

ОБЗОР РАЗРАБОТОК АВТОМОБИЛЬНОЙ И БРОНЕТАНКОВОЙ ТЕХНИКИ СУХОПУТНЫХ ВОЙСК В США МОДУЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ: ТИПЫ МОДУЛЬНЫХ МАШИН, ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

Д.Б. Изюмов, нач. отд. ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, izyumov@extech.ru

В статье рассмотрены попытки создания семейств модульной автомобильной и бронетанковой техники на унифицированных шасси в США. Приведены некоторые примеры американских разработок, представлена система классификации модульной сухопутной техники, принятой в Соединенных Штатах, а также результаты анализа достоинств и недостатков модульных транспортных и боевых машин.

Ключевые слова: вооруженные силы США, сухопутные войска, научно-исследовательские организации МО США, модульная военная автомобильная и бронетанковая техника.

AN OVERVIEW OF THE DEVELOPMENT OF AUTOMOTIVE AND ARMORED VEHICLES, US ARMY MODULAR DESIGN: MODULAR MACHINES, ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

D.B. Izyumov, Head of Department, SRI FRCEC, izyumov@extech.ru

The article deals with the attempts to create families of modular automotive and armored vehicles on a unified chassis in the United States. The Article gives some examples of American product classification system of a modular land-based units adopted in the United States, as well as the results of the analysis of the advantages and disadvantages of modular transport and combat vehicles.

Keywords: U.S. Armed Forces, U.S. Army, research organizations of the U.S. Department of Defense, modular military automotive and armored vehicles.

Список сокращений:

ББМ – боевая бронированная машина;
БМ – боевая машина;
БМП – боевая машина пехоты;
БМТВ – боевая машина с тяжелым вооружением;
БРМ – боевая разведывательная машина;
БРЭМ – бронированная ремонтно-эвакуационная машина;
БТР – бронетранспортер;
БТТ – бронетанковая техника;
ВАТ – военная автомобильная техника;
ВС – вооруженные силы;
ЖЦ – жизненный цикл;
ЗИП – запасные части, инструменты, принадлежности;
ИМР – инженерная машина разграждения;
МО – министерство обороны;
НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы;
НИЦ БТТ СВ США – научно-исследовательский центр бронетанковой техники сухопутных войск США (U.S. Army Tank Automotive Research, Development and Engineering Center – TARDEC);

ОБТ — основной боевой танк;
РХБ — радиационный, химический и биологический;
САУ — самоходная артиллерийская установка;
СВ — сухопутные войска;
ТО — техническое обслуживание.

Введение

Понятие модульной машины может охватывать широкий спектр конструкторских решений, направленных на достижение различных результатов. С одной стороны, целью внедрения модульности является снижение затрат за счет использования общих элементов (агрегатов и узлов) в конструкциях машин различного назначения или семейства на едином базовом шасси. С другой стороны, в настоящее время внутри семейства модульных транспортных и боевых средств можно достичь такого уровня реконфигурации модулей, что их можно будет заменить в полевых условиях в зависимости от обстановки и решаемых задач. Так, модульность способствует обеспечению ряда преимуществ: от уменьшения затрат на жизненный цикл (ЖЦ) семейства машин благодаря общим элементам конструкции до лучшей эксплуатационной гибкости.

Реализация модульного принципа в конструкциях военных машин, как правило, считается положительным свойством, которое способствует экономии средств на производстве и эксплуатации. Она способствует приспособляемости под различные условия применения техники, гибкости использования и экономии средств при ее переброске. Модульность, ее преимущества и недостатки исследуется, начиная со времен Второй мировой войны. Согласно классификации, разработанной в научно-исследовательском центре бронетанковой техники сухопутных войск США (НИЦ БТТ СВ США) (U.S. Army Tank Automotive Research, Development and Engineering Center — TARDEC), модульность боевых и транспортных средств подразделяется на несколько видов: горизонтальную, вертикальную и распределенную. Наибольшее число разрабатываемых машин представляют семейства с горизонтальной модульностью, например программа 1980-ых годов по созданию «Семейства бронированных машин» (Armored Family of Vehicles — AFV). В результате изучения модульности появились различные подходы к исследованию данного явления, проектированию и разработке, оценке экономической эффективности в течение всего ЖЦ.

Модульность по многим своим качествам родственна унификации, наличие которой принято считать желательной в ходе эксплуатации разномарочной сухопутной техники. Модульность и унификация способствуют лучшей адаптации к различным условиям ее применения, что непосредственно влияет на качество решения поставленных ВС задач. Так, начальник штаба СВ США Р. Одиерно в 2011 г. заявил, что сухопутные войска должны стать более гибкими и приспособляемыми, для того чтобы своевременно реагировать на различные возникающие угрозы [1].

