во вторую группы, являются «периферией» мировой экономики, за исключением государств с низкими ставками налогообложения на ввозимый капитал, которые являются «узлами» аккумулирования мирового капитала, выводимого из-под юрисдикции тех стран, где он заработан;

государства четвертой группы относятся к развивающимся странам с сырьевой ориентацией, обеспечивают необходимыми ресурсами страны, производящие конечную продукцию;

среди государств третьей и пятой групп можно выделить как развивающиеся страны с сырьевой направленностью, так и развитые страны, участвующие в создании мирового производственного потенциала;

государства шестой группы представляют собой передовые промышленно развитые страны, определяющие мировой технологический уровень, производящие основные объемы высокотехнологичной продукции, сосредоточившие в своих «руках» основные капиталы и технологии.

Следует отметить, что предложенное разделение стран на группы обладает определенной долей условности. Причиной этого является отсутствие четких границ между группами, что можно видеть из таблицы 2. Наиболее контрастными являются страны, относящиеся к первой и второй группам. В то время как отдельные страны из третьей группы можно отнести к пятой группе, отдельные страны из четвертой и пятой группы к шестой, и наоборот.

В продолжение решения задачи покажем главные ресурсные районы, основных потребителей и поставщиков сырья для промышленности. Для этого рассчитаем сводные доли государств и регионов мира в добыче и запасах полезных ископаемых[3]. Для расчета сводной доли государства и региона мира в добыче и запасах полезных ископаемых воспользуемся выражением

$$S_{\text{общ}} = \frac{\sum_{i=1}^{N} V_i / V_{i\text{общ}} \cdot 100\%}{N}, \qquad (2)$$

где V_i – объем ресурса i-вида, добываемого (запас) в стране (регионе), $V_{i\text{общ}}$ – объем ресурса i-вида, добываемого (запас) в мире, N – количество основных видов ресурсов.

По результатам расчета долей стран и регионов мира в добыче и запасах полезных ископаемых, представленным на рисунках 1-3, можно сделать вывод, что ведущими добытчиками полезных ископаемых (по сводной доле в порядке ее убывания) являются среди стран – Китай, Австралия, Россия, ЮАР, США, Канада, Индонезия, Чили, Перу, Казахстан, Индия, Мексика, Бразилия; среди регионов – Юго-Восточная и Восточная Азия, Северная Америка, Европа и Центральная Азия, Африка, Южная Америка и Австралия с Океанией, Юго-Западная Азия.

[3] https://nedradv.ru/nedradv/ru/ (раздел «Минерально-сырьевой комплекс мира»).

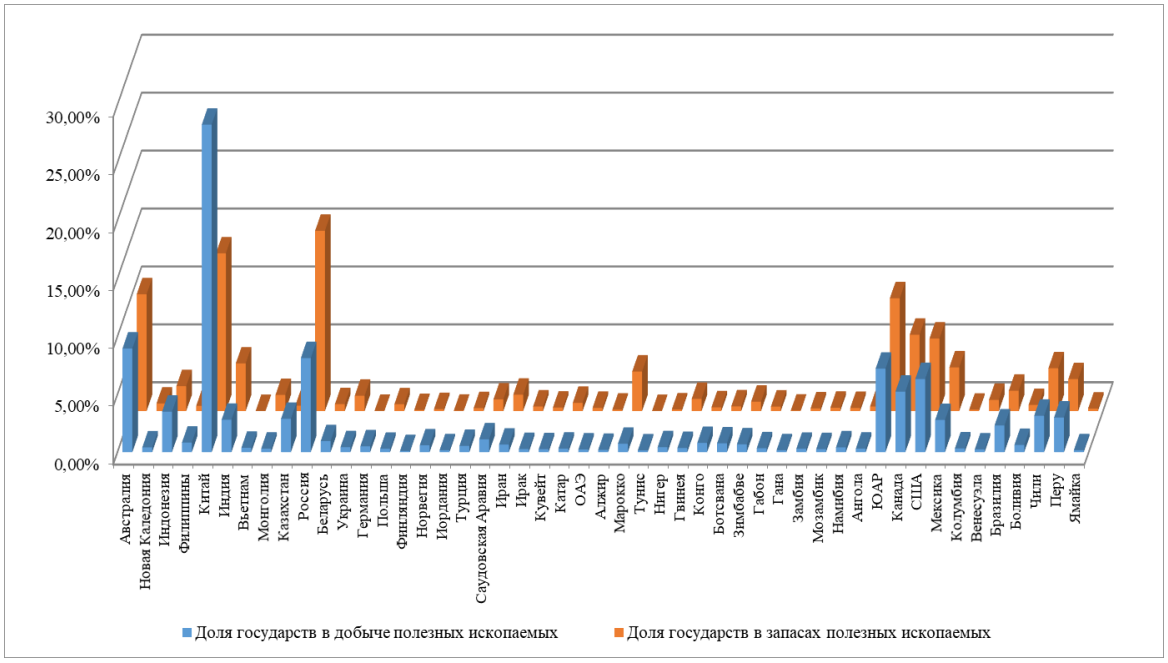


Рисунок 1 – Доля стран мира в добыче и запасах полезных ископаемых

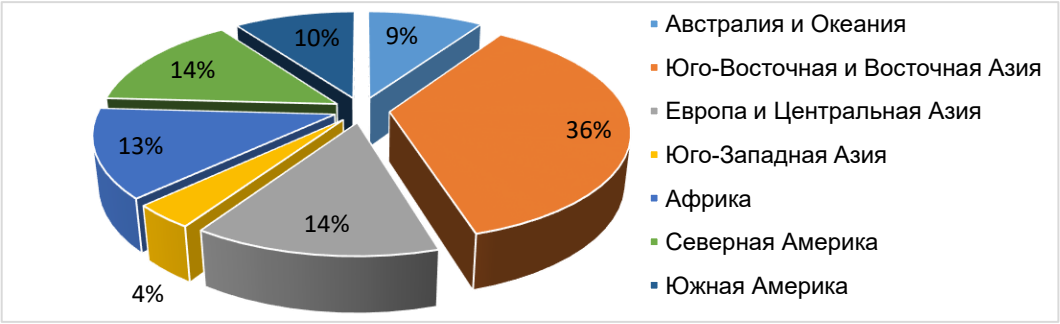


Рисунок 2 – Доля регионов мира в добыче полезных ископаемых

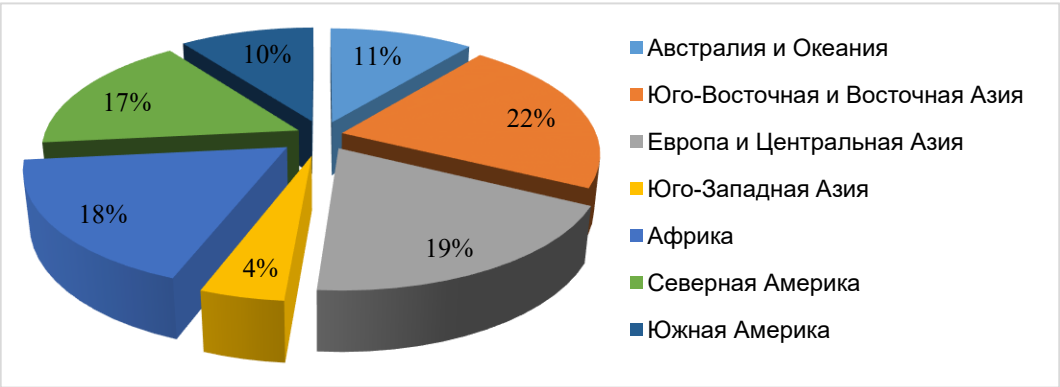


Рисунок 3 – Доля регионов мира в запасах полезных ископаемых

Крупнейшие запасы полезных ископаемых сосредоточены (в порядке убывания сводной доли) в России, Китае, Австралии, ЮАР, Канаде, США, Индии, Мексике, Чили и Перу; а среди регионов – в Юго-Восточной и Восточной Азии, Европе и Центральной Азии, Африке, Северной Америке, Австралии и Океании, Южной Америке и Юго-Западной Азии.

Несмотря на самую низкую сводную долю Юго-Западной Азии в добыче полезных ископаемых, регион является лидером по добыче нефти и находится в числе лидеров по добыче природного газа (рисунок 4).

Среди передовых и развитых стран, участвующих в создании мирового производственного потенциала, только Китай, США и Россия обладают собственными существенными возможностями по добыче и переработке полезных ископаемых. Объемы промышленных секторов экономики США и особенно Китая настолько велики, что их бесперебойное функционирование требует поставок сырья из других стран и регионов мира. Япония, страны Западной Европы, Республика Корея, Тайвань, обладающие крупными производственными отраслями экономики, практически полностью лишены собственных ресурсов. В числе передовых развитых государств можно выделить страны практически полной сырьевой направленности (Австралия, Норвегия) и страны с преимущественной долей экспорта ресурсов (Канада).

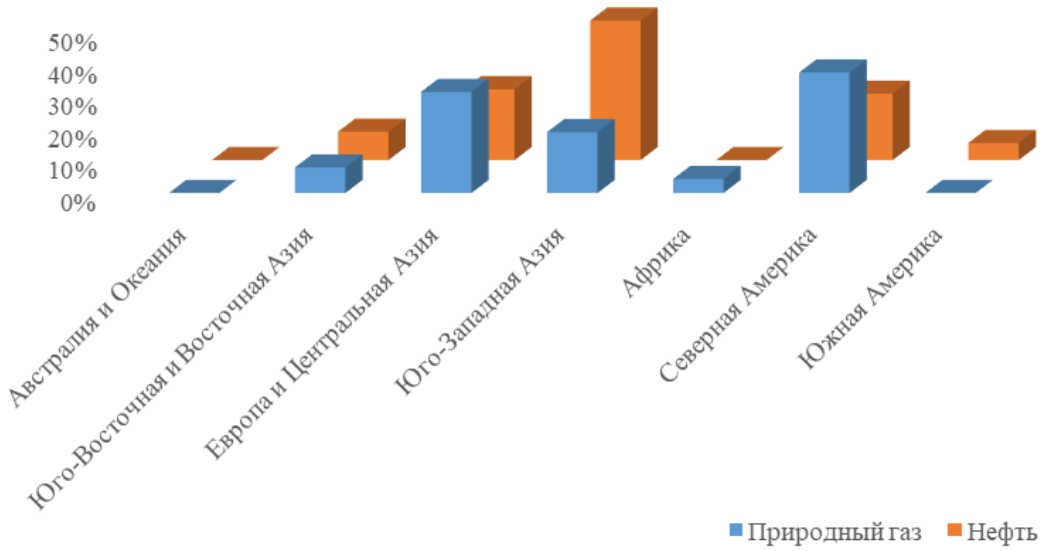


Рисунок 4 – Доля регионов мира в добыче нефти и природного газа

География районов добычи полезных ископаемых и сложившаяся «специализация» государств сформировали следующие основные потоки минерально-сырьевых ресурсов для мировой экономики: из Австралии, Индонезии и других добывающих государств Юго-Восточной Азии в Китай, Японию, Республику Корея; из Африки в страны Западной Европы; из Южной Америки в Северную Америку, Китай, Японию и Республику Корея; из стран Персидского залива в Европу, Китай, Японию, Республику Корея; из России и стран Центральной Азии в Европу и Китай.

