

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 623.4; 658.512

DOI 10.22213/2410-9304-2018-4-4-10

### СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОГО ВООРУЖЕНИЯ

С. А. Алексеев, доктор технических наук, доцент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

*Стрелково-пушечное вооружение развивается в направлении повышения боевой эффективности, роста тактико-технических характеристик и показателей качества образцов оружия. Это достигается реализацией в конструкциях новых физических принципов действия, новых технических и технологических решений, что требует повышения качества и эффективности самого процесса проектирования оружия. В этих условиях традиционные методы проектирования, во многом зависящие от опыта и таланта конструктора, являются неэффективными. В статье рассматривается методология системотехнического проектирования применительно к проектированию стрелкового оружия. Рассмотрены стадии разработки технического задания и технического предложения, являющиеся основными при формировании облика образца оружия. Приводится последовательность этапов разработки технического предложения применительно к стрелковому оружию. Анализируется дерево основных противоречий. Дан пример составления на основе дерева функций и морфологического дерева функционально-морфологической матрицы стрелкового оружия, определяющей структуру системы оружия и функции ее подсистем.*

**Ключевые слова:** стрелковое оружие, техническая система, проектирование, техническое предложение.

#### Введение

Теория проектирования автоматического оружия должна базироваться на основных положениях и методах современной теории проектирования технических систем. Существует множество определений термина «проектирование», сводящихся к тому, что процесс проектирования представляет собой интуитивный творческий акт, включающий в себя элементы науки и искусства [1–3]. Процесс проектирования технических систем (за исключением работы, связанной с оформлением технической документации) проф. А. А. Коновалов определяет как «процесс накопления недостающих знаний о проектируемом объекте. Чем выше уровень начальных знаний о проектируемой продукции, тем успешнее будет протекать сам процесс проектирования», а «целью проектирования является разработка модели продукции оптимального качества» [4, 5]. «Проектирование является процессом построения модели будущей продукции, которая от этапа к этапу все полнее отражает свойства проектируемой продукции... эти свойства приходится изучать на моделях различной природы: абстрактных и физических» [6].

#### Традиционные методы проектирования систем вооружения

Суть традиционного метода проектирования сложных технических объектов может быть сформулирована как широкое использование

интуиции, опыта и других творческих возможностей проектировщика, подтверждаемое проверочными расчетами и испытаниями макетов проектируемых образцов. Такая методология позволяет лишь отдельным талантливым конструкторам (В. П. Грязев, М. Т. Калашников, Е. Ф. Драгунов, А. Е. Нудельман, А. А. Рихтер, А. Г. Шипунов и другие) разрабатывать совершенные образцы вооружения и не может быть эффективна в проектной работе большинства инженеров-конструкторов.

Традиционная методология проектирования основана на следующих процедурах [7]:

- использование интуиции и опыта проектировщика и обобщение предшествующего опыта, позволяющие создавать в основном аналогичные известным конструкции с улучшенными показателями качества и значительно реже принципиально новые конструкции;
- применение расчетно-аналитических и численных методов решения с использованием математических моделей (часто созданных с использованием необоснованных допущений или грубой идентификации), дающих возможность провести параметрическую оптимизацию системы;
- использование эмпирических зависимостей, вторичных моделей, различных номограмм, таблиц, диаграмм и графиков;
- оптимизация проектных решений подсистем оружия по частным критериям, не отра-

жающим общие цели и задачи системы в целом.

Создание систем автоматизированного проектирования позволило проводить автоматическое проектирование только для отдельных подсистем оружия (газовых двигателей, дульных устройств, механизмов подачи патронов и т. д.), но ввиду отсутствия формализованных методик проектирования стрелково-пушечного вооружения (СПВ) и невозможности выполнить полную формализацию всех проектных процедур не привело к качественному изменению процесса проектирования.

