

ВОЕННАЯ ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Интеллектуальная поддержка принятия решений в системе санитарно-эпидемиологического надзора в Вооруженных Силах Российской Федерации

*Полковник в отставке Б.В. ТАРАСОВ,
кандидат технических наук*

*Полковник в запасе Э.Г. МАЛЬЦЕВ,
кандидат технических наук*

ВАЖНЕЙШИМИ элементами боевой готовности военных соединений, частей и подразделений являются: обеспеченность вооружением, боевой техникой и материальными средствами, укомплектованность личным составом, профессиональная подготовленность командиров и органов управления, морально-психологическая готовность военнослужащих к ведению боевых действий.

Важное место в составляющих боевой готовности занимают элементы, связанные с человеческим фактором, т. е. физическим и психическим здоровьем военнослужащих. Задача обеспечения необходимого уровня боеспособности военнослужащих как в мирное время, так и в условиях ведения современных боевых действий неразрывно связана с задачей медицинского обеспечения войск и оказания медицинской помощи.

При оснащении Вооруженных Сил РФ современными системами вооружения к состоянию здоровья военнослужащих предъявляются повышенные требования.

Одним из направлений в решении задач поддержания боевой готовности является повышение эффективности и жизнедеятельности военнослужащих путем разработки и внедрения научно обоснованных методов и средств оказания медицинской помощи на основе новейших достижений в области информатики и медицины, а также создание автоматизированных информационных систем (АИС) военно-лечебных учреждений и обеспечение их информационного взаимодействия.

За последнее десятилетие Главным военно-медицинским управлением МО РФ было организовано несколько научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию средств автоматизации лечебно-диагностического процесса, процессов управления, совершенствования методической и научной деятельности военно-медицинских организаций. В основном эти работы преследовали цель разработки и внедрения медицинских компьютерных технологий на основе типовых АРМ медицинских специалистов в различных военных медицинских учреждениях и органах управления медицинской службы МО РФ, а также разработку средств и способов организации информационного электронного взаимодействия при решении задач медицинской службы.

Например, была разработана (на основе новых информационных технологий) АИС, включающая комплекс программно-технических средств автоматизации управления государственным санитарно-эпидемиологическим надзором (КСЭН). Разработанная система является информационно-аналитической составляющей в деятельности органов

и учреждений, осуществляющих государственный санитарно-эпидемиологический надзор в Вооруженных Силах Российской Федерации¹.

Решаемые КСЭН задачи соответствуют функциональным подсистемам, приведенным в таблице 1. Информационный обмен по электронным каналам связи осуществляется органами военного управления (ОВУ) медицинской службы видов и родов войск ВС РФ, военных округов и флотов, с рабочих станций удаленного доступа, главных государственных санитарных врачей видов и родов войск ВС РФ, военных округов и флотов.

Таблица 1

Состав и назначение функциональных подсистем КСЭН

Наименование ФПС	Назначение ФПС
ФПС 1 — «Анализ оперативной информации об инфекционной заболеваемости»	Обеспечивает сбор и обработку информации по задачам еженедельного и ежемесячного слежения за заболеваемостью
ФПС 2 — «Эпидемиологический анализ»	Позволяет осуществлять статистическую обработку информации по данным ФПС 1 и включает в себя задачи ретроспективного и оперативного эпидемиологического анализа.
ФПС 3 — «Анализ оперативной информации о санитарно-эпидемиологическом состоянии объектов СЭН состоянием здоровья личного состава»	Обеспечивает анализ оперативной информации о санитарно-эпидемиологическом состоянии объектов СЭН
ФПС 4 — «Анализ деятельности санитарно-эпидемиологических учреждений»	Позволяет проводить анализ кадрового состава СЭУ; лабораторной работы, соответствия сил и средств СЭУ их потребностям, а также осуществлять оценку эффективности деятельности санитарно — эпидемиологических учреждений.
ФПС 5 — «Анализ информации об условиях военного труда и его влиянии на здоровье военнослужащих»	Обеспечивает анализ информации об отравлениях и травмах, а также сбор сведений о состоянии объектов военного труда.
ФПС 6 — «Контроль отработки документов»	Позволяет осуществлять учет и контроль поступления и отработки документов по направлениям деятельности в 1 отделе ГВМУ МО РФ