Дополним структуру мировой экономики, состоящую из групп передовых развитых, развитых и развивающихся государств; стран потребителей и поставщиков сырья, основными направлениями потоков товарной продукции. Для решения этой задачи рассмотрим объем и структуры экспорта и импорта товаров ведущих государств (таблицы 3-5).

По данным, представленным в таблицах 3-5[4], можно сделать следующие выводы: из десяти крупнейших в мире экспортеров продукции девять являются и крупнейшими импортерами и, наоборот, из десяти крупнейших импортеров девять являются крупнейшими экспортерами;

десять крупнейших стран-экспортеров и импортеров тесно связаны между собой встречными потоками товаров, составляющими от 25% до 50% (для Канады более 80% и 70%) от общего объема экспорта и импорта стран;

от экспорта в США и Китай зависят каждая из крупнейших стран-экспортеров, в Германию – все страны, кроме Республики Корея, а в Великобританию – все страны, кроме Республики Кореи и Японии; от импорта в США и Китай зависят каждая из крупнейших стран-импортеров, в Германию – все страны, кроме Индии.

Таблица 3 – Страны-лидеры по объему экспорта/импорта товаров

Место	Страна	Импорт, млн долл.	Место	Страна	Экспорт, млн долл.
1	США	2 352 000	1	Китай	2 157 000
2	Китай	1 731 000	2	Германия	1 576 000
3	Германия	1 104 600	3	США	1 401 000
4	Великобритания	782 500	4	Япония	683 300
5	Япония	766 600	5	Республика Корея	552 000
6	Франция	524 400	6	Франция	541 400
7	Республика Корея	514 200	7	Нидерланды	526 100
8	Нидерланды	477 800	8	Италия	499 100
9	Канада	471 000	9	Великобритания	436 100
10	Индия	467 500	10	Канада	433 400

[4] Источник: https://trendeconomy.ru/trade/

Таблица 4 – Направления экспорта товаров крупнейших стран-экспортеров (%)

	Китай	Германия	США	Япония	Республика Корея	Франция	Нидерланды	Италия	Великобритания	Канада	Доля от экспорта, %
Китай		3,1	19,2	5,9	4,4		2,9		2,3		37,8
Германия	7,3		8,9			8	6,2	5,1	5,9		41,4
США	6,5	3,6		4,5	3,5	2,4	3,1		4,2	17,7	45,5
Япония	19	2,9	19,9		6,6						48,4
Республика Корея	25		13,5	5,2							43,7
Франция	4,1	13,8	8,2				3,5	7,4	6,6		43,6
Нидерланды	2,5	22	5,2			7,8		4	7,7		49,2
Италия	2,7	12,2	9,6			10,4	2,5		5,2		42,6
Великобритания	6,4	9,9	15,7			6,7	6,5	2,7			47,9
Канада	3,9	1	75	2,1	1		1		3,3		87,3

Примечание – Пустые ячейки в таблице означают долю экспорта/импорта менее 1%.

Таблица 5 – Направления импорта товаров крупнейших стран-импортеров (%)

	США	Китай	Германия	Великобритания	Япония	Франция	Республика Корея	Нидерланды	Канада	Индия	Доля от импорта, %
США		18,4	5,1	2,5	5,7		2,9		12,7	2,3	49,6
Китай	7,3		5		8,4		9,6				30,3
Германия	6,6	10				6		7,9			30,5
Великобритания	9,7	9,5	12,3			5,6		7,8			44,9
Япония	11,2	23	3,5								37,7
Франция	5,4	5,4	17,7	4,1				8,1			40,7
Республика Корея	12,3	21	4		9,5						46,8
Нидерланды	8,2	9,4	17	5,4		3,7					43,7
Канада	50	12,4	3,2	1,5	2,7	1,4					71,2
Индия	7,3	14,2					3,4				24,9

Примечание – Пустые ячейки в таблице означают долю экспорта/импорта менее 1%.

Для определения «силы» взаимосвязи крупнейших экспортеров и импортеров товаров между собой проведем многомерный корреляционный анализ, используя в качестве исходных данные из таблиц 4 и 5. Для этого попарно для строк данных из таблиц 4 и 5 рассчитаем коэффициенты корреляционной матрицы, используя выражение

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{N}(X-\bar{X})\cdot(Y-\bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N}(X-\bar{X})^2\cdot\sum_{i=1}^{N}(Y-\bar{Y})^2}}, \quad (3)$$

где X, Y – значения параметров сравниваемых строк данных; $\bar{X}, \bar{Y}$ – средние значения параметров сравниваемых строк данных; N – количество признаков (столбцов)[5]. Результаты расчетов коэффициентов корреляции представлены в таблицах 6 и 7.

[5] Бородачёв С.М. Многомерные статистические методы. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009.

Среднее значение модуля коэффициента корреляции составляет 0,4 и, в целом, свидетельствует о слабой корреляции. Сильная корреляция характерна для стран Западной Европы, для Японии и Республики Корея, ряда других стран, что указывает на наличие сильной взаимосвязности (похожести) экспортных или импортных товарных потоков для этих государств.

Крупнейшими торговыми потоками являются: Канада – США, США – Канада, США – Мексика, Мексика – США, Китай – США, США – Китай, Китай – Гонконг, Гонконг – Китай, Республика Корея – Китай, Китай – Япония, Япония – Китай, ОАЭ – другие страны, Саудовская Аравия – другие страны. Это позволяет выделить три крупных региональных товарных потока: первый – североамериканский, охватывающий США, Канаду и Мексику; второй – западноевропейский; третий – восточноазиатский, включающий Японию, Республику Корея, Китай, Тайвань, Гонконг, Сингапур; и три межконтинентальных товарных потока: Северная Америка – Восточная Азия; Северная Америка – Западная Европа и Западная Европа – Восточная Азия [4].

Продолжающийся рост населения сделал для ряда стран сложно разрешимой задачу обеспечения его продовольствием. Поэтому, несмотря на незначительную общую долю в мировой экономике (около 6% от мирового ВВП), сельское хозяйство представляет собой ключевую сферу, отвечающую за обеспечение населения собственными продовольственными ресурсами и продовольственной независимости [1]. Такое значение сельского хозяйства требует отдельного рассмотрения структуры мировой экономики с точки зрения продовольственного фактора.

Таблица 6 – Коэффициенты корреляции экспортных потоков товаров

	Китай	Германия	США	Япония	Республика Корея	Франция	Нидерланды	Италия	Великобритания	Канада
Китай										
Германия	0,24									
США	0,38	0,46								
Япония	0,57	0,43	0,17							
Республика Корея	0,28	0,43	0,03	0,88						
Франция	0,25	0,13	0,40	0,21	0,06					
Нидерланды	0,00	0,05	0,25	0,05	0,16	0,79				
Италия	0,32	0,36	0,36	0,21	0,03	0,57	0,81			
Великобритания	0,62	0,54	0,44	0,61	0,41	0,57	0,44	0,75		
Канада	0,94	0,46	0,32	0,69	0,42	0,30	0,01	0,39	0,72	

Примечание – Оттенки цвета ячеек показывают степень взаимосвязи: красные оттенки – слабая или отсутствует; желтые оттенки – умеренная; зеленые оттенки – сильная.

Таблица 7 – Коэффициенты корреляции импортных потоков товаров

	США	Китай	Германия	Велико-британия	Япония	Франция	Республика Корея	Нидерланды	Канада	Индия
США										
Китай	0,22									
Германия	0,15	0,30								
Великобритания	0,05	0,02	0,64							
Япония	0,61	0,05	0,68	0,58						
Франция	0,01	0,02	0,14	0,79	0,24					
Республика Корея	0,57	0,18	0,56	0,48	0,91	0,16				
Нидерланды	0,18	0,06	0,18	0,78	0,51	0,82	0,43			
Канада	0,11	0,33	0,43	0,47	0,55	0,14	0,57	0,35		
Индия	0,57	0,06	0,65	0,44	0,96	0,06	0,87	0,34	0,55	

Примечание – Оттенки цвета ячеек показывают степень взаимосвязи: красные оттенки – слабая или отсутствует; желтые оттенки – умеренная; зеленые оттенки – сильная.

Сильная зависимость сельского хозяйства от климатических, погодных и географических факторов обусловливает территориальную неравномерность его развития, специализацию государств в производстве продовольствия. Сочетание производственных возможностей государств и их потребностей в сельскохозяйственной продукции сформировало текущие направления перемещения продовольственных товаров. Крупнейшими экспортерами продукции агропромышленного комплекса являются США, Китай, Нидерланды, Германия, Бразилия, Франция, Испания, Италия, Канада, Бельгия; импортерами – Китай, США, Германия, Япония, Нидерланды, Великобритания, Франция, Италия, Бельгия, Канада[6].

По разнице экспорта и импорта в торговле продукцией сельского хозяйства основными потребителями сельскохозяйственной продукции являются (рисунок 5) страны Восточной и Западной Азии, Северной Европы и Африки: Китай, Япония, Республика Корея, Гонконг, Тайвань, Великобритания, Германия, Швеция, Норвегия, Саудовская Аравия, Ирак, Иран, ОАЭ, Бангладеш, Филиппины, Вьетнам. Основные поставщики продукции агропромышленного комплекса (рисунок 6) – страны Южной и Северной Америки, Южной Азии, Океании, Восточной и Центральной Европы: Бразилия, Аргентина, США, Канада, Парагвай, Чили, Уругвай, Эквадор, Нидерланды, Испания, Украина, Польша, Франция, Бельгия, Австралия и Новая Зеландия, Таиланд, Индонезия, Индия, Турция, Малайзия.