В последнее время для определения облика системы стали применяться экспертные системы, наиболее перспективны из них экспертно-моделирующие и экспертно-прогнозирующие. Однако эффективность этих систем зависит от полноты используемой базы данных.

#### Методология системного подхода

При проектировании сложных технических систем, к которым относятся системы вооружения, должен применяться системный методологический подход, значительно повышающий эффективность процесса проектирования. Для повышения качества проектирования, снижения затрат и сроков на процесс создания ствольного оружия необходимо использование методологии проектирования с применением эвристических процедур сбора, хранения, обработки и обмена информацией и создание формализованных типовых методов и приемов, позволяющих решать практические задачи.

Таким образом, под системным подходом в проектировании будем понимать «целенаправленную и регламентированную совокупность действий по отысканию требуемых решений, включающих в себя функциональное, морфологическое и параметрическое описание проектируемого объекта и его элементов на всех иерархических уровнях, вплоть до описания поверхностей деталей, имеющих самостоятельное функциональное назначение» [8].

Вопросам методологии системного проектирования ствольного и ракетного оружия посвящены труды Ю. В. Чуева, В. П. Строгалева, Б. К. Новикова, А. В. Белова [9–11], а также научные статьи [12, 13].

В работе [14] предлагается, используя принципы иерархической подчиненности системного подхода, задачу проектирования системы вооружения разбить на ряд уровней с соответствующей методологией решения на каждом из них:

– на *первом* уровне проводят комплексную оценку системы вооружения с учетом ее взаимо-

действия с другими системами в масштабе театра военных действий. Здесь определяют целесообразность принятия конкретной системы на вооружение и в целом облик системы. Обычно такие задачи малодоступны инженерам-проектировщикам;

– на *втором* уровне решают задачу взаимодействия конкретного комплекса с противодействующими средствами противника и вырабатывают требования технического задания (ТЗ) к основным подсистемам комплекса;

– на *третьем* уровне формируют облик каждой подсистемы комплекса, рассчитывают их массовые, энергетические, габаритные, стоимостные и прочие характеристики, а также назначают требования ТЗ на формирование элементов низшего уровня иерархии;

– на *четвертом* уровне проектируют и отрабатывают упомянутые выше элементы.

Вообще содержание первого и второго уровней составляет задачу (стадию) внешнего проектирования, а содержание третьего и четвертого уровней – стадию непосредственного (внутреннего) проектирования.

*Задачей внешнего проектирования* [15, 16] является нахождение оптимального сочетания основных тактико-технических характеристик (ТТХ), определяющих для данного вида оружия эффективность выполнения боевых задач. Для выбора оптимального варианта ТТХ при внешнем проектировании необходим анализ возможных сценариев военных действий с использованием аппарата теории исследования операций и имитационного моделирования. Такой анализ проводится военными специалистами, а не проектировщиками оружия. Однако если вести речь об индивидуальном стрелковом оружии и личном оружии самообороны, то задача определения облика оружия может решаться и непосредственно разработчиком при использовании метода экспертных оценок, полученных с учетом условий и опыта боевого применения, а также результатов испытаний и исследований различных видов оружия. То же самое относится и к формированию облика гражданского стрелкового оружия, который определяется маркетинговыми службами предприятий-производителей оружия. При формировании облика индивидуального оружия для сужения области исследований целесообразен выбор типичных боевых и полицейских ситуаций.

При внешнем проектировании на базе частных критериев эффективности определяются оптимальные ТТХ и формируется тактико-техническое или техническое задание на разра-

ботку, содержащее основные тактико-технические требования (ТТТ).

