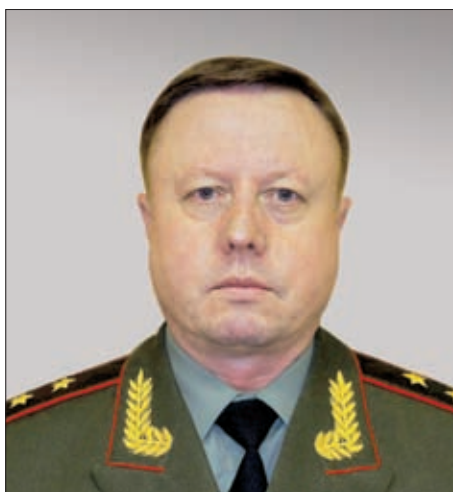


ЭКСПЕРТИЗА БОЕПРИПАСОВ. ЦЕЛИ. ЗАДАЧИ



Николай Михайлович Паршин

НАЧАЛЬНИК ГЛАВНОГО РАКЕТНО-Артиллерийского УПРАВЛЕНИЯ
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ГЕНЕРАЛ-ЛЕЙТЕНАНТ

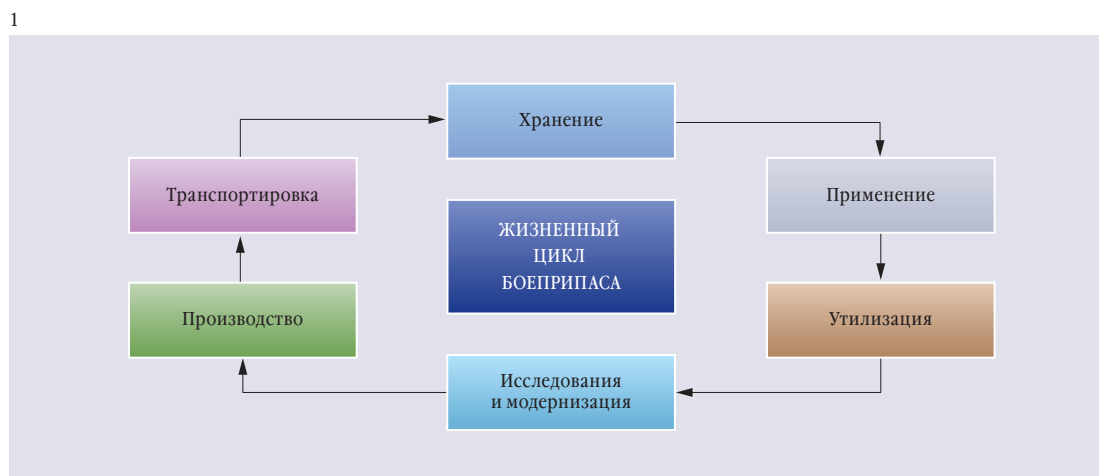
Одной из основных задач, решаемых оборонно-промышленным комплексом России, является принятие на снабжение Вооруженных Сил Российской Федерации современных высокоэффективных боеприпасов, оснащенных интеллектуальными системами наведения и инициирования, способных решать весь перечень огневых задач, возложенный на данный класс ракетно-артиллерийского вооружения.

Боеприпасы – источники взрывопожароопасности. Данными источниками являются энергонасыщенные материалы – взрывчатые составы и пороха. Это потенциально опасные элементы боеприпасов при нештатных аварийных ситуациях (падение, пожар) и воздействии средств поражения противника (ударная волна, осколки, пули, снаряды, кумулятивные струи, импульсные электромагнитные поля большой мощности).

К боеприпасам, а также к их снаряжению (взрывчатым веществам и составам), предъявляется целый комплекс требований, касающихся как эффективности боевого применения, так и эксплуатационной безопасности на всех стадиях жизненного цикла (рис. 1).