[6] https://www.fao.org/faostat/ru/#data/TI

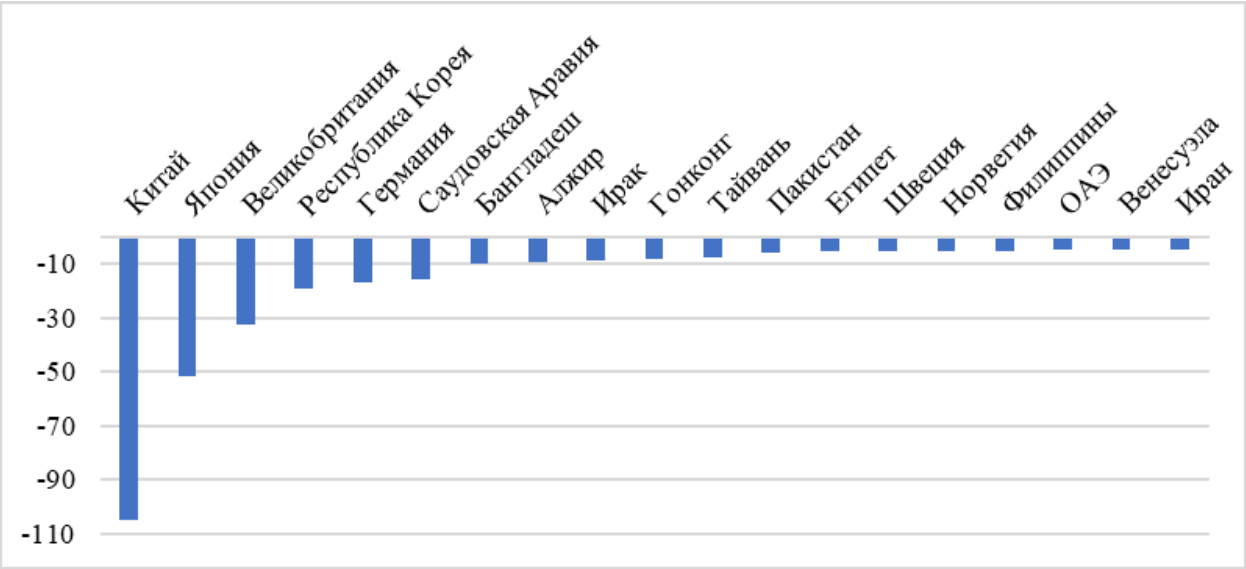


Рисунок 5 – Страны с отрицательной разницей экспорта и импорта в торговле продукцией сельского хозяйства (млрд долл.)

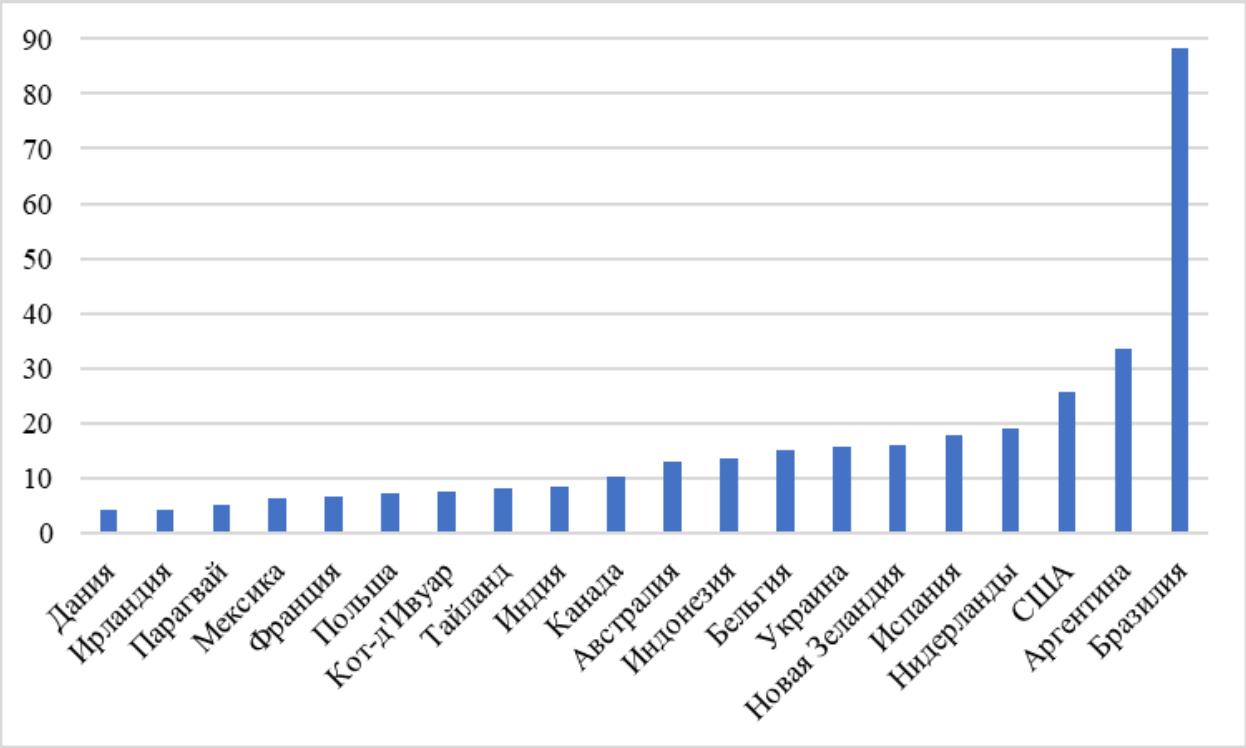


Рисунок 6 – Страны с положительной разницей экспорта и импорта в торговле продукцией сельского хозяйства (млрд долл.)

По данным, представленным на рисунках 5 и 6, можно выделить межконтинентальные потоки перемещения сельскохозяйственной продукции: из Южной и Северной Америки, Австралии и Новой Зеландии, Восточной Европы в направлении Восточной и Западной Азии, Северной Европы, Северной Африки; региональные из Южной, Западной и Восточной Европы в Северную Европу; из Юго-Восточной Азии в Восточную Азию.

Таким образом, в работе предложен подход, позволяющий выделить структурные элементы мировой экономики в виде центров добычи полезных ископаемых, производства сельскохозяйственной и промышленной продукции и товарных потоков между ними, иерархию государств, включающую шесть групп стран. Полученные количественные оценки экономических показателей на примере производства и перемещения товаров, полезных ископаемых, капиталов, описывающих ситуацию, сложившуюся в мировой геоэкономике к определенному моменту времени, в дальнейшем можно использовать для построения системы взаимоотношений между субъектами ВПО в экономической сфере. Определить на ее основе возможные точки возникновения противоречий между субъектами, выделить перечень показателей, которые характеризуют состояние дел субъектов в каждой из областей. Из всего перечня показателей выбрать главные, которые в совокупности позволят сделать вывод о состоянии (характере) отношений между субъектами, определить возможные причины, районы возникновения конфликтности, ее участников и их уязвимые места [5].

Список использованных источников

1. Кудрявцев А.М., Иванов А.А., Смирнов А.А. Оценка военно-политической обстановки в информационно-аналитической работе: монография / Под ред. А.М. Кудрявцева. СПб.: ВАС, 2019. – 416 с.

2. Барынькин В.М. Оценка военно-политической обстановки: Методологический аспект // Военная мысль. 1999. №5. – С. 23-30.

3. Подберезкин А.И., Александров М.В., Боришполец К.П., Зиновьева Е.С., Каберник В.В., Мунтян М.А., Родионов О.Е., Ручкин Г.Р., Харкевич М.В. Стратегическое прогнозирование и планирование внешней и оборонной политики: монография в 2 т. / Под ред. А.И. Подберезкина. МГИМО МИД России, Центр военно-политических исследований. М.: МГИМО-Университет, 2015.

4. Жамбю М. Иерархический кластер-анализ и соответствия. М.: Финансы и статистика, 1988.– 342 с.

5. Галов С.Ю., Кудрявцев А.М., Куликов М.В., Сагалаев М.П., Смирнов А.А. Методика локализации «ядер» глобальных и региональных центров силы // Стратегическая стабильность. 2020. №5. – С. 50-55.

УДК 336.43

Н.Н. СИЗОНЕНКО, кандидат педагогических наук
К.Н. ЛЕБЕДЕВ, кандидат педагогических наук
А.В. КРИВКО, кандидат политических наук

ФИНАНСОВО ГРАМОТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЛИЧНЫМИ И СЕМЕЙНЫМИ ФИНАНСАМИ, КАК ОСНОВА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОЕННОСЛУЖАЩЕГО

В статье предпринята попытка раскрыть тенденции, сложившиеся в период коронакризиса, обосновать актуальность повышения уровня финансовой грамотности, проанализировать нормативные правовые акты по исследуемой теме, указать на риски, при наступлении которых домохозяйство военнослужащего рискует попасть в опасное положение, становится экономически неустойчивым, что влечет за собой потерю ресурсов, необходимых для нормального функционирования домашнего хозяйства, предложить инструменты для их минимизации или устранения, а также сформулированы предложения по внедрению мероприятий, повышающих уровень финансовой грамотности военнослужащих.

***Ключевые слова**: финансовая грамотность; финансово грамотное поведение; управление личными финансами; домохозяйство военнослужащего; экономическая безопасность; инвестиции военнослужащего.*

Современная российская армия - один из важнейших социальных институтов государства. Согласно закону «О статусе военнослужащих»[1], для военнослужащих установлены определенные дополнительные обязательства и ограничения (запрет заниматься предпринимательской и другой оплачиваемой деятельностью, за исключением научной и иной творческой), а также предоставляются гарантии и компенсации, связанные с особым характером обязанностей. Эти меры, с одной стороны, являются гарантией финансовой стабильности для военнослужащих и их семей, а с другой - делают данную категорию граждан привлекательной для финансовых организаций в части привлечения в качестве вкладчиков или заемщиков. Для Министерства обороны Российской Федерации вопрос финансовой грамотности военнослужащих является значимым и актуальным, так как только через финансово

[1] Федеральный закон РФ от 27 мая 1998 г. №76-ФЗ «О статусе военнослужащих».

грамотное управление личными и семейными финансами возможно обеспечить экономическую безопасность военнослужащего и, как следствие, государства.

Вместе с тем на данное положение негативно влияют следующие факторы:

экономический кризис, в период которого повышается актуальность рационального использования финансовых средств при явном снижении стоимости сбережений;

усложнение предлагаемых на рынке финансовых услуг;

несоответствие финансовых знаний населения динамично меняющемуся финансовому рынку;

нестабильность и малая предсказуемость развития финансовых рынков [1].

В данной статье авторами предпринята попытка на основе тенденций, сложившихся в период 2020-2021 годов, раскрыть риски, связанные с использованием новых финансовых продуктов, имеющих популярность среди граждан. Знание о них позволит избежать ситуаций, являющихся угрозой для экономической безопасности военнослужащих и их семей. В качестве решения задачи авторами сформулированы предложения по внедрению мероприятий, направленных на повышение уровня финансовой грамотности военнослужащих.

Взяв за основу подход концептуальных документов Российской Федерации к формулированию понятий, дадим определения основным терминам, используемым в рамках данной статьи.

