

## **ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СИНТЕЗА SEP СИСТЕМЫ И ЕЕ КОМПОНЕНТЫ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ОБТТ**

На современном этапе своего развития объекты бронетанковой техники (ОБТТ) являются сложными человекоуправляемыми (эргатическими) техническими системами, которые характеризуются четырьмя основными свойствами: огневой мощностью, защищенностью, подвижностью и командной управляемостью. Степень сложности технических систем, обеспечивающих требуемые показатели и характеристики, отражающие эти свойства, достигла такого уровня, что в условиях жестких требований по времени отработки управляющих воздействий ограниченным числом членов экипажа на возрастающий поток входящей информации превышает физиологические возможности человека. Поэтому возникла необходимость в создании дополнительных систем, обеспечивающих такое функционирование объекта БТТ, которое в наибольшей степени позволяет использовать задекларированные тактико-технические характеристики (ТТХ).

Из обзора и анализа доступных публикаций следует, что повышение характеристик огневой мощи [1, 2] сводится к совершенствованию и развитию системы управления огнем (СУО). В основном это работы, направленные на автоматизацию выработки исходных данных для стрельбы, обеспечения их исполнения и минимизация погрешностей с учетом внешних факторов. Здесь достигнуты значительные успехи путем установки стабилизатора вооружения, лазерного прицела дальномера, датчиков прогиба канала ствола и скорости ветра. При этом проблемным направлением остается поиск, обнаружение и идентификация целей, особенно неподвижных.

Взаимосвязь показателей, определяющих огневую мощь ОБТТ, представлена на рис. 1.

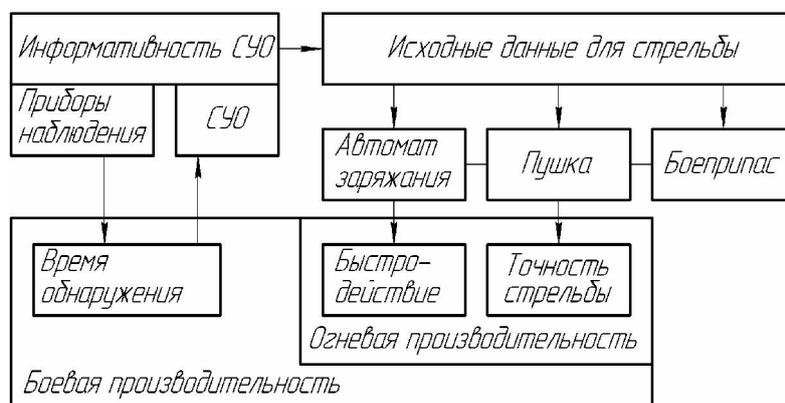


Рис. 1. Взаимосвязь показателей огневой мощи

В целом, в современных танках СУО интегрирована в бортовую информационно - управляющую систему, которая имеет настраивающуюся структуру, что предполагает командирское целеуказание и передачу функций наводчика командиру танка.

Защищенности танков традиционно посвящено много работ [3, 4]. Следует подчеркнуть, что здесь также совершен определен переход на новый концептуальный уровень обеспечения защищенности. Если ранее задача состояла в обеспечении защищенности путем наращивания пассивной защиты, то на современном этапе, ввиду того,

что масса машины достигла максимально приемлемых значений, реализуется комплексный принцип защищенности [4], включающий в себя: скрытность, срыв наведения и увод боеприпаса, уничтожение на подлете и, наконец, пассивную защиту. При этом акцент смещен в сторону первых трех составляющих. Здесь, как в отечественных разработках “Штора”, так и в зарубежных наблюдается непрерывный прогресс. Несмотря на большое количество разработок по всеракурсной защите машин в горизонтальной плоскости, верхняя полусфера остается наименее защищенной. Наличие касетных боеприпасов, как артиллерийских, так и авиационных [5] в еще большей степени делает актуальной задачу защиты от поражающих элементов из верхней полусферы.

Современная структура элементов ОБТТ отечественной разработки, обеспечивающая его защищенность, представлена на рис. 2.