*Задачей непосредственной разработки (внутреннего проектирования)* является обеспечение выходных (представительных) параметров оружия, заданных в ТЗ, за счет реализации определенного принципа действия, целесообразной конструктивной схемы оружия и механизмов, а также оптимального выбора соответствующих кинематических, динамических, тепловых, прочностных, эргономических характеристик механизмов оружия. Таким образом, задача внутреннего проектирования сводится к структурному синтезу системы и оптимизации внутренних параметров, которые влияют на работу оружия как тепломеханической системы. Непосредственное проектирование в соответствии с действующими нормативными документами (ГОСТ 15.001–73. Разработка и постановка продукции на производство; ГОСТ 2.103-68. Единая система конструкторской документации: стадии разработки) состоит из трех главных этапов: технических предложений, эскизного проектирования и технического проектирования.

#### **Определение облика образца оружия**

Началом разработки системы вооружения является анализ вопроса о целесообразности ее создания. При этом исследуют различную техническую, экономическую и политическую информацию, используют различного рода методы прогнозирования и теории исследования операций. В случае принятия положительного решения определяют оптимальные с точки зрения пользователя выходные характеристики, с помощью которых формируется техническое задание на проектирование.

На стадии внешнего проектирования решают вопросы, связанные с выяснением целей, реализуемых системой вооружения, изучают взаимодействие системы и окружающей среды, вырабатывают требования ТЗ на образец. Как сказано выше, для некоторых видов стрелкового оружия эти вопросы могут решаться непосредственно проектировщиком. Таким образом, основным результатом внешнего проектирования является техническое задание, которое определяет облик системы вооружения.

Техническое задание по качественным признакам может быть разделено на группы:

- характеристики эффективности;
- массоинерционные характеристики;
- габаритные характеристики и пространственные ограничения;
- кинематические характеристики (переме-

щения, скорости);

- динамические (силовые, моментные и пр.) характеристики;

- условия окружающих воздействий и их значения и т. д.

На этой стадии под *обликом* будем понимать совокупность дискретных и непрерывных переменных, определяющих представительные характеристики системы вооружения. К таким характеристикам для СПВ относятся калибр, начальная скорость метания, темп стрельбы, масса оружия, кучность и т. д., в зависимости от типа СПВ.

На первом этапе внутреннего проектирования – этапе технических предложений – формируют техническую концепцию и определяют основные параметры технической системы в целом, реализующие требования ТЗ и характеризующие облик системы вооружения. На этой стадии под обликом будем понимать кроме представительных количественных характеристик дополнительно структуру системы. Разработка технического предложения может рассматриваться как «внутреннее проектирование», т. е. определение внутренней системы взаимосвязей и структуры для реализации необходимых взаимодействий по условиям задачи внешнего проектирования.

При разработке технического предложения можно выделить три основные задачи синтеза [17]:

- *синтез принципов действия*, включающий перебор возможных способов преобразования энергии в системе и в соответствующих подсистемах, анализ и отбор вариантов, в принципе реализующих требования технического задания;

- *синтез структуры*, включающий анализ и отбор функционально-структурных схем для используемых принципов действия;

- *синтез параметров*, включающий поиск системы оптимальных параметров, обеспечивающих для конкретного принципа действия и структуры системы реализацию требований технического задания на количественном уровне.

Возможности строгой формализации перечисленных задач в настоящее время существенно различаются. Если параметрический синтез может быть формализован в значительной степени, то структурный поддается формализации частично, а синтез принципов действия является системой эвристических процедур. На этапе технического предложения формируют технические задания к подсистемам (основным механизмам оружия).

Последовательность проведения проектных работ на этапе технического предложения условно может быть представлена в виде следующих основных циклов:

- анализ систем-прототипов;
- формирование дерева функций системы;
- формирование функциональной структуры и ее отображение на множество технических реализаций;
- исследование дерева противоречий системы;
- формирование морфологической структуры (дерева) системы;
- формирование показателей качества и выбор математической модели;
- формирование технической концепции системы;
- формирование структурно-параметрического облика и разработка системы анализа для подтверждения адекватности результатов проектных процедур;
- принятие решений по выбору окончательного варианта системы.

Рассмотрим подробнее некоторые из этих циклов применительно к стрелковому оружию.