Рассматривая семью военнослужащего, как субъект хозяйствования, будем применять термин «домохозяйство» (домашнее хозяйство) - законодательно закреплённая форма хозяйственной деятельности, объединяющая людей отношениями, возникающими при организации их совместного быта; одна из основных структурных единиц экономики, важнейший субъект рыночных отношений[2]. Эти люди могут быть связаны отношениями родства или отношениями, вытекающими из брака, либо быть не родственниками. В состав одного домохозяйства могут входить и родственники, и не родственники. Домохозяйство может

[2] Большая российская энциклопедия, https://bigenc.ru/economics/text/1965398

состоять из одного человека, живущего самостоятельно и обеспечивающего себя пищей и всем необходимым для жизни[3].

Финансовая грамотность – результат процесса финансового образования, который определяется как сочетание осведомлённости, знаний, умений и поведенческих моделей, необходимых для принятия успешных финансовых решений и в конечном итоге для достижения финансового благосостояния. Основой финансово грамотного поведения является сочетание финансовых знаний, установок, норм и практических навыков, необходимых для принятия успешных и ответственных решений на финансовом рынке и являющихся результатом целенаправленной деятельности по повышению финансовой грамотности[4].

Финансовая грамотность определяет способность человека управлять своими доходами и расходами. Предполагает принятие правильных и рациональных решений по распределению денежных средств и их грамотное приумножение. Такие знания позволяют достичь финансового благополучия и поддерживать этот уровень в течение жизни [2, С.135].

Низкий или недостаточный уровень финансовой грамотности обусловливает самостоятельный выбор и пользование различными финансовыми услугами и финансовыми инструментами, которые граждане осваивают самостоятельно, как правило, методом проб и ошибок, что негативно влияет на личное благосостояние и финансовый потенциал домашних хозяйств, ухудшает ресурсную базу финансовых организаций, препятствует развитию финансового рынка, затормаживает инвестиционные процессы в экономике и приводит к ухудшению социально-экономического положения страны [2, С.136; 3, С.218].

Финансовое поведение граждан – один из важнейших показателей активности населения в области финансов, показателей, позволяющих понять, насколько граждане готовы распоряжаться собственными средствами. Финансовое поведение своего рода экономическое поведение, включающее в себя огромное разнообразие действий, таких как: привлечение финансовых ресурсов за счёт получения кредита, уплата

[3] Приказ Федеральной службы государственной статистики от 6 августа 2018 г. №486 «Об утверждении статистического инструментария для организации федерального статистического наблюдения за уровнем жизни населения».

[4] Распоряжение Правительства РФ от 25 сентября 2017 г. №2039-р «Об утверждении Стратегии повышения финансовой грамотности в Российской Федерации на 2017-2023 гг.».

налогов и иных обязательных платежей, потребление финансовых ресурсов посредством приобретения имущества, открытие вкладов в кредитных организациях, страхование и т.д.

Экономическая безопасность[5] домохозяйства – это состояние защищенности его жизненно важных экономических интересов и интересов членов домашнего хозяйства от экономических рисков и угроз, возникающих из-за деструктивного воздействия внешней среды и неадекватного поведения отдельных членов домашнего хозяйства, которые наносят ущерб благосостоянию домашнего хозяйства.

Угроза экономической безопасности[6] – совокупность условий и факторов, создающих прямую или косвенную возможность нанесения ущерба в экономической сфере.

Экономический риск[7] – это объективно существующая возможность наступления неблагоприятных обстоятельств в процессе осуществления финансово-хозяйственной деятельности, вызванная воздействием факторов внешней и внутренней среды[8].

Финансово-экономические риски – это риски, реализация которых приводит к возникновению потерь финансовых ресурсов при принятии экономических решений[9].

Достижение домохозяйством уровня финансовой безопасности можно охарактеризовать как устойчивое обеспечение платежеспособности и своевременного погашения обязательств, ликвидность принадлежащих им финансовых активов, независимость и эффективность финансово-хозяйственной деятельности, наличие страховых накоплений и вложений, достойное удовлетворение своих базовых рациональных потребностей [4].

Управление же личными финансами представляет собой совокупность приемов и методов организации финансовой деятельности и используется для оказания воздействия на финансовый уровень семьи и ведения продуманной финансовой политики, а также отношений,

---

[5] Указ Президента РФ от 13 мая 2017 г. №208 «О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года».

[6] Там же.

[7] Там же.

[8] Рыхтикова Н.А. Анализ и управление рисками организации: уч. пособие. М.: ФОРУМ, ИНФРА-М, 2007. – 240 с.

[9] Князева Е.Г., Юзвович Л.И., Луговцов Р.Ю., Фоменко В.В. Финансово-экономические риски: уч. пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 112 с.

возникающих в процессе составления, оптимизации, исполнения, корректировки личного финансового планирования, применяемого в процессе жизнедеятельности семьи, и своего рода контроля за исполнением финансовых решений и действий с целью повышения эффективности её функционирования [5, С.27].

В последние годы российская экономика демонстрировала относительно медленный рост: сокращалось потребление граждан, снижалась покупательная способность рубля. Всё это негативно влияло на уровень жизни россиян, их материальное благосостояние.

Начало 2020 года ознаменовалось угрозой новой природы, не имеющей аналогов в современной истории – глобальным распространением новой коронавирусной инфекции, обусловленной штаммом SARS-CoV-2. Экономическая ситуация, сложившаяся в России, помимо угрозы пандемии коронавируса и ввода ограничительных мер, усугубилась негативным влиянием резкого падения цен на нефть и другие ресурсы и показала, насколько население РФ финансово уязвимо и неподготовлено к сложившимся реалиям.

В условиях приостановки деятельности многих организаций и вынужденных нерабочих дней кризис затронул 6,05 млн компаний и предпринимателей 161 вида бизнеса, что составляет до 67% от общего числа предприятий в стране[10]. Финансовой «подушки безопасности» не оказалось у 62% компаний, поэтому им пришлось экстренно оптимизировать расходы. В первую очередь сокращали расходы на маркетинг и рекламу (42%). Треть компаний сократили штат сотрудников, 26% уменьшили оклад персонала, 22% отказались от аренды офисов. За 2020 год в России закрылось 1,16 млн предприятий малого и среднего бизнеса, это в 2,3 раза больше, чем годом ранее[11].

Как следствие – ошеломляющие цифры безработицы, резкие колебания фондового рынка, неопределённость перспектив последствий влияния пандемии на государственную экономику, а также уменьшение доходов граждан и напряжённость в сфере личных финансов.

---

[10] Титов Б.Ю. COVID-19 – последствия для бизнеса и экономики: приложение к докладу Президенту Российской Федерации // Уполномоченный при Президенте Российской Федерации по защите прав предпринимателей – http://doklad.ombudsmanbiz.ru/2020/7.pdf

[11] Потери российского бизнеса от коронавируса за 2020 год // Сбербанк – https://www.sberbank.ru/ru/s_m_business/pro_business/poteri-rossijskogo-biznesa-ot-koronavirusa/

Подавляющее большинство домохозяйств оказались финансово не готовы к коронавирусному стресс-тесту из-за высокой степени закредитованности и отсутствия необходимой финансовой «подушки безопасности» на случай потери работы. По результатам исследования Аналитического центра НАФИ (по состоянию на 31 марта 2020 года) в случае потери основного источника дохода 42% россиян были в состоянии оплачивать все необходимые расходы – без займов у близких и оформления кредитов – в течение одного месяца, четверть (26%) – менее трёх месяцев. Равные доли – по 10% – могли бы прожить на свои сбережения от 3 до 6 месяцев и более полугода. В среднем при потере работы накоплений россиян хватило бы на 63 дня[12].

Принимая во внимание данный факт, Банком России был введён комплекс мер по поддержке граждан, столкнувшихся с существенным сокращением доходов и (или) заболевших COVID-19, в целях предоставления им возможности восстановить своё финансовое положение[13], который включал: реструктуризацию кредитов, отмену по ним пени и штрафов, приостановку процедур принудительного выселения должников из жилых помещений, на которые кредиторами ранее было обращено взыскание, предоставление кредитных каникул и др.

Беспрецедентный рост неопределённости стал источником повышенных рисков для финансовой стабильности и толчком изменения образа жизни, финансового мышления и поведения большинства граждан и тех, кто потерял доход, лишился работы, а то и целого бизнеса, и даже тех, кого эти невзгоды обошли стороной. Так, вырос спрос на товары по выгодным предложениям со скидками и бонусам, траты населения перешли в формат «online», где можно сравнить цены и купить товар значительно дешевле, чем в обычном магазине. Россияне стали активно формировать собственные «подушки безопасности».

В наиболее острую фазу коронакризиса – период действия карантинных ограничений и самоизоляции – для большинства граждан приоритетными стали вопросы физического сохранения сбережений, а также

[12] Инициативный всероссийский опрос НАФИ проведен в феврале-марте 2020 г. Опрошено 1600 человек в 150 населенных пунктах в 50 регионах России. Возраст: 18 лет и старше. Статистическая погрешность не превышает 3,4% – https://nafi.ru/analytics/pri-potere-raboty-nakopleniy-rossiyan-khvatit-v-srednem-na-63-dnya/

[13] Банк России принял решение по регуляторным послаблениям и макропруденциальным мерам // Банк России – https://cbr.ru/press/pr/?file=10082020_163109pr_0.htm

сохранение покупательной способности накоплений. Немалая часть наших сограждан предпочла хранить денежные средства в наличном виде – в рублях или твёрдой валюте. Другая часть граждан, имеющих сколь-нибудь существенные накопления, перешли к альтернативным вариантам инвестирования средств. Банки отмечали тенденцию снижения вкладов физических лиц как рублёвых, так и валютных.

Детерминантами такого поведения стали: снижение процентных ставок по банковским депозитам до минимальных значений за многие годы, ввиду реализации мягкой денежно-кредитной политики (ДКП) ЦБ РФ, как результат - повышенный интерес граждан к альтернативным способам инвестиций с потенциально более высокой доходностью (в том числе и с более высоким риском); желание населения продать валюту по более высокому курсу и перейти в наличность. Существенную роль в принятии инвестиционных решений, не в пользу депозитов, стало принятие поправок Налогового кодекса Российской Федерации[14] в части изменения порядка обложения НДФЛ процентов по вкладам (остаткам на счетах) в российских банках. За период с 1 марта по 1 ноября 2020 года портфель депозитов физических лиц-резидентов сократился на 1,5 трлн. руб. или на 8,3%, в иностранной валюте в пересчёте на доллары - на 10,3 млрд. долл. или на 14,8%[15].

Ускорившийся процесс цифровизации и упрощение процедуры инвестирования, а также высокие доходы предыдущих периодов благодаря валютным вложениям, выигравшим от ослабления рубля, способствовали увеличению вложений граждан в такие инструменты, как акции, облигации, доверительное управление, индивидуальный инвестиционный счёт (ИИС), паевые инвестиционные фонды (ПИФ), и некоторые другие. В результате более чем на треть вырос приток средств инвесторов, стремившихся приобрести через некредитные финансовые организации «упавшие» в стоимости активы.