ЗАЩИЩЕННОСТЬ			
<i>Пассивная защита</i>	<i>Динамическая защита</i>	<i>Система коллективной защиты от ОМП</i>	<i>Система противодействия</i>
<i>Постоянная защита</i>			<i>Дымовая (гранаты, завеса)</i>
<i>Модульная – съёмная защита</i>			<i>Оптоэлектронная</i>
			<i>Радиотехническая</i>

Рис. 2. Элементы ОБТТ, обеспечивающие защищенность

Большое количество работ, поток которых не прекращается, посвящен повышению подвижности ОБТТ, причем как традиционных гусеничных, так и колесных. Успешное решение задач подвижности современных гусеничных и колесных машин осуществляют ГП “ХКБМ” им А.А. Морозова, НТУ “ХПИ”, традиционно этими задачами занимаются ученые и специалисты МГТУ им. Н.Э. Баумана, Академия БТВ, ВНИИТрансмаш. Широко известны труды в этой области отечественных и зарубежных ученых Б.А. Абрамова, П.П. Исакова, Е.Е. Александрова, M.G. Bekker, J.Y. Wong и других. Практически все доступные публикации в области подвижности связаны с исследованием различных условий движения, а работ, посвященных обеспечению полного использования показателей подвижности, заложенных в конструкцию машины практически не обнаружено.

Подвижность на пересеченной местности ограничена конструкцией подвески. Одна из последних разработок в этой области – активная система поддрессоривания с электронным управлением [6] ECASS (Electronically Controlled Active Suspension System). При использовании на колесных машинах ECASS устанавливается вместо традиционного гидравлического амортизатора. Система ECASS обеспечивает близкое к постоянному положению корпуса машины, регулируя его вертикальные перемещения в зависимости от дорожных условий. Она комбинирует сглаживание ударов и управление креном корпуса, его горизонтальным перемещением и поворотом. При резком повороте ECASS понижает центр тяжести машины, уменьшая опрокидывающий момент.

В основе системы лежит система датчиков перемещения корпуса и расчета его оптимального положения. Датчики перемещения и ускорения расположены на корпусе возле каждого колеса, а датчики продольных и поперечных ускорений – возле центра масс.

Взаимосвязь показателей подвижности приведена на рис. 3.

### Транспортне машинобудування

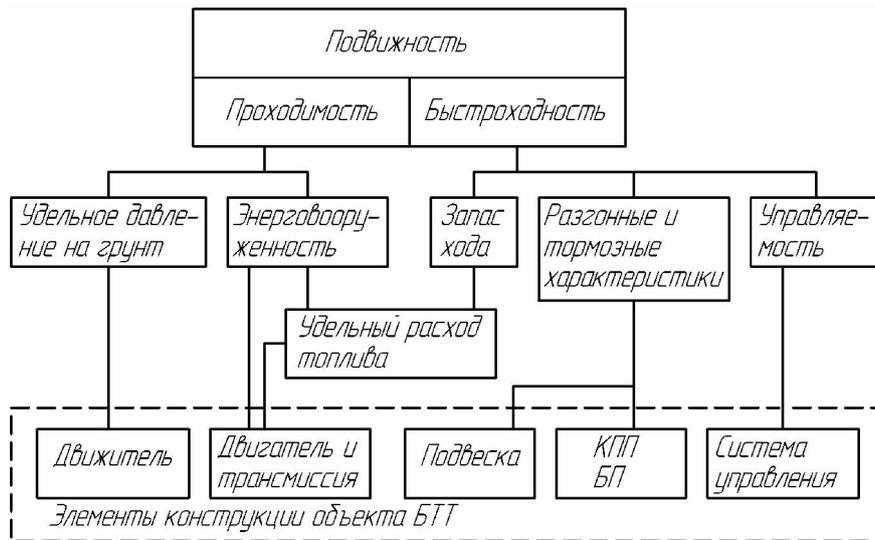


Рис. 3. Взаимосвязь показателей подвижности ОБТТ

ECASS устанавливается и на гусеничные платформы, что существенно повышает подвижность. Кроме этого, такая подвеска повышает точность стрельбы. Большая подвижность на пересеченной местности обеспечивает повышенную живучесть. Таким образом, электронная система управления подвеской повышает все основные свойства ОБТТ.

Следует подчеркнуть, что несмотря на начало разработки SEP систем в Великобритании и Швеции в середине 90-х годов и анонсирование создания и модернизации машин с этими системами [7, 8], методы решения задач определения номенклатуры операций и функций SEP системы в доступных источниках не обнаружено. В тоже время в ряде публикаций декларативного характера [7] анонсируется существенное повышение подвижности танка M1A2 SEP, в частности – увеличение скорости передвижения на марше.