Дальнейший этап информатизации процесса санитарно-эпидемиологического надзора в ВС РФ связан с повышением эффективности санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий в очагах массовых инфекционных заболеваний или отравлений опасными химическими веществами, возникших в результате террористических актов с применением биологических агентов (БА) и опасных химических веществ (ОХВ), за счет разработки и внедрения **системы интеллектуальной поддержки принятия решений (СИП) по выявлению БА и ОХВ и ликвидации их медико-санитарных последствий.**

В функциональный состав СИП как компонента КСЭН вошли следующие автоматизированные задачи:

анализ информации по складывающейся обстановке в режиме реального времени в целях верификации всплеск и выявления их связи с террористическими актами;

осуществление интеллектуальной поддержки выработки решений по управлению медицинской службой в условиях угрозы терактов с применением БА и ОХВ и ликвидации их медико-санитарных последствий;

¹ Руководство по организации и проведению санитарно-противоэпидемиологических (профилактических) и лечебно-эвакуационных мероприятий в войсках (силах) в условиях применения противником биологического оружия. М: Воениздат, 2004.

прогноз медицинской (санитарно-эпидемиологической) обстановки с расчетом возможных величины и структуры санитарных потерь;
оценка вариантов организации оказания медицинской помощи пострадавшим с целью выбора оптимального;
выработка рекомендаций по ликвидации последствий терактов с применением патогенных БА и ОХВ;
дифференцирование актов биологического и химического терроризма с учетом их многовариантности;
подготовка и передача отчетно-информационных документов медицинской службы МО РФ.

Для разработки системы интеллектуальной поддержки принятия решений по выявлению БА и ОХВ и ликвидации их медико-санитарных последствий был проведен функциональный анализ действий должностных лиц медицинской службы и разработано формализованное описание, включающее обобщенный алгоритм функционирования системы, схему потоков информации о санитарно-эпидемиологическом состоянии объектов гарнизона и др.²

Алгоритмы действий должностных лиц (при верификации БА и ОХВ и при объявлении карантина и ликвидации последствий применения БА и ОХВ), состав автоматизированных рабочих мест приведены на рисунке 1. Цифра в кружочке означает порядковый номер действий соответствующего должностного лица, стрелка — направление передачи информации.

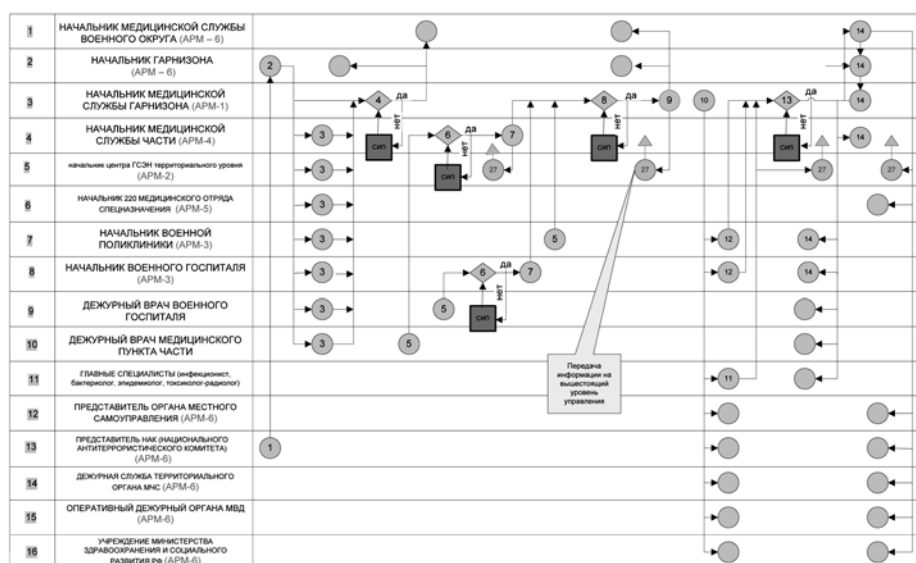


Рис. 1. Алгоритм действий должностных лиц (при верификации БА и ОХВ)

Содержание действий должностных лиц при функционировании СИП приведено в таблице 2. Схема и содержание потоков информации о санитарно-эпидемиологическом состоянии объектов военного гарнизона приведены на рисунке 2.