Понимая складывающуюся тенденцию, а также в связи с заинтересованностью в получении комиссионных доходов, банки всячески стимулировали интерес населения к альтернативным инструментам,

[14] Федеральный закон РФ от 1 апреля 2020 г. №102-ФЗ «О внесении изменений в части первую и вторую Налогового кодекса Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

[15] Обзор российского финансового сектора и финансовых инструментов 2020 год: аналитический материал // Банк России – https://cbr.ru/Collection/Collection/File/32168/overview_2020.pdf

позволяющим увеличить базовую ставку по депозиту, в том числе за счёт получаемых от партнеров комиссий за продажу, активно продвигали комплексные продукты: вклад + ИИС; вклад + ПИФ; вклад + накопительное страхование жизни (НСЖ) и др. Одновременно с этим возросли риски мисселинга[16]: неподготовленные клиенты могли не осознавать, что из вкладчиков банков они превратились в инвесторов. Так, например, при продаже банком продуктов инвестиционного страхования жизни (ИСЖ) клиента могут не предупредить о том, что досрочное снятие средств со счёта возможно, но только при уплате огромного процента и что такие дополнительные инвестиции не застрахованы в системе АСВ, а доходность по ним в большинстве случаев не гарантирована. Гражданин становится заложником ситуации[17].

Сложившаяся реальность заставляет задуматься о повышении уровня финансовой грамотности военнослужащих, необходимы разъяснения в части особенностей применения традиционных инструментов для сохранения накоплений - вкладов, и использования инвестиционных продуктов фондового рынка, что позволит им принимать оптимальные решения при управлении личными и семейными финансами и, как следствие, будет способствовать обеспечению их личной финансовой безопасности и экономической безопасности их семей.

Чаще всего угроза экономической безопасности домохозяйств возникает вследствие непродуманного заимствования средств (привлечения кредитов). В последнее время это происходит в результате неоправданных инвестиционных решений.

Согласно п. 7 ст. 10 закона «О статусе военнослужащего» военнослужащему запрещено заниматься любым видом оплачиваемой деятельности, в том числе предпринимательской. Исключения – доходы от научной, творческой и преподавательской деятельности. Многие полагают, что доход от инвестиций – это прибыль от предпринимательской деятельности, которая для военнослужащих запрещена.

---

[16] Мисселинг (от англ. misselling – «неправильная продажа») – это недобросовестная практика навязывания клиентам продукта без подробного информирования о его характеристиках и важных особенностях. Чаще всего он встречается в банковской сфере, когда клиент получает не полную информацию о предлагаемом продукте.

[17] Пандемия повлияла на структуру и динамику жалоб в Банк России: итоги 2020 года // Банк России – http://www.cbr.ru/press/event/?id=9573

Для объективности рассмотрения данного вопроса обратимся к п. 1 ст. 2 Гражданского кодекса Российской Федерации, в котором указано, что предпринимательство – это «самостоятельная, осуществляемая на свой риск деятельность, направленная на систематическое получение прибыли от пользования имуществом, продажи товаров, выполнения работ или оказания услуг». Инвестируя в альтернативные депозитным продуктам финансовые инструменты, гражданин не заключает договоров подряда, не берет на себя никаких обязательств и не оказывает услуг. Приобретая акции, инвестор становится акционером и получает право, но не обязанность[18], участвовать в собрании акционеров, голосовать за то или иное решение. Следовательно, если военнослужащий не принимает участие в общем собрании акционеров, его нельзя считать участвующим в управлении акционерным обществом. Справедливым будет указать, что при покупке привилегированных акций компании инвестор автоматически отказывается от участия в управлении. Но в исключительных случаях ему всё равно могут предложить проголосовать. В этом случае достаточно просто ничего не делать.

Другие биржевые инструменты: облигации, валюты, фонды, фьючерсы и опционы не дают никаких прав на участие в управлении, поэтому ими военнослужащие могут распоряжаться свободно.

Кроме того, действия инвестора при проведении операций купли-продажи активов на бирже не являются самостоятельными, а осуществляются при посредничестве участников торгов[19]. Гражданин может лишь открыть счёт, перевести на него денежные средства и поручить брокеру провести операцию с той или иной ценной бумагой по указанной цене и в указанном объёме. Всё остальное, начиная с покупки лота ценных бумаг и заканчивая подачей сведений в депозитарий, обязанность брокера.

Таким образом, сам факт владения ценными бумагами и получение по ним пассивного дохода в виде выплат по государственным облигациям либо дивидендов по акциям российских компаний, для военнослужащего не являются предпринимательской деятельностью. Владение ценными бумагами - это способ диверсификации накопленных средств.

[18] Ст. 31, 32 Федерального закона РФ от 26 декабря 1995 г. №208-ФЗ «Об акционерных обществах».
[19] Ст. 16 Федерального закона РФ от 21 ноября 2011 г. №325-ФЗ «Об организованных торгах».

Однако не стоит забывать, что рынки финансовых услуг таят в себе риски, при наступлении которых домохозяйство военнослужащего рискует попасть в опасное положение, становится экономически неустойчивым, что влечёт за собой потерю ресурсов, необходимых для нормального функционирования домашнего хозяйства. Рассмотрим один из них – *риск стать пользователем иностранных финансовых инструментов.*

При открытии ИИС в брокерской компании, даже зарегистрированной в Российской Федерации, военнослужащий должен понимать, что средства передаются брокеру, являющемуся посредником, который в зависимости от стратегии инвестирования может приобретать акции публичных иностранных компаний, корпоративные облигации, государственные долговые обязательства и производные финансовые инструменты, ETF фонды (Exchange-Traded Funds – биржевые фонды, портфель или корзина акций крупнейших компаний России и зарубежья)[20]. Но даже при инвестиции в российские компании необходимо знать, что на самом деле ряд из них имеют иностранную регистрацию и владеть их акциями или облигациями отдельные категории военнослужащих не могут. При данных обстоятельствах у военнослужащего возникает риск – стать пользователем иностранных финансовых инструментов.

Согласно подпункта «д.1» п. 1 ст. 51 закона «О воинской обязанности и военной службе»[21] военнослужащий может быть уволен, если он или его супруг или супруга, а также несовершеннолетние дети будут владеть иностранными активами. Это нарушение закона «О запрете на использование иностранных финансовых инструментов»[22]. Данный федеральный закон распространяется на государственных служащих, включая военнослужащих Министерства обороны.

Для минимизации данного риска военнослужащий должен знать, что у каждой ценной бумаги есть ISIN (International Securities

[20] Список лучших ETF-фондов для инвестиций // Банки.ру – https://www.banki.ru/investment/mutual/etf/

[21] Федеральный закон РФ от 28 марта 1998 г. №53-ФЗ «О воинской обязанности и военной службе».

[22] Федеральный закон РФ от 7 мая 2013 г. №79-ФЗ «О запрете отдельным категориям лиц открывать и иметь счёта (вклады), хранить наличные денежные средства и ценности в иностранных банках, расположенных за пределами территории Российской Федерации, владеть и (или) пользоваться иностранными финансовыми инструментами».

Identification Number) – международный идентификационный код ценной бумаги, состоящий из 12 символов: букв латинского алфавита и цифр. Данный код используется для полной идентификации ценной бумаги при совершении сделок и расчётов с её участием, но он не содержит информации о характеристиках финансового инструмента. Эту функцию выполняет CFI (Classification of Financial Instruments) – ещё один международный код, который присваивают ценным бумагам. Он не является уникальным для каждой бумаги, но в дополнение к ISIN, однозначно идентифицирующему бумагу, позволяет классифицировать её по виду (акция, облигация), типу (именная, предъявительская), категории и т.д.

Перед покупкой ценной бумаги необходимо проверить на специализированных ресурсах, например, moex.com (Московская биржа) или isin.ru (Справочник иностранных финансовых инструментов), что у неё российский ISIN-код с префиксом RU (например, ISIN-код акций ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина – RU0009033591, ISIN-код облигации АО «Лизинговая компания «Европлан» – RU000A1004K1), тогда как у иностранных активов – XS, US и пр. Так, согласно информации, отраженной на вышеуказанных сайтах, ISIN-код еврооблигаций Газпрома (GAZPR-34) – XS0191754729[23].

Еврооблигации (eurobonds) – долговые ценные бумаги, купонные облигации, размещённые на международном финансовом рынке. Как правило, номинированы в валюте не той страны, в которой находится эмитент[24]. Такие облигации, в том числе российских эмитентов, являются иностранными ценными бумагами. Более того, российские государственные облигации внешнего займа также являются иностранными ценными бумагами, о чем свидетельствует ISIN-код данных ценных бумаг. Согласно законодательству не все военнослужащие и госслужащие могут инвестировать в еврооблигации Газпрома. В таблице 1 для примера приведены некоторые российские компании, которые широко известны гражданам и пользуются репутацией устойчивых и перспективных. Однако приобретение их ценных бумаг будет квалифицировано как инвестиции в иностранные финансовые инструменты.

---

[23] Справочник инструментов, отвечающих Указанию Банка России о квалификации – https://www.isin.ru/ru/foreign_isin/db/index.php#search_rezult

[24] Еврооблигации (eurobonds) // Банки.ру – https://www.banki.ru/wikibank/evroobligatsii_eurobonds/

Таблица 1 - Список некоторых российских компаний, ценные бумаги которых считаются иностранными финансовыми инструментами

Наименование	ISIN-код ценной бумаги	Страна эмитента	Вид деятельности
X5 Retail Group	US98387E2054	Королевство Нидерландов	Продуктовый ритейлер
TCS Group (Тинькофф)	US87238U2033	Республика Кипр	Владеют банком
QIWI	US74735M1080	Республика Кипр	Технологии
Лента (МКПАО Лента др)	US52634T2006	Республика Кипр	Продуктовый ритейлер
Яндекс (PLLC Yandex N.V. class A shs)	NL0009805522	Королевство Нидерландов	Технологии
Русагро	US7496552057	Республика Кипр	Производство продуктов питания
Petropavlovsk PLC (Петропавловск ПЛК)	GB0031544546	Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии	Добыча драгметаллов
Полиметалл (Polymetal International plc)	JE00B6T5S470	остров Джерси	Добыча драгметаллов
Mail.ru	US5603172082	Британские Виргинские острова	Технологии
Fix Price Group Ltd (ГДР FixPrice Group Ltd ORD SHS)	US33835G2057	Британские Виргинские острова	Торговля и ритэйл
Группа «Эталон»	US29760G1031	Республика Кипр	Девелопмент и строительство
HHRU	US42207L1061	Республика Кипр	Деятельность по созданию и использованию баз данных
АЛРОСА Файнэнс Эс.Эй	XS1843441731	Великое Герцогство Люксембург	Горнодобывающая промышленность
OZON (АДР Ozon Holdings PLC ORD SHS)	US69269L1044	Республика Кипр	Online торговля и ритейл

Подводя итог, необходимо отметить, что в современных условиях, с появлением разнообразных финансовых услуг, в большинстве своём трудных для понимания, проблема повышения уровня финансовой грамотности военнослужащих стала чрезвычайно актуальной.