Особое внимание уделяется повышению стойкости боеприпасов к внешним несанкционированным воздействиям. Соотношение вероятных воздействий на боеприпас на стадиях жизненного цикла и испытаний представлено схемой на рисунке 2.

С учетом ожидаемой последовательности и длительности жизненного цикла, наиболее вероятных видов внешних воздействий составляется программа испытаний для оценки класса опасности снаряжения боеприпаса и степени его уязвимости. По составленной программе проводятся испытания, моделирующие ударно-волновые, проникающие и тепловые виды воздействий, а также специальные исследования, учитывающие специфические виды воздействий для конкретного боеприпаса.



ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ БОЕПРИПАСА

Экспертиза боеприпасов заключается в оценке соответствия объектов экспертизы требованиям эффективности и безопасности.

Цель экспертизы боеприпасов – проведение количественных и качественных оценок основополагающих характеристик, а также процессов, которые влияют на них, но зачастую не поддаются непосредственному измерению и основываются на суждениях специалистов-экспертов (оценка влияния климатических условий и сроков хранения на их функционирование при стрельбе, разработка конструктивных решений, снижающих воздействие указанных факторов на элементы, наиболее чувствительные к внешнему воздействию, и обеспечивающих выполнение заданных требований), за счет:

- развития экспериментально-теоретических методик испытаний и исследования процессов, протекающих при воздействии внешней среды на элементы боеприпасов;
- создания научно-методического аппарата оценки влияния климатических условий и сроков хранения на их функционирование при стрельбе;
- разработки перспективных конструктивно-схемных решений, снижающих воздействие факторов внешней среды на элементы боеприпасов и обеспечивающих выполнение заданных требований.

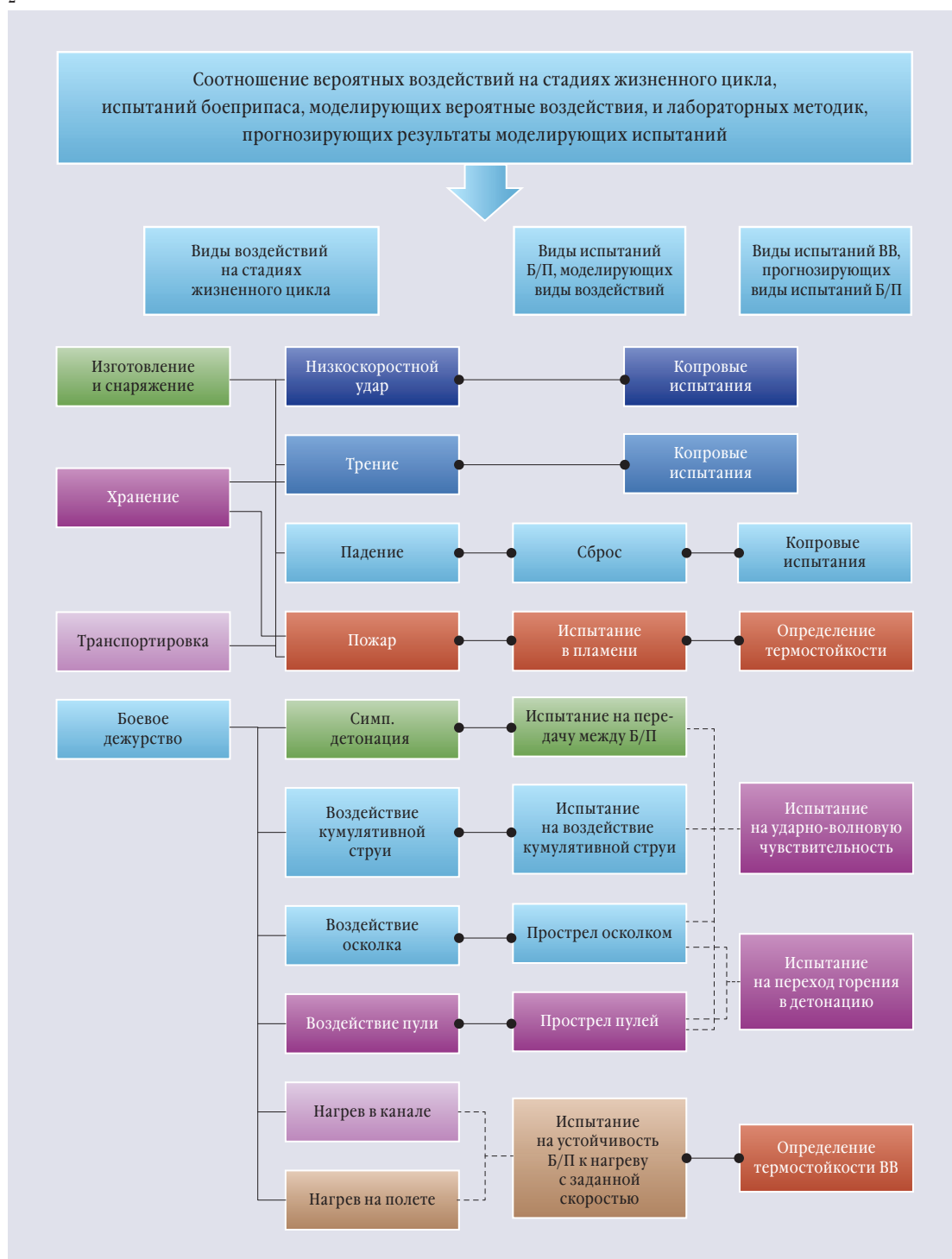
Достижение указанной цели базируется на решении следующих основных задач:

- проведение экспериментально-теоретических испытаний и исследований изменения физико-химических, механических, энергетических и баллистических характеристик боеприпасов в зависимости от сроков и климатических условий их хранения;
- разработка методики оценки функционирования боеприпасов после длительного хранения в различных климатических условиях;
- выработка практических решений, направленных на поддержание требуемой эффективности и безопасности боеприпасов.

При этом необходимо:

- правильно выбирать свойства, показатели качества боеприпасов с учетом конкретных целей экспертизы;
- выявлять соответствие действительных значений показателей установленным требованиям;
- определять предполагаемые значения показателей качества и/или коэффициентов их весомости;
- измерять количественные и стоимостные характеристики изделий;
- осуществлять поиск необходимой информации и использовать ее для целей экспертизы;
- анализировать и оценивать полученные данные для составления заключений или рекомендаций.

2



ВЕРоятные воздействия на боеприпас и соответствующие испытания

К наиболее существенным факторам, влияющим на изменение технического состояния (ТС) боеприпасов, следует отнести сроки и условия содержания боеприпасов в запасах.

К срокам содержания боеприпасов в запасах относятся срок сохраняемости, назначенный срок службы и гарантийный срок хранения.

На условия содержания боеприпасов в запасах влияют климатические факторы среды и состояние объектов с изделиями.

К основным климатическим факторам среды принято относить температуру, влажность окружающего воздуха и солнечную радиацию. В значительной мере они определяются характеристиками климата той местности, в которой боеприпасы находятся. Наиболее

важными климатическими факторами являются температура и влажность, которые образуют температурно-влажностные комплексы, характерные для каждого климата. Около 81% площади России приходится на очень холодный, холодный и умеренно холодный районы. Сухой жаркий и очень сухой жаркий районы занимают около 10% территории, а районы с повышенной влажностью занимают всего лишь 1,2% от всей территории страны. Большинство объектов с боеприпасами располагаются в холодном и умеренно холодном районах, что позволяет рассматривать их в качестве основных при исследованиях влияния климатических факторов на боеприпасы.

Важной характеристикой теплового воздействия на боеприпасы являются циклические колебания температуры воздуха, которые представляют собой результат суммирования двух тепловых волн: сезонных и суточных изменений температуры. Эти колебания обусловлены различными условиями нагрева атмосферного воздуха за счет солнечного излучения днем и ночью, летом и зимой.