*Анализ систем-прототипов* проводят сравнением важнейших для данного вида показателей качества с указанием принципа действия и технической реализации функционально-структурной схемы образа оружия. Анализ систем, находящихся на вооружении, позволяет получить статистические модели технических решений как по отдельным механизмам оружия, так и по образцу в целом. Такие модели могут связывать между собой, например, импульс патрона и массу затвора для различных схем автоматики; длину ствола и габариты оружия при различных схемах компоновки оружия; стоимостные показатели и эффективность огня и т. д. Такие модели полезны при определении структуры оружия в соответствии с требованиями ТЗ.

При определении облика оружия проектировщику приходится разрешать ряд *противоречий*. Охарактеризуем основные из них.

Противоречия «технологичность и экономичность – боевая эффективность»: возрастание требований к эффективности имеет следствием, как правило, увеличение сложности конструкции, что ведет к усложнению технологии, увеличению трудоемкости и стоимости.

Противоречия «эксплуатационные требования – боевая эффективность»: усложнение конструкции, обусловленное повышением боевой эффективности, ведет к усложнению изделия в эксплуатации.

Противоречия «психофизиологические возможности человека – боевая эффективность»: повышение боевой эффективности во многих случаях требует повышения рабочих параметров изделия, что приводит к повышению физической и психологической нагрузки на оператора. Кроме того, противоречия возникают как следствие различных требований к изделию на различных этапах его боевого применения.

Например, для обеспечения удобства при транспортировке масса и габариты оружия должны быть по возможности меньше. Но с уменьшением массы возрастает энергия отдачи и снижается устойчивость при стрельбе очередями. Для снижения энергии отдачи и повышения устойчивости используют дульные устройства – тормоза-компенсаторы. Но с повышением эффективности дульного устройства возрастает давление дульной ударной волны.

При проектировании системы возникает противоречие между требованиями ТЗ и достоверностью математических моделей, отражающих реальные процессы функционирования. В работе [18] приводится анализ взаимосвязи типа моделей с этапами проектирования и методами синтеза. На этапах разработки технического задания и технического предложения используются статистические, аппроксимационные и простые аналитические модели, а сложные математические модели, содержащие уравнения в сосредоточенных и распределенных параметрах, используются на этапах эскизного и технического проектирования при проведении параметрического синтеза.

Упомянутые выше и другие противоречия решаются в каждом конкретном случае в зависимости от уровня сформулированных заказчиком тактико-технических требований и ограничений по затратам.

Дерево функций и морфологическое дерево можно заменить одной функционально-морфологической матрицей. В качестве примера на рисунке показана матрица ручного самозарядного стрелкового оружия, включающая основные функции системы в целом (образца оружия) и функции подсистем (узлов и механизмов оружия). Все функции оружия можно разделить на целевую функцию, основные и дополнительные. Целевая функция состоит в поражении цели, ее можно разделить на несколько основных функций: доставить снаряд (пулю) до цели, попасть в цель, обеспечить действие снаряда по цели. Дополнительные функции служат для повышения качества основных, например, обеспечить

качественное прицеливание. При проектировании новых образцов наиболее сильно изменяются дополнительные функции.

Третий и четвертый столбцы матрицы отображают морфологическую структуру оружия для реализации функций и возможные варианты

технической реализации подсистем, которые могут раскладываться далее вплоть до неделимых элементов конструкции. Например: 1. Складной приклад, варианты технической реализации: 1.1. выдвижной; 1.2. складной наверх; 1.3. складной вправо или влево и т. д.