Для реализации автоматизированных задач СИП был разработан комплекс специального программного обеспечения (СПО), являющийся компонентом КСЭН. В состав СПО СИП входят следующие программные компоненты (модули):

² Руководство по организации и проведению санитарно-экологического надзора и медицинского контроля в войсках (силах) на военное время. М.: Воениздат, 2007.

Таблица 2

Содержание действий должностных лиц СИП

Порядковый номер действий должностных лиц	Содержание действий должностных лиц
1	Доведение информационной сводки национального антитеррористического комитета (НАК)
2	Выдача по имеющимся средствам связи указаний начальникам служб гарнизона
3	Проведение инструкторско-методических занятий, тренировок, мероприятий планов перевода лечебно-профилактических учреждений на строгий противоэпидемиологический режим (СПЭР), доклад начальнику медицинской службы гарнизона
4	Анализ полученной информации и представление обобщенного доклада за гарнизон начальнику медицинской службы военного округа с использованием данных СИП
5	Доклад о массовом поступлении больных
6	Анализ доклада о клинической симптоматике с рекомендациями, полученными в СИП
7	Доклад начальнику медицинской службы гарнизона о факте массового заболевания с симптомами острого инфекционного заболевания (ОИЗ), клинической картины схожей с особо опасной инфекцией (ООИ), случаях смерти
8	Анализ докладов начальников гарнизонного госпиталя, поликлиники, медицинской службы части и рекомендаций полученных в СИП, а также обстановки на ситуационной карте монитора
9	Доклад начальнику гарнизона, начальнику ГСЭН и начальнику медицинской службы военного округа о фактах массового заболевания, количестве погибших и предложениях о проведении необходимых мероприятий по данной обстановке
.....
17	Доклад начальникам гарнизона, медицинской службы военного округа и ЦГСЭН об обстановке, движении больных, представление заявки на потребный транспорт и бригады усиления
18	Сообщение органам местного самоуправления, подразделениям МЧС, НАК, МВД, учреждениям министерства здравоохранения и социального развития
19	Доклад об отсутствии поступления больных
20	Анализ докладов и данных, полученных в СИП, подготовка предложений

экспертная система по выявлению и оценке риска распространения инфекционных заболеваний и (или) отравлений ОХВ;

экспертная система по установлению ведущих путей и факторов (детерминант) распространения БА и ОХВ;

экспертная система верификации БА и ОХВ;

программа расчета медико-санитарных последствий;

программа расчета потребных сил и средств для ликвидации последствий применения БА и ОХВ;

система подготовки отчетно-информационных документов медицинской службы МО РФ.

Разработка экспертных систем осуществлялась с использованием методов системного анализа, теории активных систем и нечетких множеств, логико-лингвистического моделирования и экспертных оценок, а также методов математического моделирования.

Средством интеллектуальной поддержки принятия решения является база знаний СИП, включающая основные данные для построения интеллектуальных процессов (решающие правила, весовые коэффициенты, критерии и т. п.), в частности:

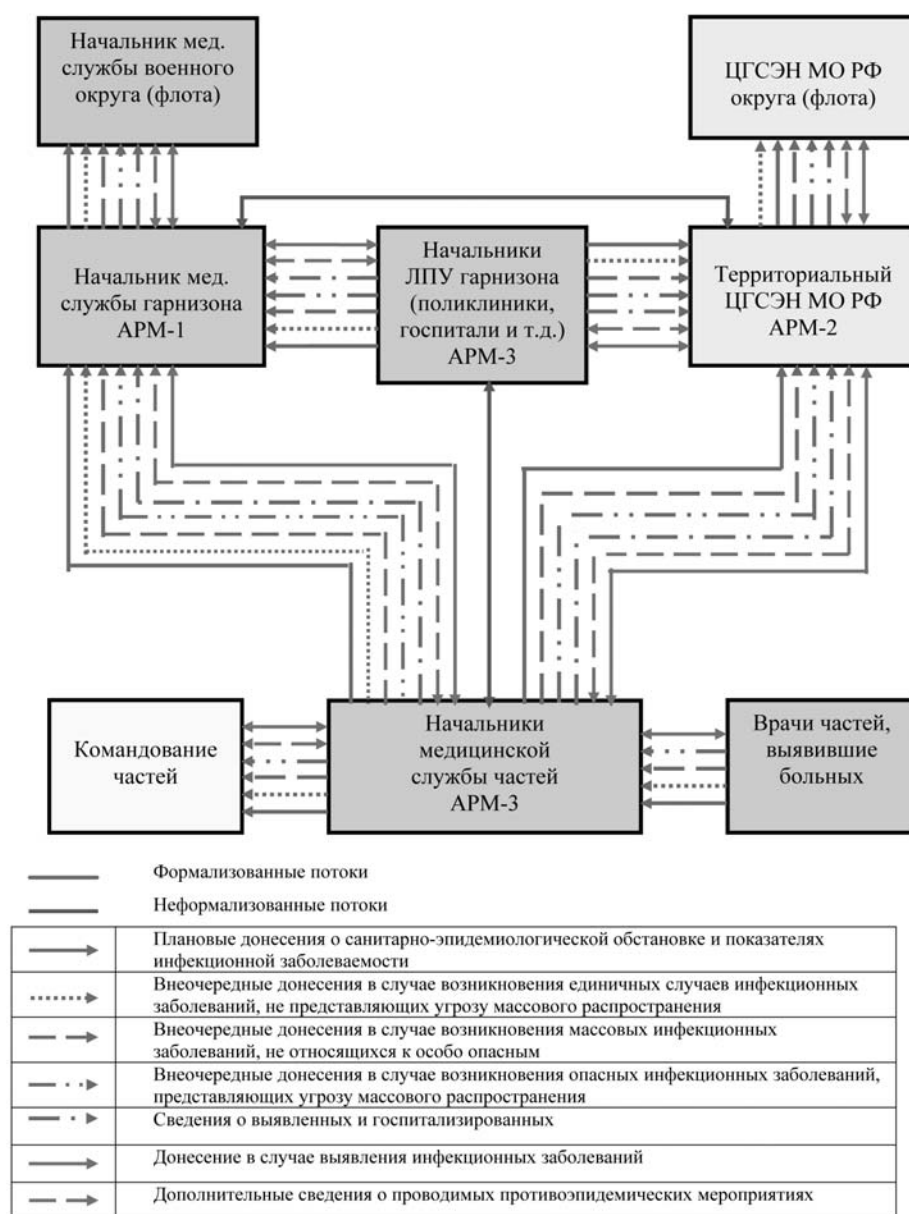


Рис. 2. Алгоритм действий должностных лиц (при верификации БА и ОХВ)

методику оценки и критерии готовности военного госпиталя (поликлиники) к проведению мероприятий медико-биологической защиты (МБЗ);

методику оценки и критерии готовности санитарно-эпидемиологического учреждения к проведению мероприятий МБЗ в зоне ответственности;

методику оценки и критерии готовности медицинского пункта воинской части к проведению мероприятий МБЗ;

методику расчета медико-санитарных последствий ЧС в гарнизоне;

методику и критерии оценки факторов и вариантов развертывания инфекционного стационара;

методику и критерии оценки факторов и вариантов развертывания изолятора;

методику верификации ПБА и ОХВ;

методику расчета показателя уровня заболеваемости;

методику расчета сил и средств, необходимых для ликвидации медико-санитарных последствий ЧС в гарнизоне;

методику расчета потребности в химических средствах дезинфекции;

методику расчета количества персонала, необходимого для обслуживания санитарных пропускников.

Предложенная технология организации процесса создания базы знаний СИП обладает (по сравнению с одноактной и спонтанно-итеративной процедурой «естественный язык → компьютерная база») тем качеством, что позволяет заменить эвристические соображения строго формальными методами задания единиц знаний, и тем самым снизить требования к языкам программирования, а так же более полно использовать знания конечного пользователя о предметной области.

База знаний СИП обеспечивает хранение долгосрочных данных, описывающих способы и методы деятельности медицинской службы военного гарнизона по выявлению террористических актов с применением БА и ОХВ и по ликвидации их последствий в ВС РФ.

Построение функциональной структуры СПО СИП осуществлялось на основе анализа распределения автоматизированных задач по АРМ должностных лиц. Результаты комплексирования АРМ приведены в таблице 3.