Адаптация применяемой техники к различным вызовам и угрозам осуществляется за счет реконфигурации (замены или добавления) различных функциональных модулей, модуля управления или базового шасси. Экономия средств, на которую во многом направлено внедрение модульности соотносится с инициативой Министерства обороны США «Улучшение покупательной способности» (Better Buying Power — BVP) [2]. Дополнительным подтверждением планов руководства СВ США развивать данное направление является включение в программы развития вооружения, военной и специальной техники МО США разделов, посвященных модульным системам.

Обзор американских разработок модульной автомобильной и бронетанковой техники.

Основные типы модульности

У многих конструкторов, разрабатывавших первые концептуальные схемы модульных машин, было представление, что модульность, реализуется в семействах машин в виде различных функциональных модулей, монтируемых на унифицированном шасси. Данный вид

модульности определяется в США как горизонтальная. Развивая данное направление, американские исследователи стали выделять новые виды модульности, которые также направлены на реконфигурацию боевых и транспортных машин.

Модульные машины можно считать противоположностью уникальных, разрабатывающихся для решения определенной задачи. Промежуточным звеном между уникальной и модульной машинами являются унифицированные машины, в конструкции которых имеются общие узлы и агрегаты (данные машины могут не относиться к одному семейству и выпускаться разными производителями). В США изучение унификации между образцами военной техники осуществляла корпорация RAND при финансовой поддержке Центра по интеграции сил и средств СВ США (Army Capabilities Integration Center – ARCIC) [3]. Исследователи корпорации пришли к выводу, что унификация является желательной, она может увеличить эксплуатационную гибкость, уменьшить количество закупаемых деталей, улучшить материально-техническое обеспечение и облегчить обучение личного состава. Однако унификация способна ограничить вариативность конструкторских решений и, следовательно, способствовать увеличению расходов на производство и эксплуатацию в связи с чрезмерной функциональностью того или иного агрегата машины. То есть положительные эффекты унификации могут быть компенсированы негативными.

Подобные исследования проводились многими научными оборонными организациями США и в области модульных транспортных средств с целью выявления их преимуществ и недостатков. Схемы модульных конструкций машин достаточно подробно были исследованы во многих работах НИЦ БТТ СВ США. Их результаты в 1990-х годах легли в основу работ по программе «Боевая система будущего» (Future Combat Systems–FCS).

В ходе проведения масштабных исследований, посвященных унификации и модульности, в США была сформирована система классификации типов модульности. Например, вертикальная и горизонтальная определяются ориентацией сопрягаемых модулей и шасси в пространстве, а в распределенной модуль объединен с базовым шасси (машиной управления) единой информационной сетью (рис. 1).



Рис. 1. Схема компоновки различных вариантов модульных машин

Горизонтальная модульность

В настоящее время примерами реализации принципа горизонтальной модульности в конструкциях машин являются семейства транспортных или боевых средств с унифицированным под различные функциональные модули шасси. На едином базовом шасси устанавливается силовая установка, трансмиссия, подвеска, движитель, отделение управления, а также устройства для установки сверху функциональных модулей. Впервые этот тип модульности был использован во время Второй мировой войны, когда шасси основного боевого танка (ОБТ) М4 «Шерман» было использовано в качестве базового для самоходной артиллерийской установки (САУ) и истребителя танков, а также других гусеничных боевых бронированных машин (ББМ). Другим примером можно считать ОБТ М60 и монтируемые на его шасси артиллерийские системы М107, М108, М109 и М110. Однако в приведенных примерах различные варианты ББМ можно получить только в производственных условиях, а возможность замены функционального модуля в полевых условиях отсутствует. Вероятно, двумя наиболее амбициозными проектами являются программы разработки семейств ББМ – «Семейство боевых бронированных машин» (Armored Family of Vehicles – AFV) 1980-х годов и программа «Боевая система будущего» 2000-х годов. Основной задачей программ являлось создание семейства машин, у которых функциональный модуль мог быть заменен в кратчайшие сроки в полевых условиях.

В рамках программы создания семейства ББМ AFV предполагался выпуск нескольких различных шасси, унифицированных между собой и модулей различного назначения. Основными положительными эффектами должны были стать снижение затрат на производство и ЖЦ в сочетании с заданной эффективностью, живучестью и рентабельностью. В отчетах различных научно-исследовательских организаций МО США, посвященных обоснованию проведения работ по программе AFV указывалось, что использование общего шасси и общих узлов и агрегатов позволит снизить будущие оперативные и эксплуатационные затраты (Operations and Support – O&S).