Особое значение для материалов (прежде всего, пористых) имеют колебания температуры с переходом через 0°C, характерные для весны и осени. Изменение агрегатного состояния воды может оказать существенное влияние на свойства материалов (изменение структуры, плотности, механической прочности и т.п.).

Кроме температуры, немаловажное значение имеет влажность окружающего воздуха. На территории России относительная влажность может достигать 95% (умеренно холодный влажный климатический район). Характерно, что вследствие суточных колебаний температуры относительная влажность воздуха в ночное время может превышать дневные значения на 25–30%. Особенно велико это изменение для районов с холодным климатом, где суточные колебания температуры весьма значительны.

Техническое состояние боеприпасов зависит не только от степени воздействия климатических факторов среды, но и от условий содержания изделий в запасах. Содержание боеприпасов осуществляется на площадках открытого хранения (ПОХ) и в неотапливаемых хранилищах, а также временно в боеукладках.

На ПОХ температурно-влажностные комплексы практически не отличаются от характеристик приземной атмосферы соответствующего климатического района. В значительной степени исключается лишь влияние атмосферных осадков и солнечной радиации.

В неотапливаемых хранилищах распределение температур воздуха характеризуется уменьшенным размахом, а распределение относительной влажности может быть описано равномерным законом в пределах 40–100% в жаркой и холодной и 60–100% в умеренной зоне. Экспериментальные исследования демпфирующего влияния хранилищ на температурно-влажностные комплексы свидетельствуют, что разность температур воздуха в неотапливаемом хранилище и вне его может составлять до 12–15°C. Даже при нахождении боеприпасов под чехлами или в таре температура изделий может превышать температуру окружающего воздуха на 4–8°C.

При нахождении боеприпасов в боеукладках танков и боевых машин кроме факторов окружающей среды, определяемых метеоусловиями, на них оказывают влияние конструктивные особенности техники и режим ее использования. Все климатические факторы среды способны оказывать влияние на выстрелы, находящиеся в боеукладке, за исключением солнечной радиации. Она способна оказывать только опосредованное воздействие через нагрев элементов конструкции башни и корпуса танка.

При воздействии на боеприпасы климатических факторов происходит постепенное изменение ТС боеприпасов. Это связано с деградиционными процессами, протекающими в изделиях и вызывающими изменение характеристик и возможное разрушение нестабильных элементов выстрелов, к которым относятся метательный заряд (МЗ), средства инициации и пиротехнические составы. Данные элементы являются наиболее чувствительными к комплексному воздействию основных климатических факторов. При содержании боеприпасов в условиях положительных температур в них ускоряются деградиционные процессы старения. Одним из наиболее интенсивных процессов, протекающих в МЗ при хранении

и связанных с изменением химического состава пороха, является влагообмен с внешней средой. Он определяется гигроскопичностью пороха, то есть его способностью поглощать влагу и удерживать ее в определенном количестве. С повышением температуры и относительной влажности гигроскопичность пороха повышается.

Наряду с физическими процессами, вызывающими изменение свойств порохов, важное место занимают химические превращения, определяющие стабильность порохов. Химические превращения в порохах носят необратимый характер, вызывая накопление изменений показателей соответствующих свойств. В результате химических превращений порох МЗ может изменять свою структуру, плотность, механическую прочность, энергетические характеристики (теплота горения), баллистические характеристики (скорость горения, сила пороха) и другие свойства.

Экспертиза боеприпасов проводится комплексно на основании действующих стандартов и методов испытаний с учетом актуализации имеющейся статистической информации по условиям эксплуатации.

Экспертной оценке могут подвергаться единичные экземпляры боеприпасов, их составные части и так называемые партии данных изделий. Наиболее часто проводится экспертиза именно партий боеприпасов, которые определяются как совокупность единичных экземпляров и/или упаковочных единиц, объединенных общностью признаков: одновременностью выработки, общностью сырья, производства, едиными транспортными средствами.