Функции системы	Подсистемы функции	Морфологическая структура оружия	Варианты реализации
<b>Поразить цель:</b>	<b>Попасть в цель, обеспечить действие пули по цели</b>	<b>Система оружия в целом и тип боеприпаса</b>	<b>Виды ручного стрелкового оружия и типы патронов</b>
Привести оружие в боевое положение	Откинуть приклад; Снять с предохранителя; Дослать патрон в патронник	1. Складной приклад; 2. Предохранитель; 3. Механизм досылания	1.1,1.2, 1.3 ... 2.1, 2.2, 2.3... 3.1, 3.2, 3.3...
Произвести прицеливание	Выполнить установки на прицеле; Навести оружие в цель	4. Прицел 5. Элементы удержания оружия	4.1,4.2..... 5.1,5.2.....
Произвести выстрел	Взвести ударный механизм; Произвести спуск	6. Ударный механизм; 7. Спусковой механизм	6.1,6.2..... 7.1, 7.2.....
Сообщить снаряду кинетическую энергию и направленное движение	Обеспечить давление на дно снаряда порохового или сжатого газа в стволе	8. Патрон 9. Ствол	8.1, 8.2..... 9.1, 9.2.....
Обеспечить устойчивость снаряда на траектории	Обеспечить продольное вращение либо использовать оперение пули	10. Нарезы ствола; 11. Оперение пули	10.1, 10.2.... 11.1, 11.2....
Обеспечить останавливающее либо пробивное действие пули	Обеспечить передачу достаточной энергии от пули к цели	12. Конструкция и форма пули	12.1, 12.2...
Обеспечить перезарядку оружия	Сообщить кинетическую энергию ведущему звену автоматики	13. Двигатель автоматики	13.1, 13.2...

Функционально-морфологическая матрица ручного самозарядного стрелкового оружия

Вид и насыщение такой матрицы будут зависеть от вида и назначения оружия (пистолет, пистолет-пулемет, автомат, винтовка, снайперская винтовка), хотя многие функции и элементы структуры будут сохранены для различных видов стрелкового оружия.

После формирования технического предложения следуют этапы эскизного и технического проектирования.

На этапе эскизного проектирования уточняют характеристики основных подсистем. Таким образом, на стадии эскизного проектирования производится параллельная переработка частных технических заданий на проектирование подсистем (узлов и агрегатов) в сумму совокупностей технических заданий на проектирование подузлов и деталей. Естественно, при этом должны использоваться математические модели, более строго описывающие функционирование отдельных частей системы.

На этапе технического проектирования глубина проработки достигает уровня элементов, составляющих подсистемы образца. На этом этапе происходит отработка и оценка опытных образцов с целью сравнительной проверки заданных тактико-технических характеристик и фактически реализуемых. На основании результатов испытаний вносят необходимые изменения в конструкцию проектируемого комплекса.

#### Выводы

Таким образом, стадии проектирования являются взаимосвязанной последовательностью этапов и операций, при выполнении которых происходит постепенная детализация разрабатываемой системы и применяется усложняемое и детализируемое математическое описание процессов. Иерархичность стадий и этапов проектирования предполагает, что в строгой постановке задача оптимизации образца вооружения воз-

можно только на стадиях разработки технического задания и технического предложения. На этих же стадиях формируется облик образца оружия. Все остальные этапы проектирования должны проводиться в соответствии с требованиями технических заданий на систему вооружения и ее подсистемы. На всех стадиях и этапах проектирования присутствуют три метода синтеза: синтез принципов действия (физические принципы работы оружия и основных механизмов), синтез структуры (определение схемы и морфологии оружия и основных узлов) и синтез параметров (нахождение рациональных значений конструктивных параметров). Удельный вес использования этих методов по мере углубления проектирования смещается от синтеза принципов действия, который занимает существенное место при разработке технического предложения, к параметрическому синтезу, основному при техническом проектировании.

Многоуровневый характер процесса проектирования, при котором происходит постепенная детализация информационного описания создаваемой системы, приводит к многоуровневому характеру используемых для анализа и синтеза математических моделей.