В соответствии с принятой Стратегией повышения финансовой грамотности в Российской Федерации на 2017-2023 гг. финансово-грамотный военнослужащий должен как минимум:

уметь проводить личное финансовое планирование (планировать свои доходы и расходы, жить по средствам, избегая несоразмерных доходам долгов и неплатежей по ним);

формировать долгосрочные сбережения и финансовую «подушку безопасности» для непредвиденных жизненных ситуаций;

иметь представление о том, как искать и использовать необходимую финансовую информацию, знать и уметь отстаивать свои законные права как потребителя финансовых услуг;

использовать правила разумного финансового накопления (рационально выбирать финансовые услуги, знать о рисках на рынке финансовых услуг, быть способным распознавать признаки финансового мошенничества и пирамид на финансовом рынке).

Для эффективной организации деятельности по повышению уровня финансовой грамотности военнослужащих необходимо обеспечить:

актуализацию и внедрение элементов финансовой грамотности в образовательные программы высшего образования образовательных организаций в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами и квалификационными требованиями на основе соответствующих примерных основных профессиональных образовательных программ;

в рамках разработки в будущем актуализированных федеральных государственных образовательных стандартов обязательное овладение универсальной компетенцией в области экономической культуры, в том числе финансовой грамотности, выпускниками по программам бакалавриата (специалитета);

в рамках программ профессиональной переподготовки и (или) повышения квалификации военнослужащих и гражданского персонала, профессионально-должностной подготовки (ПДП), включение тем,

касающихся основ финансовой грамотности и особенностей новых финансовых продуктов и инструментов.

Финансово-грамотное управление личными и семейными финансами – это важный фактор повышения качества жизни и благополучия военнослужащего и его семьи, а, следовательно, и обеспечения их экономической безопасности.

Список использованных источников

1. Климашин Е.А., Демкина Е.В., Кубякин Е.О. Финансовая грамотность как неотъемлемая часть педагогического процесса обучения военнослужащих // Вестник Адыгейского государственного университета. 2021. Вып.1(273).

2. Серба В.Я., Васильев Н.И., Давыдова А.А. Моделирование рационального финансового поведения военнослужащих на основе повышения финансовой грамотности // Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева. 2020. №2(22). – С. 129-137.

3. Бычков П.И. Финансовая грамотность военнослужащих как элемент их социального благополучия // Социально-гуманитарные знания. 2021. №1. – С. 217-222. – DOI 10.34823/SGZ.2021.1.51528.

4. Томина Н.М. Угрозы и риски финансовой безопасности домашних хозяйств // Экономическая безопасность. 2021. Т.4. №2. – С. 343–362. – DOI 10.18334/ECSEC.4.2.112143.

5. Бекирова С.Э. Повышение эффективности управления личными финансами на этапах жизненного цикла семьи // Научный вестник: Финансы, банки, инвестиции. 2019. №1. – С. 25-32.

Аннотации и ключевые слова

Abstracts and key words

В.М. Буренок,
К.Ю. Крюков,
М.В. Осыко

Методический подход к системному анализу некоторых исходных данных для подготовки Государственной программы вооружения

Изложен методический подход к системному анализу некоторых блоков Единой системы исходных данных, применяемых в процессе разработки Государственной программы вооружения. Его суть заключается в экспертном анализе тактико-технических требований, перечня базовых и критических военных технологий, перечня базовых и критических промышленных технологий в целях согласования уровня развития указанных технологий, обеспечивающего выполнение ТТТ к перспективным образцам вооружения, военной и специальной техники. Приведен алгоритм экспертного анализа и основные задачи, выполняемые при этом экспертами.

Ключевые слова: государственная программа вооружения; тактико-технические требования; перечень базовых и критических военных технологий; перечень базовых и критических промышленных технологий.

V.M. Burenok,
K.Yu. Kryukov,
M.V. Osyko

Methodical Approach to the Systematic Analysis of Some Initial Data in the Course of the State Armament Program Grounding

The article describes a methodical approach to the system analysis of some Unified System blocks of initial data that are used in the process of the State armament program development. This approach provides for carrying out of expert tactical and technical requirements analysis, list of basic and critical military technologies, and list of basic and critical industrial technologies as well in order to coordinate the level of assigned technologies development, ensuring the implementation of tactical and technical requirements to advanced weapons, military and special equipment samples. The expert analysis algorithm and the main tasks performed by experts are given.

Key words: state armament program; tactical and technical requirements; list of basic and critical military technologies; list of basic and critical industrial technologies.

А.И. Буравлев,
М.С. Белорозов

Модель управления технической готовностью ВВСТ при планировании и реализации Государственной программы вооружения

В статье рассмотрена модель управления технической готовностью неоднородного по возрасту парка изделий ВВСТ. В основе модели использована гипотеза о равномерной выработке технического ресурса и линейная зависимость интенсивности отказов от продолжительности и режимов эксплуатации ВВСТ. Исследована зависимость коэффициента технической готовности парка ВВСТ и затрат на его обеспечение при эксплуатации по ресурсу и техническому состоянию при разной возрастной структуре парка. Показано, что равномерная по возрасту структура парка ВВСТ является оптимальной по критерию «стоимость-готовность».

Ключевые слова: техническая готовность изделий; управление технической готовностью парка ВВСТ по ресурсу и фактическому состоянию; возрастная структура парка ВВСТ; критерий оптимального управления «стоимость-готовность».

A.I. Buravlev,
M.S. Belorozov

A Model of Weapon and Military Equipment Technical Readiness Management in the Planning and Implementation of the State Armaments Program

The article discusses a management model of the various aged weapon and military equipment park technical readiness. The model is based on the hypothesis of the steady technical resource depletion and the linear dependence of the failure rates on the weapons and military equipment duration and modes of operation. Authors investigate the coefficient dependence of the weapon and equipment park technical readiness and its maintenance costs in service by resource and technical condition with a various aged park structure. It is shown that the age-uniform structure of the weapon and military equipment is optimal in terms of the «cost-availability» criterion.

Key words: product technical readiness; weapons and military equipment technical readiness management by resource and actual state; weapons and military equipment age structure; criterion of «cost-availability» optimal management.

А.В. Леонов,
А.Ю. Пронин

Искусственный интеллект на службе у … интеллекта

На основе критического анализа современных представлений об искусственном интеллекте выявлены две взаимосвязанные проблемы: отсутствие четкой и понятной терминологии; недостаточная разработанность научных основ. Сформулированы определения понятий «интеллект», «искусственный интеллект», «гибридный интеллект» и предложения по созданию научных основ искусственного интеллекта. Рассмотрены проблемы и задачи искусственного интеллекта в обосновании создания и развития перспективного вооружения и пути их решения.

Ключевые слова: интеллект; искусственный интеллект; естественный интеллект; гибридный интеллект; перспективное вооружение.

A.V. Leonov,
A.Yu. Pronin

Artificial Intelligence Works for Natural Intelligence

Artifucial Intelligence Works for Natural Intelligence

Based on a critical modern ideas analysis of artificial intelligence, two interrelated problems are revealed: lack of clear and understandable terminology; insufficient development of scientific foundations. The definitions of concepts "intelligence", "artificial intelligence", "hybrid intelligence", and proposals for the creation of scientific foundations of artificial intelligence are formulated. The problems and tasks of artificial intelligence in substantiation of the advanced weapons creation and development, and ways to solve them are considered.

Key words: intelligence; artificial intelligence; natural intelligence; hybrid intelligence; advanced weapons.

В.Г. Найдёнов,
К.А. Тарасенко

Методика обоснования технических требований к перспективным доплеровским системам по точности измерения ими радиальной скорости

В статье представлена новая методика обоснования технических требований к доплеровским измерителям, которая позволяет принимать научно обоснованные решения при разработке тактико-технических заданий на создание перспективных доплеровских измерительных систем. Обоснование требований проведено с использованием усовершенствованного алгоритма, реализующего метод Нелдера и Мида, который позволяет решать задачи нелинейного математического программирования с ограничением в виде равенства в области изменения исследуемого функционала.

Ключевые слова: доплеровские измерительные средства; технические требования к доплеровским измерителям; деформируемый многогранник; оптимальное решение.

V.G. Naydyonov,
K.A. Tarasenko

A Method of Technical Requirements Justification for Advanced Doppler Systems in Terms of Their Radial Velocity Measurement Accuracy

Article presents a new method of technical requirements justification for Doppler measuring systems that makes possible to take scientifically justified decisions while tactical and technical specifications development for advanced Doppler measuring systems. Requirement justification is carried out by means of an improved algorithm that implements Nelder and Mead method, which allows to solve nonlinear mathematical programming problems restricted by equality in the area of the studied functional change.

Key words: Doppler measuring equipment; technical requirements of Doppler measuring equipment; deformable polyhedron; optimal solution.

А.А. Лукьяница,
В.Б. Эпенетосский,
В.Н. Исаев

Высокоэффективный алгоритм повышения детальности оптико-электронных изображений, получаемых летательными аппаратами

В настоящей работе представлен алгоритм повышения детальности (разрешения на местности) оптико-электронных изображений, получаемых с использованием летательных аппаратов воздушного и космического базирования, отличающийся от существующих тем, что он обладает высоким быстродействием, требует минимальных вычислительных ресурсов и может быть реализован аппаратно на существующей отечественной элементной базе. Это позволяет реализовать цифровую обработку оптико-электронных изображений непосредственно на борту летательного аппарата в реальном масштабе времени. Проведенное сравнение представленного алгоритма с существующими показало более чем двукратное повышение точности при получении изображений высокого разрешения.

Ключевые слова: летательные аппараты; дистанционное зондирование земли; суперразрешение; состязательная нейронная сеть; метод регуляризации; распараллеливание.

A.A. Lukyanitsa,
V.B. Epenetossky,
V.N. Isaev

A Highly Efficient Algorithm of Aircraft Optoelectronic Image Super-Resolution

This paper presents a new algorithm of optoelectronic aircraft and satellite image super-resolution. Main advantages over existing ones are the high performance and minimal requirements for computing resources, so it can be implemented in hardware on the existing domestic components. This makes it possible to implement digital processing of optoelectronic images directly on board the aircraft in real time. A carried-out comparison show that presented algorithm has at least two times higher accuracy than existing super-resolution algorithms.

Key words: aircrafts; remote sensing of the earth; super-resolution; adversarial neural network; regularization method; parallelization.