Задача проведения экспертизы боеприпасов из запасов Минобороны России с целью определения безопасности и установления их степени пригодности возложена на 127 Центр экспертизы и испытаний средств поражения Главного ракетно-артиллерийского управления Министерства обороны Российской Федерации.

Одним из видов экспертизы, проводимой с боеприпасами, является экспертиза по объему исследований. Как правило, такая экспертиза проводится научно-исследовательской организацией заказчика с целью определения соответствия тактико-технических характеристик опытного образца боеприпаса требованиям, заданным в тактико-техническом задании (ТТЗ). Для этого в ходе выполнения опытно-конструкторских работ (ОКР), он и его составные части подвергаются целому ряду контрольных испытаний, основными из которых являются межведомственные, предварительные и государственные испытания.

Межведомственные испытания проводятся с целью подтверждения соответствия требованиям технического задания (ТЗ) составных частей боеприпаса, а также для определения возможности установки этих элементов в опытный образец изделия.

Предварительные испытания проводятся с целью оценки соответствия разрабатываемых боеприпасов требованиям ТТЗ (ТЗ) на ОКР и для определения готовности их к государственным испытаниям.

Государственные испытания проводятся с целью подтверждения соответствия разрабатываемых боеприпасов требованиям ТТЗ (ТЗ) на ОКР и для определения возможности принятия разработанного боеприпаса на вооружение (снабжение, использование по назначению) и решения о постановке на производство.

В настоящее время основные приоритеты в развитии боеприпасов:

- повышение могущества действия при обеспечении выполнения требований эксплуатационной безопасности и удобства боевого применения;
- повышение кучности стрельбы за счет снижения разброса конструктивных характеристик боеприпаса и обеспечения его устойчивости на траектории, снижения разброса баллистических характеристик МЗ;
- повышение огневой производительности артиллерийских комплексов путем использования зарядов новых конструкций;
- совершенствование комплектующих материалов – повышение качественных характеристик снарядной стали и взрывчатого вещества разрывного заряда.

Учитывая реалии сегодняшнего дня и на перспективу, определение структуры экспертизы боеприпасов целесообразно начать с построения простейшей логической моде-

Таблица 1

РЕЗУЛЬТАТЫ КОНТРОЛЯ ТС 125-ММ ГОТОВЫХ ВЫСТРЕЛОВ ЗВОФЗ6

Результаты	Номер партии		
	11-72-357	98-72-357	151-72-357
Количество боеприпасов в партии	2916	2134	3088
Климатический район хранения боеприпасов	Умеренный	*	*
Место хранения	Хранилище	*	*
Дата изменения ТС	1990	1988	1988
Количество боеприпасов:			
2-я категория	1693	1411	1816
3-я категория	511	409	317
Дата проведения ремонта	1991	1989	1989
Дата утилизации или уничтожения партии боеприпасов	2009	2008	2008

ли – программы испытаний, отработка которой в общем виде будет представлять собой следующую функциональную схему:

- специалист-эксперт (инженерно-технический состав, проводящий испытания), имея соответствующие знания и средства, проводит качественно-количественный анализ изделий в сравнении с другими изделиями, выбранными за аналог по определенным критериям (при отсутствии аналогов сравнение ведется с нормативно-технической документацией на опытный образец);
- пользуясь набором определенных методов, получают некоторый обобщенный результат (оценочное суждение), выраженный в качественной или количественной форме.

Таким образом, основными элементами этой модели будут субъект, объект, критерии, методы и процедуры проведения экспертизы и ее результат.

Субъектом экспертизы свойств изделий обычно выступает экспертная комиссия, которая может создаваться как для выполнения отдельных операций оценки качества изделий (определение номенклатуры показателей, нахождение коэффициентов весомости показателей и т.п.), так и для выполнения всех оценочных операций, заканчивающихся получением комплексной оценки качества опытных боеприпасов.