СПО СИП обеспечивает выполнение следующих задач:

оперативный ввод и обработка данных клинической и лабораторной диагностики инфекционных заболеваний, определяемых приказом федерального органа исполнительной власти, уполномоченного осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор, и актуальных для ВС РФ инфекций (отравлений), а также отравлений военнослужащих ОХВ;

установление факта возникновения вспышки инфекционных заболеваний и (или) отравлений ОХВ, представляющих угрозу массового распространения;

оперативное прогнозирование медицинской (санитарно-эпидемиологической) обстановки с расчетом уровня и структуры санитарных потерь; нанесение оперативной санитарно-эпидемиологической обстановки на электронные карты с представлением данных динамики распространения инфекционных заболеваний (отравлений);

расчет потребных сил и средств медицинской службы для ликвидации медико-санитарных последствий;

формирование, отправку (прием) документов по состоянию эпидемиологической обстановке.

Информационный обмен в СИП осуществляется ОВУ медицинской службы гарнизона, видов и родов войск ВС РФ, военных округов и флотов с рабочих станций удаленного доступа по электронным каналам связи.

Исходя из функциональной структуры, порядка функционирования системы и обработки информации в автоматизированной системе управления государственным санитарно-эпидемиологическим надзором в ВС РФ (АСУ ЭН) можно сделать вывод, что необходима корпоративная телекоммуникационная вычислительная сеть с элементами интеллектуальной обработки данных — ИКС³.

В дальнейшем на этапе модернизации АСУ ЭН необходимо использовать следующие концептуальные составляющие методологии проектирования ИКС:

³ Сырцов В.А., Тарасов Б.В. Модели и механизмы конкурсного управления региональными проектами по охране окружающей среды. Воронеж: Научная книга, 2008.

Таблица 3
Состав задач, реализуемых на различных АРМ

Наименование задачи	Ведение базы данных мед. службы «Антибак-2»	Анализ информации в целях верификации вспышек	Выработка решений по управлению мед. службой при различных вариантах вспышек	Прогноз мед. обстановки с расчетом санитарных потерь	Оценка вариантов организации оказания мед. помощи	Выработка рекомендаций по ликвидации последствий БТА и ХТА	Дифференцирование БТА и ХТА с учетом их многовариантности
АРМ медслужбы гарнизона	+	+	+	+	+	+	+
АРМ территориально-территориального центра ГСЭН	+	+	+	+	+	+	+
АРМ гарнизонного военного госпиталя	+	-	-	-	+	+	+
АРМ гарнизонной военной поликлиники	+	-	-	-	+	-	+
АРМ медицинской службы войсковой части	+	+	+	+	+	+	+

модель анализа функциональной работоспособности ИКС;
модель оптимизации организационной структуры проектируемой ИКС;
оптимальное планирование информационных потоков между компонентами проектируемой ИКС;
модель оптимизации плана проведения организационно-технических мероприятий на объектах проектируемой ИКС;
комплекс моделей интегральной оценки качества ИКС;
механизм распределения ресурсов при управлении ИКС;
технология организации процесса проектирования базы знаний ИКС.
Таким образом, создание АСУ ЭН на базе КСЭН с использованием системного подхода и новейших информационных технологий интеллектуальной поддержки деятельности должностных лиц ОВУ должно обеспечить оперативность в принятии управленческих решений, направленных на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия войск (сил флота). Внедрение комплекса программно-технических средств автоматизации санитарно-эпидемиологического надзора в практическую деятельность медицинской службы позволяет ей перейти на электронный документооборот при осуществлении государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

О критерии сравнительной оценки эффективности комплексов огневого поражения

*Полковник в отставке А.И. БУРАВЛЕВ,
доктор технических наук*

Полковник В.С. БРЕЗГИН

ПРИ ОЦЕНКЕ эффективности огневого поражения объектов противника часто возникает задача сравнения различных ударных комплексов и установления между ними некоторого эквивалента для последующего решения задач планирования огневого поражения в операции. Провести такое сравнения для комплексов огневого поражения (КОП), различающихся между собой своими тактико-техническими характеристиками и видовыми особенностями (артиллерийские системы, ракетные комплексы, авиационные комплексы), достаточно сложно.