Таким образом, можно заключить, что в системах повышения качества платформы используется концептуально новый принцип управления подвеской, который в отличие от применявшегося до него, предполагавшего демпфирование элементами подвески колебаний корпуса, вызванных дорожными условиями, основывается на принципе стабильности положения корпуса при реакции элементов подвески на неровности.

Отечественные машины разрабатывались и созданы по прежней концепции управления подвеской, не имеют системы датчиков. Поэтому для них разработка системы, аналогичной ECASS представляется проблематичной. Тем не менее, задача повышения подвижности за счет полного использования заложенных характеристик актуальны и для них. По-видимому, такая задача должна быть решена в первую очередь для наиболее частого используемого движения – поворота на основе моделирования управляющих воздействий и соответствующего им движения машины.

Свойство командной управляемости возникло в связи с концепцией сетецентрических войн, одним из компонентов которой является цифровое поле боя. Такая система получила название FCS (Future Combat System). В соответствии с представлениями FCS уже недостаточно иметь тот или иной ОБТТ, их номенклатуру или количество. Каждый из них должен быть интегрирован в FCS и в этом смысле SEP система является также элементом такой интеграции. Тем не менее, концепции и технические реализации такой системы пока не прошли практической проверки, ввиду отсутствия адекватного противника.

### Транспортне машинобудування

Целью функционально-структурного синтеза ОБТТ является создание системы, обладающей наперед заданными свойствами функционирования во всей совокупности внешних и внутренних условий. Такие системы, которые максимально повышают действительные показатели огневой мощи, защищенности, подвижности, и командной управляемости получили название SEP (Systems Enhancement Package) – системы повышения качества платформы.

Каждый компонент человекоуправляемой системы типа ОБТТ представляет собой сложную техническую систему и поэтому определяет относительно самостоятельный предмет исследования.

В общем случае можно выделить девять основных этапов процедуры синтеза функций и структуры человекоуправляемой системы. Эти этапы представлены на рис. 4.

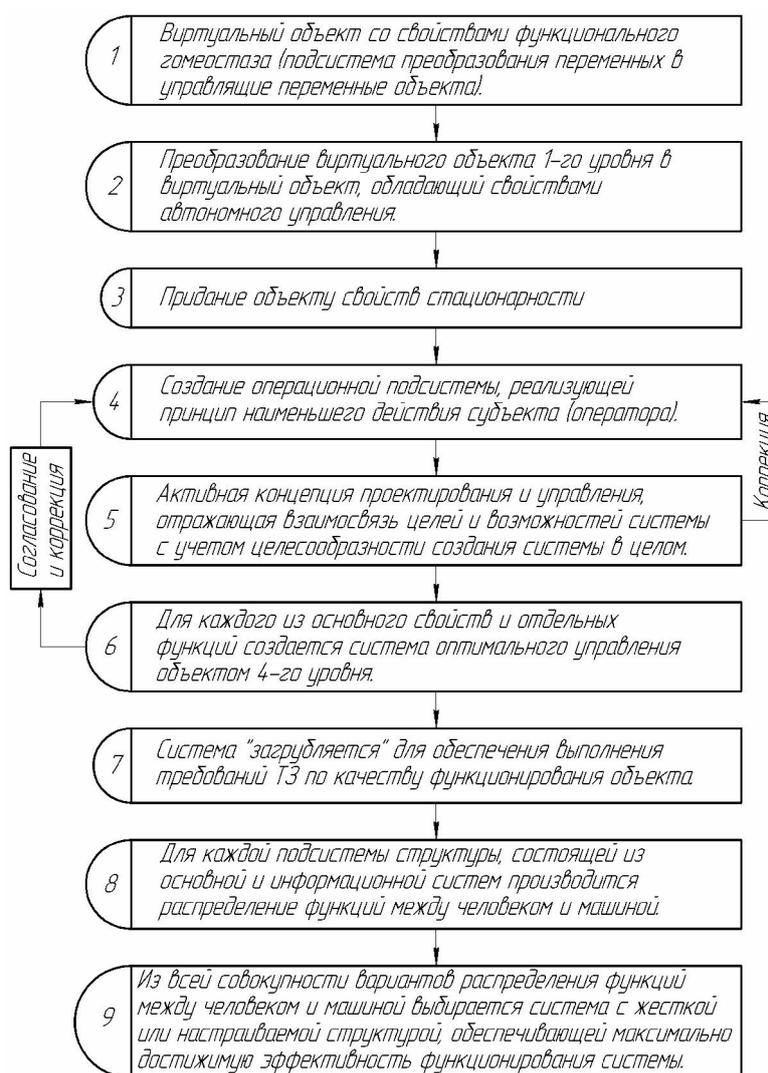


Рис. 4. Основные этапы функционально-структурного синтеза человекоуправляемой системы