#### Библиографические ссылки

1. Джонс К. Джонс. Методы проектирования. М. : Мир, 1986. 326 с.
2. Диксон Дж. Проектирование систем. Изобретательство, анализ и принятие решений. М. : Мир, 1969. 440 с.
3. Дитрих Я. Проектирование и конструирование: Системный подход. М. : Мир, 1981.
4. Коновалов А. А. Теория технических систем. Маркетинговый аспект. Екатеринбург : Наука, 1993. 311 с.
5. Коновалов А. А. Методология проектирования технических систем. В 2 ч. Ч. 1. Изобретательство и функционально-стоимостный анализ / А. А. Коновалов, Ю. В. Николаев, Н. Н. Вершинин. Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. 420 с.
6. Коновалов А. А. Методология проектирования технических систем. В 2 ч. Ч. 2. От проекта до объекта / А. А. Коновалов, Ю. В. Николаев. Ижевск : ИПМ УрО РАН, 2009. 319 с.
7. Новиков Б. К. Системные аспекты проектирования ствольного оружия : учебник. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. 518 с.
8. Коновалов А. А. Теория технических систем. Маркетинговый аспект. 311 с.
9. Чуев Ю. В. Проектирование ствольных комплексов. М. : Машиностроение, 1976. 279 с.
10. Стрोगалев В. П., Новиков Б. К., Толкачева И. О. Системный подход к проектированию и оценка эффективности ракетного и ствольного оружия : учеб.

пособие. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. 180 с.

11. Белов А. В., Вяценок Ю. Л., Васин В. Л. Системные принципы проектирования автоматических установок. Л. : Изд-во ЛМИ, 1984. 72 с.
12. Селетков С. Г. Системный подход в повышении качества ствольного оружия // Интеллектуальные системы в производстве. 2016. № 2 (29). С. 52–54.
13. Селетков С. Г. Процедурная модель проектирования технических систем // Интеллектуальные системы в производстве. 2017. № 2. С. 55–59.
14. Стрोगалев В. П., Новиков Б. К., Толкачева И. О. Системный подход к проектированию и оценка эффективности ракетного и ствольного. 180 с.
15. Там же.
16. Селетков С. Г. Системный подход в повышении качества ствольного оружия // Интеллектуальные системы в производстве. 2016. № 2 (29). С. 52–54.
17. Новиков Б. К. Системные аспекты проектирования ствольного оружия : учебник. 518 с.
18. Там же.

#### References

1. Dzhons K. Dzhons. *Metodyi proektirovaniya* [Planning methods]. Moscow, Mir, 1986 (in Russ.).
2. Dikson Dzh. *Proektirovanie sistem. Izobretatelstvo, analiz i prinyatie resheniy* [Planning of the systems. Invention, analysis and making decision]. Moscow, Mir, 1969 (in Russ.).
3. Ditrish Ya. *Proektirovanie i konstruirovaniye: Sistemyy podhod* [Planning and constructing : approach of Systems]. Moscow, Mir, 1981 (in Russ.).
4. Konovalov A.A. *Teoriya tehnikeskikh sistem. Marketingovyy aspekt* [Theory of the technical systems. Marketing aspect]. Ekaterinburg, Nauka, 1993 (in Russ.).
5. Konovalov A.A., Nikolaev Yu.V., Vershinin N.N. *Metodologiya proektirovaniya tehnikeskikh sistem. V 2 ch. Ch. 1. Izobretatelstvo i funktsionalno-stoimostnyy analiz* [Methodology of planning of the technical systems. In 2 p. P. 1. Invention and and functionally-cost analysis]. Penza, Izd-vo Penz. gos. un-ta, 2004 (in Russ.).
6. Konovalov A.A., Nikolaev Yu.V. *Metodologiya proektirovaniya tehnikeskikh sistem. V 2-h chastyah. Ch. 2. Ot proekta do ob'ekta* [Methodology of planning of the technical systems. In 2th parts. P. 2. From a project to the object]. Izhevsk, IPM UrO RAN, 2009 (in Russ.).
7. Novikov B.K. *Sistemnyye aspekty proektirovaniya stvolnogo oruzhiya. Uchebnyk* [System aspects of planning of barrel weapon. Textbook]. Moscow, Izd-vo MG TU im. N.E. Bauman, 2008 (in Russ.).
8. Konovalov A.A. *Teoriya tehnikeskikh sistem. Marketingovyy aspekt* [Theory of the technical systems. Marketing aspect]. Ekaterinburg, Nauka, 1993 (in Russ.).
9. Chuev Yu.V. *Proektirovanie stvolnykh kompleksov* [Planning of barrel complexes] Moscow, Mashinostroyeniye, 1976 (in Russ.).
10. Strogalev V.P., Novikov B.K., Tolkacheva I.O. *Sistemnyy podhod k proektirovaniyu i otsenka effektivnosti*