Один из подходов, предлагаемый специалистами ракетных войск и артиллерии, состоит в определении эталонного средства поражения (СП) — «расчетный боеприпас», который может быть взят в качестве *единицы* измерения эффективности применения других СП. В качестве «расчетного боеприпаса» принят 152-мм артиллерийский снаряд, точнее — характеристики его боевой эффективности при действии по типовым объектам поражения артиллерией Сухопутных войск¹. Аналогичный подход применен к авиационным СП, где в качестве расчетного СП принята авиационная бомба ОФАБ-250-270².

¹ Оценка эффективности огневого поражения ударами ракет и огнем артиллерии. Военно-теоретический труд / Под ред. А.А. Бобрикова. СПб., 2006.

² Евдоким В.И. Диссертация на соискание ученой степени доктора военных наук. ВВА им. Ю.А. Гагарина, 2007.

Далее между артиллерийским и авиационным СП устанавливается коэффициент соизмеримости

$$K_3 = \frac{S_{\text{АСП}}}{S_{\text{РБ}}} \cdot \frac{E_{\text{АСП}}}{E_{\text{РБ}}}, \quad (1)$$

где $S_{\text{АСП}}, S_{\text{РБ}}$ — приведенные зоны поражения авиационного СП ОФАБ-250 и артиллерийского 152-мм снаряда;

$E_{\text{АСП}}, E_{\text{РБ}}$ — их круговые вероятные отклонения при бомбометании и стрельбе.

Этот коэффициент соизмеримости предлагается использовать в расчетах нарядов сил и средств при планировании огневого поражения объектов в операции в случае совместного использования различных видов и родов войск.

Предлагаемый методологический подход имеет два существенных недостатка.

Во-первых, авиационные и ракетно-артиллерийские комплексы существенно различаются по дальности их действия и, следовательно, по *классам* решаемых задач. Так, если ракетно-артиллерийские комплексы Сухопутных войск предназначены для огневого поражения главным образом объектов тактического назначения, то авиационные комплексы фронтовой авиации обеспечивают поражение объектов тактического и оперативного назначения, а комплексы дальней и морской ракетноносной авиации — объекты оперативного и стратегического назначения. Следовательно, корректное сравнение различных комплексов огневого поражения должно проводиться на одном и том же поле боевых задач и объектов поражения.

Во-вторых, сравнение комплексов огневого поражения должно проводиться не путем сопоставления применяемых расчетных средств поражения, а по эффективности решения ими определенного класса задач³.

Ниже предлагается методика определения критерия сравнения эффективности различных КОП, основанная на расчете коэффициента соизмеримости потребных нарядов огневых средств на заданном множестве объектов поражения.

Рассмотрим два различных КОП, предназначенных для поражения некоторой совокупности объектов N , включающих в себя n_1 объектов тактического назначения, n_2 объектов оперативного назначения, n_3 объектов стратегического назначения.

Обозначим $W_{ij}^{(I)}, W_{ij}^{(II)}$, ($i = 1, n_j$), ($j = 1, 3$) — соответственно, вероятности поражения i -го объекта из j -го класса первого и второго типов КОП. Если КОП не предназначен для поражения объектов из некоторого класса, то для него $W_{ij} = 0$.

Найдем средние значения числа пораженных объектов \bar{n}_j в каждом классе и среднюю вероятность поражения \bar{W}_j любого объекта из этого класса для каждого КОП:

$$\bar{n}_j = \sum_{i=1}^{n_j} W_{ij}; \quad \bar{W}_j = \frac{\bar{n}_j}{n_j} \quad (j = 1, 3) \quad (2)$$

Определим для каждого класса объектов заданную (гарантийную) вероятность поражения $W_j^{\text{зад}}$ и найдем средние потребные наряды ω_j средств для КОП первого и второго типов:

³ Вентцель Е.С. Введение в исследование операций. М.: Советское радио. 1964.

$$\bar{\pi}_j^{(I)} = \ln \frac{1 - W_j^{\text{зад}}}{1 - \bar{W}_j^{(I)}}; \bar{\pi}_j^{(II)} = \ln \frac{1 - W_j^{\text{зад}}}{1 - \bar{W}_j^{(II)}}. \quad (3)$$

Приведенные формулы предполагают, что удары, наносимые по объектам, являются независимыми и не учитывают накопление ущерба.