Первоначально предполагалось создание 29-ти различных функциональных модулей, которые должны были устанавливаться на четырех шасси различной грузоподъемности. Однако из-за высокой стоимости разработки большого количества машин их число было сокращено до четырех на тяжелом шасси и двух на шасси средней категории по массе¹. Четыре варианта машин на тяжелом шасси состояло из основного боевого танка Блок III, боевой машины пехоты (БМП), самоходной артиллерийской установки и инженерной машины разграбления (ИМР) (рис. 2). Предполагалось, что оба шасси будут иметь максимально возможное количество общих узлов и агрегатов, таких как двигатель, трансмиссия, подвеска, броневая защита, гусеничный движитель и отделение управления. Разработке ОБТ был дан самый высокий приоритет. Данные работы проводились в рамках новой «Программы модернизации бронетанковых войск» (Heavy Force Modernization Program – HFM).

В 1991 г. Главное контрольно-финансовое управление при Конгрессе США (General Accounting Office – GAO) провело проверку целесообразности финансирования проводимых работ. В докладе Управления утверждалось, что руководство МО США в качестве основной причины обоснования начала работ по программе рассматривало угрозу со стороны России, в то время как в 90-е годы вероятность ее возникновения стала минимальной. В связи с этим, а также с высокой стоимостью программы (59 млрд долл.) в период уменьшения оборонных расходов, Управление предложило сопоставить угрозы с затратами, прежде чем приступить к дальнейшим работам. В итоге проект создания семейства ББМ не был реализован, однако вариант САУ сохранился, и до сих пор проходит в документах по планированию как перспективная разработка (например, проект ХМ2001 «Крусейдер»).

¹ Программа модернизации бронированных машин 2013 (Armored System Modernization Program 2013).



Рис. 2. Семейство боевых бронированных машин (Armored Family of Vehicles – AFV)

Программа «Боевая система будущего» (Future Combat Systems)

Программа по созданию семейства ББМ «Боевой системы будущего» имеет много общего с проектом разработки семейства ББМ AFV. Целью проведения работ являлась замена тяжелых гусеничных машин СВ США, разработанных в 1960-х и 1970-х годах более легкими и подвижными ББМ на едином шасси (рис. 3). Семейство должно было состоять из восьми гусеничных машин, функциональные модули которых имели возможность устанавливаться и заменяться на базовом шасси за короткое время в полевых условиях. Планировалось разработать следующие варианты машин: боевую машину с тяжелым вооружением (БМТВ), боевую разведывательную машину (БРМ), САУ, самоходный миномет, боевая ремонтно-эвакуационная машина (БРЭМ), БМП, командно-штабную машину (КШМ) и медико-эвакуационную машину. Базовое шасси включало отделение управления, силовую установку, электрические и электронные системы, подвеску, движитель и другие системы. Данные машины в зарубежных СМИ преподносили как революционный прорыв в унификации, модульности, материально-техническом обеспечении, производстве и применении информационных технологий. По состоянию на 2009 г. было осуществлено более 70 % от запланированных по программе работ.

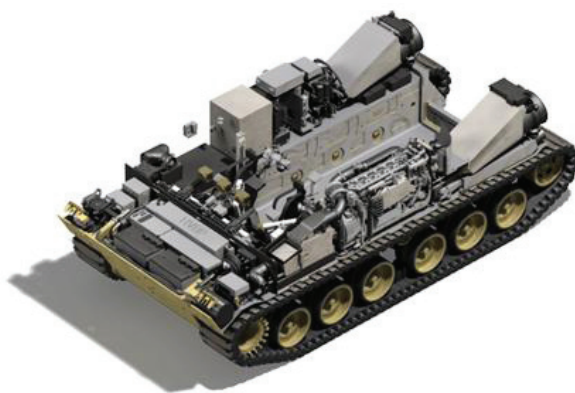


Рис. 3. Базовое шасси семейства ББМ программы «Боевая система будущего»

Согласно заявлениям представителей корпорации RAND, проект FCS был самым большим и амбициозным проектом программы приобретения в истории СВ США. Тем не менее, в апреле 2009 г. министр обороны США Р. Гейтс отменил большую часть программы. Причины отказа от части проекта были обоснованы в докладах корпорации RAND и Главного контрольно-финансового управления США (GAO). В перечне обоснований указывались увеличение массы с первоначально заявленных 19 до 30 тонн, в связи с изменением требований, предъявляемых руководством МО США к базовому шасси, увеличение числа базовых шасси до трех различных по массогабаритным показателям, а также очень большие затраты². К настоящему времени все работы по проекту приостановлены [4].