*raketnogo i stvolnogo oruzhiya: Uchebnoe posobie* [Approach of the systems to planning and estimation of efficiency of rocket and barrel weapon : train aid on]. Moscow: Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, 2004 (in Russ.).

11. Belov A.V., Vyaschenko Yu.L., Vasin V.L. *Sistemnyie printsipyi proektirovaniya avtomaticheskikh ustanovok* [System principles of planning of self-firer]. Leningrad: Izd-vo LMI, 1984 (in Russ.).

12. Seletkov S.G. *Sistemnyiy podhod v povyishenii kachestva stvolnogo oruzhiya* [Approach of systems in upgrading of barrel weapon]. *Intellektualnyie sistemyi v proizvodstve*. 2016, no. 2, pp. 52-54 (in Russ.).

13. Seletkov S.G. *Protsedurnaya model proektirovaniya tehnicheskikh sistem* [The procedural model for designing technical systems]. *Intellektualnyie sistemyi v proizvodstve*. 2017, no. 2, pp. 55-59 (in Russ.).

14. Strogalev V.P., Novikov B.K., Tolkacheva I.O. *Sistemnyiy podhod k proektirovaniyu i otsenka effektivnosti raketnogo i stvolnogo oruzhiya: Uchebnoe posobie* [Approach of the systems to planning and estimation of efficiency of rocket and barrel weapon : train aid on]. Moscow: Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, 2004 (in Russ.).

15. Ibid.

16. Seletkov S.G. *Sistemnyiy podhod v povyishenii kachestva stvolnogo oruzhiya* [Approach of systems in upgrading of barrel weapon]. *Intellektualnyie sistemyi v proizvodstve*. 2016, no. 2, pp. 52-54 (in Russ.).

17. Novikov B.K. *Sistemnyie aspektyi proektirovaniya stvolnogo oruzhiya. Uchebnyik* [System aspects of planning of barrel weapon. Textbook]. Moscow, Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, 2008 (in Russ.).

18. Ibid.

\*\*\*

### System Approach to Planning of Rifle-Gun Armament

S. A. Alekseev, DSc in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU, Izhevsk, Russia

*A rifle-gun armament is developed in the direction of increasing the battle efficiency, raising the performance characteristics and quality indexes of weapon specimens. It is achieved by implementation in constructions of new physical principles of action, new technical and technological decisions, that requires an increase in quality and efficiency of the weapon design process. In these terms the traditional design methods that depend in a great deal on the experience and talent of a designer are ineffective. In the paper the methodology of the system design is examined as applied to planning of small-arms. The stages of development of requirement specification and technical proposal are considered, being basic at forming of the appearance of the weapon specimen. A sequence of stages of developing the technical proposal is given as applied to small-arms. The tree of basic contradictions is analysed. The drafting pattern is presented on the basis of the tree of functions and the morphological tree of functionally-morphological matrix of small-arms that determines the structure of the weapon system and the function of its subsystems.*

**Keywords:** small-arms, technical system, planning, technical suggestion

Получено 10.08.18