В практике проектирования до настоящего времени зачастую ограничиваются статическими расчетами и ускоренными стендовыми испытаниями. При этом, не в полной мере учитываются динамические свойства машин, параметры стохастических внешних воздействий, характерных для условий реальной эксплуатации. Все это может в дальнейшем приводить к принципиальным ошибкам. Как известно [1], недостатки конструкции, заложенные на этапе проектирования достаточно сложно ликвидировать

в дальнейшем. При этом возрастают затраты, увеличиваются сроки серийного производства, снижаются (или не достигаются вовсе) показатели ТТХ машины.

Какой бы ни была система, автоматической, автоматизированной или эргатической, всегда найдется такая человекоуправляемая система, в состав которой данная система входит в качестве одной из ее подсистем. Поэтому, строго говоря, исходная задача состоит в распределении функций между оператором и автоматическими или полуавтоматическими системами [9, 10]. Анализ осуществленных систем подобного рода [11] приводит к выводу о том, что автоматическая или эргатическая система в свою очередь входит в качестве подсистемы в, по крайней мере, две системы иерархически более высокого по отношению к ней уровня: систему управления и систему проектирования объекта [12].

Следует особо подчеркнуть, что представленная формализованная процедура этапов синтеза является неким идеальным обобщением такого рода процесса [11, 12] применительно к вновь создаваемой, новой технической системе. С учетом этого, представляется принципиально важным понимание того факта, что объекты бронетехники изначально создавались без применения системного подхода и методов эргономического проектирования. При этом они достаточно успешно функционировали до определенного этапа, при котором рост количества функций, качественные изменения, увеличение количества информации и главное – повышение требований к эффективности применения, привели к необходимости передачи ряда важных функций SEP системе.

Для формирования множества функциональных поведений системы, инвариантных к действию возмущения применяется метод нелинейной интегральной инвариантности [13]. Методы L – функций необходимо применить для оценки степени “грубости”, согласно седьмому этапу синтеза человекоуправляемых систем (рис. 4).

Также очевидным является тот факт, что начальными требованиями к SEP системе является эффективность функционирования (рис. 4, 9-й этап) с последующим распределением функций между членами экипажа, реализующими основные функции ОБТТ (рис. 4, уровни 4,5,6) с последующей проверкой соответствия требованиям ТТЗ (уровень 7) по подсистемам и эффективности функционирования объекта в целом.

Выводы:

1. Функционально-структурный синтез человекоуправляемой системы позволяет определять элементы SEP системы для повышения характеристик ОБТТ до уровня заложенного конструкцией машины, как при создании новых ОБТТ, так и при модернизации ранее выпускавшихся образцов.

2. Формализованные этапы синтеза для модернизации ранее выпускавшихся ОБТТ следует осуществлять, начиная с определения требуемого уровня эффективности функционирования модернизируемого образца с последующими испытаниями на предмет соответствия ожидаемых показателей характеристик, полученным при испытаниях.

**Литература:** 1. Анипко О.Б., Борисюк М.Д., Бусяк Ю.М. Концептуальное проектирование объектов бронетанковой техники. – Харьков: НТУ “ХПИ”, 2008. – 196 с. 2. Решетило В.И., Илларионов А.Н., Заозерский В.В., Веретенников А.И. Актуальность создания современных панорамных прицельных комплексов командира в Украине // *Механіка та машинобудування*. – 2009. – №2 – С. 87-95. 3. Российские танки беззащитны перед снарядами НАТО. Электронный ресурс: режим доступа <http://warfiles.ru/show-43260-rossiyskie-tanki-bezzaschitny-pered-snaryadami-nato.html>. 4. Анипко О.Б., Богуслаев В.А, Бусяк Ю.М. Защищенность - как комплексное свойство объекта вооружения // *Defense Express*. – 2013. – №11 – С. 26-31. 5. Кассетная погибель. Электронный ресурс: режим доступа <http://rnns.ru/102592-kasselnaya-pogibel.html>. 6. ECASS повышает подвижность бронетехники. // *Army Guide* №8 (11), 2005. – С. 6-7. 7. США продолжает модернизировать свою бронетехнику // *Army Guide* №10 (37), 2007, – С. 1-2.