В состав комиссии для решения специфических задач могут привлекаться специалисты, участвующие в рассмотрении отдельных вопросов оценки качества и не являющиеся членами комиссии по проведению испытаний. Привлечение таких специалистов осуществляется по решению председателя комиссии или заказчика ОКР.

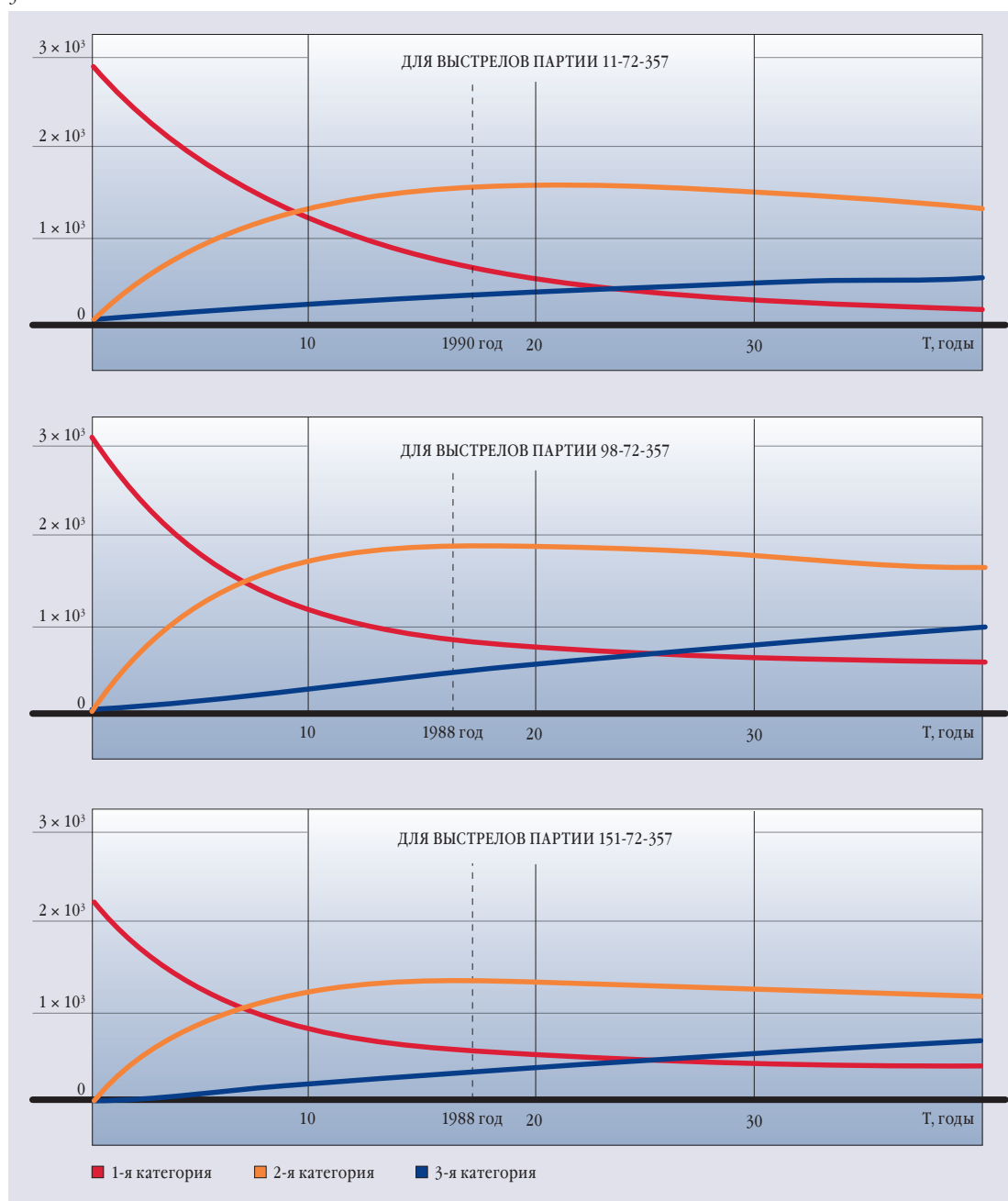
Объектом экспертизы, являются свойства опытных боеприпасов, проявляющиеся непосредственно при эксплуатации и боевом применении. Они характеризуют эффективность использования изделия, практическую полезность, удобство пользования и эстетическое совершенство.