В.А. Фролов,
В.Г. Сосунов,
И.В. Логинов

К вопросу поддержки принятия решений при управлении реконфигурацией адаптивных многокомпонентных ВВСТ

В статье предложен подход к обоснованию интеллектуальных механизмов поддержки принятия решений при управлении реконфигурацией адаптивных многокомпонентными ВВСТ, обеспечивающий их эффективное долговременное развитие в условиях неопределенности. Применение интеллектуальных методов поддержки принятия решений предоставляет возможность повысить обоснованность выбора эффективных альтернатив планов и программ развития систем ВВСТ за счет снижения неопределенности исходных данных о их состоянии.

Ключевые слова: поддержка принятия решений; адаптивные системы; интеллектуальные методы; многокомпонентные ВВСТ; сопровождение жизненного цикла.

V.A. Frolov,
V.G. Sosunov,
I.V. Loginov

On the Issue of Decision-Making Support in the Course of the Adaptive Multicomponent Weapon, Military and Special Equipment Reconfiguration Conrtrol

An article suggests an approach to the intelligent mechanism substantiation of decision-making support in the course of the adaptive multicomponent weapon, military and special equipment reconfiguration control that makes provision for the effective long-term development of adaptive weapon, military and special equipment in context of uncertainty. The intelligent decision support methods application provides an opportunity to increase the validity of plans and programs effective alternatives for the weapon, military and special equipment development due to the uncertainty decrease of their state base data.

Key words: decision-making support; adaptive systems; intellectual methods; multicomponent weapon, military and special equipment; life cycle support.

С.Ф. Викулов,
Е.В. Горгола,
В.Н. Шахрай

К оценке воинского труда в условиях современной России и основных направлениях социальной политики государств

Статья посвящена реализации на практике социальной политики государства (военно-социальной политики) в сфере обеспечения обороны страны в процессе реформирования постсоветского общества. Анализируются критерии и показатели оценки уровня жизни военнослужащих и их семей, определяются наиболее острые проблемные зоны и негативные тенденции, приведшие к деградации ВС РФ в начале 2000-х, характеризуются принимавшиеся в те годы меры и их последствия. В статье рассматриваются как действующие подходы к оценке воинского труда и уровня социально-экономического обеспечения военнослужащих в условиях современной России, вновь ведущие к снижению жизненного уровня защитников отечества, так и принципы и основные контуры системного подхода к решению этой важнейшей социальной проблемы общества.

Ключевые слова: оценка воинского труда; денежное довольствие; средняя заработная плата; социально-экономическое обеспечение военнослужащих; военно-социальная политика.

S.F. Vikulov,
E.V. Gorgola,
V.N. Shakhray

To the Military Service Assessment within the Modern Russia Conditions and Guidelines of State Social Policy

This article is devoted to the practical implementation of the state social policy (military-social policy) in the field of the country defense provision in the post-Soviet society reforming process. Criteria and indicators of the servicemen and their families quality of life assessment are analyzed. The most acute problem and negative trends that led to the degradation of the Armed Forces of the Russian Federation in the early 2000s are determined. The measures taken and their consequences are characterized. The article considers both the existing approaches to the assessment of military service and the socio-economic support level in the conditions of modern Russia, which again lead to the decrease of the Motherland defender quality of life standard, and the principles and main contours of a systematic approach to the most important social problem solution of society as well.

Key words: military service assessment; service pay; average salary; social and economic support of servicemen; military-social policy.

Н.В. Фиров,
А.Н. Фиров

Методические положения построения многофакторных экономико-математических моделей при ограниченном объеме исходных данных

В статье предложены методические положения разработки многофакторных экономико-математических моделей в условиях существенного ограничения объема исходных данных. Формулы расчета коэффициентов для рассмотренных в статье линейной и степенной функций получены в результате решения системы уравнений, отражающих принятое допущение, что отношение частной производной функции по одному из факторов к частной производной функции по другому фактору равно отношению коэффициентов важности этих факторов, установленных по результатам обработки данных экспертного опроса. Построенные таким образом частные модели для всех парных сочетаний изделий сводятся по предложенному в статье алгоритму к единой итоговой модели. Методические положения имеют высокий уровень обобщения и могут быть реализованы не только применительно к линейной и степенной функциям, но и в отношении моделей других видов. Приведен пример построения двухфакторной модели для одного из видов изделий ракетно-космической техники.

Ключевые слова: экономико-математическая модель; неопределенность; коэффициент важности; корреляционный и регрессионный анализы.

N.V. Firov,
A.N. Firov

Methodical Provisions of the Multifactorial Economic and Mathematical Model Construction within Limited Amount of Initial Data

The article proposes methodical provisions of the multivariate economic and mathematical model development in conditions of a significant initial data limitation. Formulas for coefficients calculating intended for the linear and power functions considered in the article are obtained as a result of the simultaneous linear and power function equation solution. They reflect the accepted assumption that the ratio of the partial function derivative in regard to one of the factors to the partial derivative of a function in regard to another factor is equal to the ratio of these factors importance coefficients, established from the processed data results of expert survey. The particular models constructed in this way for all paired combinations of products are reduced, according to the algorithm proposed in the article, to a single final model. The methodical provisions have a high level of generalization and can be implemented not only in conformity to linear and power functions, but also in the matter of other model types. An example of a two-factor model construction for a rocket and space equipment sample is given.

Key words: economic and mathematical model; uncertainty; importance coefficient; correlation and regression analyses.

А.В. Бабкин,
А.Г. Подольский

К вопросу о рациональном использовании трудовых ресурсов для создания научно-технической продукции

Изложена суть основных принципов использования трудовых ресурсов для создания научно-технической продукции военного назначения организациями оборонно-промышленного комплекса. Приведены вербальная и формализованная постановки двух задач, решение которых направлено на рациональное использование трудовых ресурсов. Первая задача затрагивает работников подразделений, непосредственно участвующих в выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а вторая – работников подразделений общехозяйственного и общепроизводственного назначения.

Ключевые слова: научно-техническая продукция; научно-исследовательская работа; опытно-конструкторская работа; трудовые ресурсы; трудоемкость.

A.V. Babkin,
A.G. Podolskiy

On the Issue of Rational Use of Labor Resources for the Scientific and Technical Product Creation

The basic principles essence of the labor resources usage of the scientific and technical military product creation by the military-industrial complex organizations is outlined. The verbal and formalized statements of two tasks are presented, the solution of which is aimed at the rational labor resources usage. The first task concerns employees of departments, who directly involved in the performance of research and development work, and the second – employees of general economic and general industrial departments.

Key words: scientific and technical products; research work; development work; labor resources; labor intensity.

С.Ю. Галов,
М.В. Куликов,
М.П. Сагалаев

Геоэкономические факторы в оценке военно-политической обстановки

В работе авторами рассмотрены вопросы структурирования мировой экономики, определения основных производственных и ресурсных районов, взаимосвязи в мировой торговле с использованием кластерного и корреляционного анализа исходных данных. Полученные результаты могут быть применены для построения системы взаимоотношений между субъектами ВПО в экономической сфере и оценки военно-политической обстановки.

Ключевые слова: оценка военно-политической обстановки; конфликтность; структура мировой экономики; потоки товаров и ресурсов; кластерный анализ; корреляционный анализ.

S.I. Galov,
M.V. Kulikov,
M.P. Sagalaev

Geo-Economical Factors of Military-Political Situation Assessment

The article presents the issues of the World economy structural, main production and resource areas identification, the world trade relationships with the use of cluster and correlation initial data analysis. Obtained results are possible to be used for mutual relationship construction between of military-political entities in the context of economic and military-political situation assessment.

Key words: military-political situation assessment; conflict; world economy structure; flow of goods and resources; cluster analysis; correlation analysis.

Н.Н. Сизоненко,
К.Н. Лебедев,
А.В. Кривко

Финансово грамотное управление личными и семейными финансами, как основа экономической безопасности военнослужащего

В статье предпринята попытка раскрыть тенденции, сложившиеся в период коронакризиса, обосновать актуальность повышения уровня финансовой грамотности, проанализировать нормативные правовые акты по исследуемой теме, указать на риски, при наступлении которых домохозяйство военнослужащего рискует попасть в опасное положение, становится экономически неустойчивым, что влечет за собой потерю ресурсов, необходимых для нормального функционирования домашнего хозяйства, предложить инструменты для их минимизации или устранения, а также сформулированы предложения по внедрению мероприятий, повышающих уровень финансовой грамотности военнослужащих.

Ключевые слова: финансовая грамотность; финансово грамотное поведение; управление личными финансами; домохозяйство военнослужащего; экономическая безопасность; инвестиции военнослужащего.

N.N. Sizonenko,
K.N. Lebedev,
A.V. Krivko

Financially Competent Management of Personal and Family Finances as a Basis for the Economic Security of a Serviceman

The article attempts to reveal the trends developed during the coronacrisis. Authors try to justify the relevance of improving the level of financial literacy. They analyze regulatory legal acts on the topic under study, point out the risks when a serviceman's household risks to be got into a dangerous situation and becomes economically unstable. Such situation entails the loss of resources necessary for the normal functioning of the household. Certain means are offered for their minimization or elimination. Also proposals for the implementation of measures, improving the level of military personnel financial literacy, are formulated.

Key words: financial competence; financially competent behavior; personal finance management; serviceman household; economic security; investments of a serviceman.

Дополнительные материалы

Правила предоставления 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.

Статья, как правило, должна соответствовать одной из следующих научных специальностей:

• *Вооружение и военная техника;*

• *Военная экономика, оборонно-промышленный потенциал*.

2. Файл статьи и сканы (файлы) прилагаемых документов (материалов) направляются авторами по электронной почте на адрес редакции – *rk@viek.ru*. Одновременно экземпляр рукописи, подписанный авторами, и оригиналы прилагаемых документов и материалов высылаются на почтовый адрес: ***129327, г. Москва, Чукотский проезд, д. 10, ФГБУ «46 ЦНИИ» Минобороны России. В редакцию журнала «Вооружение и экономика»*** (не следует указывать в почтовом адресе фамилии получателей – это существенно осложняет получение корреспонденции установленным порядком).

Рассмотрение статьи начинается с момента получения полного комплекта материалов в электронном виде. Принятие окончательного решения об опубликовании возможно не ранее получения (бумажных) оригиналов рукописи статьи и всех требуемых документов и материалов.

3. Текст статьи должен быть набран на русском языке в файле одного из следующих форматов – docx (предпочтительно), odt, doc, rtf. Параметры оформления:

• размер листа – А4,

• поля – верхнее и нижнее по 30 мм, левое и правое по 20 мм,

• ориентация страницы – книжная,

• Arial (предпочтительно), Times New Roman, Helvetica, Pt Sans. Выбранный шрифт, как правило, должен быть единственным в рукописи статьи, в т.ч. использоваться в текстовых элементах рисунков и в ячейках таблиц, за исключением формул, где, как правило, должен использоваться – Cambria Math,

• размер шрифта – 14 pt;

• межстрочный интервал – 1,15 (предпочтительно) или полуторный;

• расстановка переносов – автоматическая (не рекомендуется использовать символы «мягкого переноса»);

• выравнивание текста – по ширине;

• отступ первой строки абзаца – 1,25 см.