8. Броня против новых угроз // *Army Guide №10 (37)*, 2007. – С. 13- 19. 9. Павлов В.В. Начало теории эргатических систем. – Киев: *Наук. думка*, 1975. – 239с. 10. Состояние и тенденции развития эргономики. По зарубежным материалам: Обзор. – М.: ВНИИТЭ, 1982. – 147 с. 11. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973. – 344 с. 12. Заракровский Г.М., Павлов В.В. Закономерности функционирования эргатических систем – М.: Радио и связь, 1987. – 231 с. 13. Павлов В.В. Инвариантность и автономность нелинейных систем управления. – Киев: *Наук. думка*, 1971. – 271 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. Anipko O.B., Borisyuk M.D., Busyak Yu.M. *Kontseptualnoe proektirovanie ob'ektov bronetankovoy tehniki.* – Harkov: NTU “HPI”, 2008. – 196 s. 2. Reshetilo V.I., Illarionov A.N., Zaozerskiy V.V., Veretennikov A.I. *Aktualnost sozdaniya sovremennyih panoramnyih pritselnyih kompleksov komandira v Ukraine // Mehanika ta mashinobudivannya.* – 2009. – №2 – S. 87 – 95. 3. *Rossiyskie tanki bezzaschitnyi pered snaryadami NATO. Elektronnyiy resurs: rezhim dostupa <http://warfiles.ru/show-43260-rossiyskie-tanki-bezzaschitny-pered-snaryadami-nato.html>.* 4. Anipko O.B., Boguslaev V.A., Busyak Yu.M. *Zaschischennost - kak kompleksnoe svoystvo ob'ekta vooruzheniya // Defense Express.* – 2013. – №11 – S. 26-31. 5. *Kassetnaya pogibel. Elektronnyiy resurs: rezhim dostupa <http://rnns.ru/102592-kassetnaya-pogibel.html>.* 6. *ECASS povyishaet podvizhnost bronetehniki. // Army Guide №8 (11)*, 2005. – S. 6-7. 7. *SShA prodolzhaet modernizirovat svoyu bronetehniku // Army Guide №10 (37)*, 2007, – S. 1-2. 8. *Bronya protiv novyih ugroz // Army Guide №10 (37)*, 2007. – S. 13-19. 9. *Pavlov V.V. Nachalo teorii ergaticheskikh sistem.* – Kiev: *Nauk. dumka*, 1975. – 239 s. 10. *Sostoyanie i tendentsii razvitiya ergonomiki. Po zarubezhnyim materialami: Obzor.* – М.: VNIITE, 1982. – 147 s. 11. *Mesarovich M., Mako D., Takahara I. Teoriya ierarhicheskikh mnogourovnevnyih sistem.* – М.: *Mir*, 1973. – 344 s. 12. *Zarakovskiy G.M., Pavlov V.V. Zakonomernosti funktsionirovaniya ergaticheskikh sistem* – М.: *Radio i svyaz*, 1987. – 231 s. 13. *Pavlov V.V. Invariantnost i avtonomnost nelineynyih sistem upravleniya.* – Kiev: *Nauk. dumka*, 1971. – 271 s.

Волосніков С.О.

#### ОСНОВНІ ЕТАПИ СИНТЕЗУ SEP СИСТЕМИ ТА ЇЇ КОМПОНЕНТИ ОСНОВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОБТТ

Використання функціонально - структурного синтезу складної людино керованої системи типу ОБТТ дозволяє визначати елементи SEP системи, які максимально підвищують дійсні показники вогневої потужності, захищеності, рухливості та командної керованості до рівня закладеного конструкцією машини

Волосников С.А.

#### ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СИНТЕЗА SEP СИСТЕМЫ И ЕЕ КОМПОНЕНТЫ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ОБТТ

Использование функционально-структурного синтеза сложной человекоуправляемой системы типа ОБТТ позволяет определять элементы SEP системы, которые максимально повышают действительные показатели огневой мощи, защищенности, подвижности и командной управляемости до уровня заложенного конструкцией машины

Volosnikov S.A.

#### PRINCIPLE STAGES OF SYNTHESIZING THE SEP SYSTEM AND ITS COMPONENTS FOR MBT BASIC PROPERTIES

Using of functional - structural synthesis for complicated manned system of MBT type permits the definition of SEP system elements, which maximize the actual indices of fire power, protectability, movability and command controllability up to the level inherent in the vehicle design.