Тогда для сравнения КОП первого и второго типа можно использовать коэффициент соизмеримости

$$k_j = \frac{\bar{\omega}_j^{(I)}}{\bar{\omega}_j^{(II)}}, \quad (j = \overline{1,3}), \quad (4)$$

характеризующий степень превышения среднего потребного наряда для поражения объектов определенного класса КОП первого типа относительно КОП второго типа.

Корректность такого определения обеспечивается расчетом среднего потребного наряда на одном и том же классе объектов при одинаковом значении заданной вероятности их поражения.

Если $k_j < 1$, то для КОП первого типа требуется меньшее значение потребных огневых средств для поражения объектов данного класса. Это означает, что КОП первого типа более эффективен при огневом поражении объектов рассматриваемого класса.

Введем показатель

$$\alpha_j = \frac{n_j}{N}; \sum_{j=1}^3 \alpha_j = 1,$$

характеризующий долю объектов j -го класса в исходной совокупности объектов поражения. Этот показатель имеет вероятностную трактовку — вероятность выбора объектов определенного класса для планирования огневого поражения.

Следовательно, можно найти средний потребный наряд огневых средств КОП первого и второго типов, необходимый для поражения объекта любого класса:

$$\bar{\omega}^{(I)} = \sum_{j=1}^3 \alpha_j \bar{\omega}_j^{(I)}; \bar{\omega}^{(II)} = \sum_{j=1}^3 \alpha_j \bar{\omega}_j^{(II)}. \quad (5)$$

Тогда в качестве коэффициента соизмеримости КОП на множестве всех объектов поражения различного назначения можно использовать также отношение средних потребных нарядов:

$$k = \frac{\bar{\omega}^{(I)}}{\bar{\omega}^{(II)}} = \frac{\sum_{j=1}^3 \alpha_j k_j \bar{\omega}_j^{(II)}}{\sum_{j=1}^3 \alpha_j \bar{\omega}_j^{(II)}}. \quad (6)$$

В результате мы получаем соотношение для коэффициентов соизмеримости различных КОП как относительно объектов поражения определенных классов, так и всего множества объектов поражения.

Выражения (4), (6) можно использовать для любого количества разнотипных КОП. Выбирая в качестве базы сравнения один из типов КОП, по формуле (4) рассчитываются частные коэффициенты соизме-

римости, а по формуле (6) общий коэффициент соизмеримости каждого КОП относительно базового. В результате получаем набор коэффициентов соизмеримости различных КОП относительно базового комплекса.

Пусть набор коэффициентов $k_{11}, k_{21}, \dots, k_{m1}$ характеризует соизмеримость $(m-1)$ различных КОП относительно КОП, принятого за базовый КОП 1. Для базового КОП, очевидно, $k_{11} = 1$. Коэффициенты парной соизмеримости КОП k_{sr} легко рассчитать, используя отношение:

$$k_{sr} = \frac{k_{s1}}{k_{r1}}; (s, r = \overline{2, m}); (s \neq r). \quad (7)$$

Пример. На множестве объектов поражения производится сравнение двух ракетно-артиллерийских комплексов при следующих исходных данных, приведенных в таблице.

Таблица

Показатели эффективности		Частота появления объектов поражения различного назначения		
		0,5	0,3	0,2
КОП I	$\overline{\omega}^{(I)}$	1,2	3,6	12
КОП II	$\overline{\omega}^{(II)}$	1,5	3,2	6
Коэффициент соизмеримости		0,8	1,12	2,0

Расчетные коэффициенты соизмеримости КОП по классам объектов поражения приведены в последней строке таблицы.

Общий коэффициент соизмеримости КОП при этом составляет:

$$k = \frac{0,5 \times 1,2 + 0,3 \times 3,6 + 0,2 \times 12}{0,5 \times 1,5 + 0,3 \times 3,2 + 0,2 \times 6} = 1,05.$$

Таким образом, КОП I эффективнее на 20 % при поражении тактических объектов, на 12 % уступает в эффективности поражения оперативных объектов и в два раза менее эффективен при поражении стратегических объектов. На множестве всех объектов КОП I превосходит КОП II в эффективности в среднем лишь на 5 %.

Результаты расчетов показывают, каким образом следует планировать применение в операции (боевых действиях) комплексов огневого поражения первого и второго типов для огневого поражения объектов.