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

Структура файла статьи:

• наименование научной специальности статьи;

• индекс УДК темы статьи;

• сведения об авторах (всего не более трёх авторов), включающие инициалы и фамилию, ученую степень и ученое звание каждого автора;

• тема и текст статьи;

• список использованных источников.

В тексте файла статьи допускается наличие математических формул, рисунков и таблиц.

Математические формулы, в т.ч. их элементы, должны быть редактируемы и вставлены в текст файла статьи как «уравнение» (не «рисунок»!) – Microsoft Word или как «объект MathType» либо как «объект Math» – OpenOffice.org (LibreOffice.org).

Рисунки (иллюстрации, схемы, графики, диаграммы и т.п.) должны быть вставлены в текст файла статьи отдельными объектами «изображение» (или «рисунок») в одном из следующих форматов – PNG, JPEG, GIF, TIFF, BMP, SVG. При этом для каждого вставленного в текст файла статьи рисунка прилагается (в сопроводительных файлах) его исходный файл в формате той программы, где данный рисунок был создан, например, VSDX, DOCX, XLSX, PPTX, XCF и др., с именем файла, соответствующим порядковому номеру рисунка в тексте статьи, например, «рисунок1.vsdx».

Таблицы должны быть набраны средствами того же текстового редактора, которой использовался для набора текста файла статьи. Например, посредством «вставка таблицы» в Microsoft Word. Ячейки таблицы должны быть редактируемы (не должны быть вставлены в текст файла статьи как «рисунок»!).

Обозначения математических формул, подписи рисунков, заголовки таблиц, а также сноски и ссылки на литературу оформляются в текстовом виде в соответствии с ГОСТом.

4. Статья должна оканчиваться списком использованных источников (как правило не менее 5 наименований), в котором указываются только авторские научные произведения (опубликованные статьи, монографии, материалы очных конференций, а также патенты), 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 составляется в том порядке, в котором источники упоминаются в тексте статьи (не по алфавиту!), и 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».

Ссылки на другие источники (любые электронные ресурсы, нормативные документы, статистические сборники, учебная литература, любые справочники, авторефераты и диссертации, ненаучные статьи и т.п.) оформляются только в виде подстрочных библиографических ссылок – сносок внизу страницы.

Объём самоцитирования, если авторы ссылаются на собственные работы, не должен превышать 20% от общего количества источников в списке.

5. К файлу статьи (рукописи статьи) должны быть приложены:

• карточка статьи, включающая её аннотацию и ключевые слова, в т.ч. на английском языке;

• карточки авторов (заполняются на каждого автора), в т.ч. на английском языке;

• заключение о возможности открытого опубликования статьи, подготовленное в соответствии с требованиями приложения № 2 к приказу Министра обороны Российской Федерации от 05 июня 2015 г. № 320дсп (для воинских частей и организаций Минобороны России) или в соответствии с требованиями решения Межведомственной комиссии по защите государственной тайны от 30 октября 2014 г. № 293;

• рецензия на статью, подписанная, как правило, доктором наук, подпись которого заверена установленным порядком;

• исходные файлы всех рисунков статьи согласно п. 3 настоящих Правил (только в электронном виде);

• файлы фотографий каждого автора 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 (предоставляется по желанию, только в электронном виде).

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 и научно-редакционного совета Журнала. По решению редакционной коллегии для рецензирования могут привлекаться также иные специалисты, если среди перечисленных лиц отсутствуют эксперты по проблематике данной статьи.

3. В течение десяти рабочих дней с момента получения рукописи и прилагаемых материалов, оформленных в соответствии с требованиями Правил предоставления авторами рукописей, редакция направляет статью на рецензирование одному или нескольким экспертам, указанным в пункте 2 настоящего положения. При направлении статьи на рецензирование из нее удаляется информация об авторе.

4. 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 срок рецензирования работы либо передать рукопись на рецензирование другому рецензенту.

5. Если рецензент полагает, что он не может объективно оценить рукопись (вследствие конфликта интересов или по иным причинам), он в течение пяти рабочих дней с момента получения рукописи возвращает ее в редакцию с указанием причины, по которой он не может выступить рецензентом.

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

7. Основные положения отрицательной рецензии доводятся авторам рукописи без указания лица, проводившего рецензирование, вместе с решением редакционной коллегии об отклонении статьи, как правило, на указанные в карточках авторов адреса электронной почты.

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

8. Рецензии представляются редакцией по запросам Минобрнауки России.

9. Авторы отклонённой статьи вправе в тридцатидневный срок с момента доведения им основных положений отрицательной рецензии сообщить свои

возражения по данному поводу либо уведомить редакцию о намерении переработки отклонённой статьи, что предполагает подготовку нового комплекта материалов, указанных в п. 5 Правил предоставления авторами рукописей.

10. После получения рецензии рукопись представляется ученым секретарем на ближайшем заседании редакционной коллегии для планирования сроков опубликования статьи. В случае если рецензия не является положительной (содержит замечания, указания на необходимость переработки, вывод о нецелесообразности опубликования в текущем виде и т.п.), представление статьи на заседании редакционной коллегии производится не раньше, чем по истечении срока, указанного в п. 9 настоящего Порядка.

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 автора

	На русском языке	На английском языке
Фамилия		
Имя		
Отчество*)		
Ученая степень*)		
Ученое звание*)		
Место работы		
Должность		
Контактный телефон		
Адрес электронной почты		
SPIN-код*)		
Дополнительная информация**)		

*) При наличии.

**) Указываются сведения, которые автор желает дополнительно сообщить о себе.

Особенности распространения журнала

Доступ ко всем номерам электронного научного журнала «Вооружение и экономика» осуществляется на сайте Министерства обороны Российской Федерации либо на сайте журнала – http://www.viek.ru.

Сведения о членах редакционной коллегии

АЛЕКСАНДРОВ Анатолий Александрович – доктор технических наук, профессор, академик РАРАН, лауреат премий Правительства РФ в области науки и техники, премии Правительства Российской Федерации в области образования

АЧАСОВ Олег Борисович – кандидат технических наук, доцент, член-корреспондент РАРАН

БУРЕНОК Василий Михайлович – доктор технических наук, профессор, академик РАРАН, лауреат Государственной премии Российской Федерации имени Маршала Советского Союза Г.К. Жукова, лауреат премии Правительства Российской Федерации, заслуженный деятель науки Российской Федерации – *главный редактор*

БЫСТРОВ Андрей Владимирович – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАРАН

ВИКУЛОВ Сергей Филиппович – доктор экономических наук, профессор, почётный академик РАРАН, заслуженный деятель науки Российской Федерации – *заместитель главного редактора*

ГЛАДЫШЕВСКИЙ Владимир Леонидович – кандидат технических наук, доцент, член-корреспондент РАРАН

ГОРЧИЦА Геннадий Иванович – доктор военных наук, профессор, академик РАРАН, заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации

ГОРШКОВ Владимир Анатольевич – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации

КАШИН Валерий Михайлович – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, академик РАРАН, Герой Труда Российской Федерации, 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

КОКОШИН Андрей Афанасьевич – доктор исторических наук, профессор, академик РАН, академик РАРАН

ЛАВРИНОВ Геннадий Алексеевич – доктор экономических наук, профессор, академик РАРАН, лауреат Государственной премии Российской Федерации имени Маршала Советского Союза Г.К. Жукова – *заместитель главного редактора*

ЛЕОНОВ Александр Васильевич – доктор экономических наук, профессор, советник РАРАН

МИХАЙЛОВ Юрий Михайлович – доктор химических наук, профессор, академик РАН, академик РАРАН, лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, лауреат премии Российской академии наук имени В.Н. Ипатьева в области технической химии

РАХМАНОВ Александр Алексеевич – доктор технических наук, профессор, академик РАРАН, лауреат Государственной премии Российской Федерации имени Маршала Советского Союза Г.К. Жукова, лауреат премии Правительства Российской Федерации, заслуженный деятель науки Российской Федерации

ХУДЯКОВ Дмитрий Владимирович – кандидат экономических наук, доцент – *заместитель главного редактора – ученый секретарь*.

ХРУСТАЛЕВ Евгений Юрьевич – доктор экономических наук, профессор

ЦЕЛЫКОВСКИХ Александр Александрович – доктор военных наук, профессор, советник РАРАН

2022
№1(59)

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 включен в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий, где должны быть опубликованы результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

Св-во о рег. СМИ от 07.12.2012 г. №ФС77-52083

ISSN 2071-0151

Главный редактор
Буренок В.М.

Заместители гл. ред.
Викулов С.Ф.
Лавринов Г.А.

Ученый секретарь
Худяков Д.В.

Редактор
Молчанова Т.М.

Перевод
Криворучко О.В.

В номере:

ВООРУЖЕНИЕ И ВОЕННАЯ ТЕХНИКА

Буренок В.М., Крюков К.Ю., Осыко М.В. Методический подход к системному анализу некоторых исходных данных для подготовки Государственной программы вооружения

Буравлев А.И., Белорозов М.С. Модель управления технической готовностью ВВСТ при планировании и реализации Государственной программы вооружения

Леонов А.В., Пронин А.Ю. Искусственный интеллект на службе у … интеллекта

Найденов В.Г., Тарасенко К.А. Методика обоснования технических требований к перспективным доплеровским системам по точности измерения ими радиальной скорости

Лукьяница А.А., Эпенетосский В.Б., Исаев В.Н. Высокоэффективный алгоритм повышения детальности оптико-электронных изображений, получаемых летательными аппаратами

Фролов В.А., Сосунов В.Г., Логинов И.В. К вопросу поддержки принятия решений при управлении реконфигурацией адаптивных многокомпонентных ВВСТ

ВОЕННАЯ ЭКОНОМИКА

Викулов С.Ф., Горгола Е.В., Шахрай В.Н. К оценке воинского труда в условиях современной России и основных направлениях социальной политики государства

Фиров Н.В., Фиров А.Н. Методические положения построения многофакторных экономико-математических моделей при ограниченном объеме исходных данных

Бабкин А.В., Подольский А.Г. К вопросу о рациональном использовании трудовых ресурсов для создания научно-технической продукции

Галов С.Ю., Куликов М.В., Сагалаев М.П. Геоэкономические факторы в оценке военно-политической обстановки

Сизоненко Н.Н., Лебедев К.Н., Кривко А.В. Финансово грамотное управление личными и семейными финансами, как основа экономической безопасности военнослужащего