Критерии, используемые при анализе и оценке свойств боеприпасов, подразделяются на общие и конкретные. Общие критерии – это критерии, применяемые к данному классу вооружения в отрасли (например, климатический вид исполнения). Конкретные критерии – это требования к качеству изделий данного вида, зафиксированные в ТТЗ на ОКР, нормативных документах, а также базовые образцы и показатели, принятые за исходные при сравнительном анализе и оценке свойств опытных боеприпасов.

В качестве базовых образцов используются:

- существующие изделия отечественного или зарубежного производства, основные свойства которых соответствуют лучшим мировым достижениям или превышают их;
- перспективные образцы и проектные разработки, в которых учтены основные тенденции развития данного вида боеприпасов и качество которых соответствует прогнозируемому уровню.

3



ИЗМЕНЕНИЕ ТС ВЫСТРЕЛОВ ИНДЕКСА ЗВОФ36 ПО КАТЕГОРИЯМ (КОЛИЧЕСТВО ВЫСТРЕЛОВ)

Процедура подтверждения соответствия свойств опытных боеприпасов требованиям ТТЗ имеет, как правило, сложный характер и представляет собой последовательность определенных операций, совершаемых экспертами. Количество, порядок этих операций, а также их содержание определяются целями проведения испытаний, особенностью оцениваемых изделий и стадией жизненного цикла изделий, на которой проводится экспертиза.

Результат экспертной оценки представляет собой зафиксированную особым способом качественную или количественную оценку свойств изделий – акт соответствия опытного боеприпаса заданным требованиям и рекомендации о его дальнейшем использовании.

Новшеством (перспективным направлением) совершенствования существующей системы контроля ТС боеприпасов является создание методического сопровождения. Основой методического сопровождения контроля ТС боеприпасов является информационное обеспечение, которое позволяет осуществлять краткосрочный, среднесрочный и долгосрочный прогноз состояния изделий. Прогноз осуществляется путем математического моделирова-

ния нахождения боеприпасов в одной из категорий, определяющих их ТС. В качестве математического инструментария могут быть использованы основные положения теории управляемых стохастических ветвящихся процессов.

Если известно общее количество боеприпасов, содержащихся в запасах, то прогнозирование их ТС во времени можно провести путем расчета количества изделий, находящихся в 1, 2 и 3-й категориях.

С помощью уравнений, производимых в среде MathCAD, на основе программного продукта «Прогнозирование изменения технического состояния изделий на основе стохастических ветвящихся процессов», имеющего государственную регистрацию от 30 января 2012 года №20121155790, производится прогнозирование изменения ТС боеприпасов. Проверка достоверности модели проводится с использованием результатов контроля ТС (табл. 1) для трех партий выстрелов индекса ЗВОФЗб, собранных в 1972 году, прошедших ремонт (2-я категория) в 1988 и 1990 годах и переведенных в 3-ю категорию в 2005, 2008 и 2009 годах.

Анализ результатов прогноза изменения ТС выстрелов ЗВОФЗб с результатами их контроля (рис. 3) показывает расхождение во временных точках (реперах): репер 1 (дата установления 2-й категории) составляет от 4,6 до 12,6%, репер 2 (дата установления 3-й категории) – до 19%.

Таким образом, разработанная математическая модель с достаточной степенью достоверности прогнозирует ТС боеприпасов и может быть рекомендована к внедрению в информационно-методическое сопровождение системы контроля качества изделий.