Как можно увидеть на примере двух проектов создания семейств ББМ на унифицированном шасси, причины прекращения работ напрямую не были связаны с фактом применения модульности в конструкциях семейств ББМ.

В настоящее время данное конструкторское направление было реализовано в проектах создания семейств на базе состоящих на вооружении машин. Семейства на едином шасси были созданы на базе БМП «Бредли», ОБТ «Абрамс», ББМ «Страйкер» и других. В приведенных примерах создание семейства машин не было запланировано с самого начала, а исходный вариант ББМ был единственным в своем роде – спроектирован и построен для решения конкретных задач. Позже оригинальное шасси машины начинали использовать для создания других вариантов ББМ. Подобная схема имеет свои преимущества в связи более низкой начальной стоимостью НИОКР. Это объясняется тем, что при разработке проще соблюсти требования, предъявляемые к машине, разрабатываемой для решения определенных задач, нежели когда создается базовое шасси семейства машин, которое должно соответствовать более широкому перечню требований. С другой стороны, оригинальное шасси может не соответствовать требованиям, предъявляемым к разрабатываемой позже на ее базе машине, но в таком случае можно заранее отказаться от создания определенного типа ББМ на этом шасси. Более детально рассмотрим семейство машин, созданных на базе шасси существующей ББМ «Страйкер».

Семейство боевых бронированных машин «Страйкер»

ББМ «Страйкер» (рис. 4) была разработана и принята на вооружение с целью заполнения ниши между тяжелыми машинами ОБТ М1 «Абрамс», БМП «Бредли» и легкобронированным многоцелевым автомобилем повышенной проходимости «Хаммер» (HMMWV). ББМ «Страйкер» должна была сочетать подвижность «Хаммера» с огневой мощностью БМП и ОБТ. «Страйкер» представляет собой 8-колесную машину, которая была разработана и производится фирмой «Дженерал Дайнемикс Лэнд Системз». Позднее на шасси ББМ был создан ряд машин различного назначения, которые с 2005 г. поставляются на вооружение СВ США. Данные машины имеют общие силовую установку, трансмиссию, гидравлику, колеса, шины, дифференциалы, раздаточную коробку и другие узлы и агрегаты. Семейство ББМ представлено БТР, БМП, БРМ, БМТВ, самоходной минометной установкой, КШМ, боевой машиной огневой поддержки, инженерной машиной, санитарной машиной, БМ с противотанковой ракетной установкой и машиной РХБ разведки. Однако, по формальным признакам ББМ «Страйкер» будем считать примером максимальной унификации, так как у разных по назначению машин много общих узлов и агрегатов, а возможности переоборудования, например БМП в БМТВ в полевых условиях за короткий промежуток времени нет [5].

В данном виде модульных машин (рис. 5) составные части соединяются воедино шарнирно (сочленяются) или жестко стыкуются друг с другом. Два модуля, как правило, имеют

² Полная стоимость разработки и производства техники по программе «Боевая система будущего» превышала 300 млрд долл., из которых 125 млрд планировалось потратить на НИОКР. По данным Центра стратегического и бюджетного анализа (Center for Strategic and Budgetary Assessments – CSBA) на момент прекращения работ было израсходовано свыше 18 млрд долл.

разное назначение, один из них может быть предназначен для размещения экипажа, а другой иметь силовую установку, вооружение или специальное оборудование. Отдельные блоки могут быть как независимыми, так и зависимыми.

В рамках программы создания семейства ББМ (Armored Family of Vehicles) 1980-х годов, также проводились исследования сочлененных машин в рамках которого два сочлененных образца бронетехники рассматривались в качестве замены ОБТ М1 «Абрамс». Часть программы была нацелена на создание машины, состоящей из отдельных частей и меньшей массой по сравнению с ОБТ «Абрамс». Каждая часть должна была быть легче 40 тонн. Модульные элементы могли быть соединены в различные по массе и назначению машины. Например, 20-тонный блок и 30-тонный могли быть использованы по отдельности или в паре, обеспечивая возможность иметь на вооружении 20-, 30-, 40-, 50-, или 60-тонные машины.



Рис. 4. Боевая бронированная машина «Страйкер» (США)



Рис. 5. Семейство сочлененных ББМ (Armored Family of Vehicles)

В исходном варианте две части могут быть соединены жесткой или гибкой сцепкой с каналом связи. Предполагалось, что каждая часть будет иметь независимый силовой привод. Передняя машина может быть оснащена пушкой, а внутри размещаться боеприпасы. Во второй машине размещается экипаж, устанавливается дополнительное вооружение, система управления огнем, а также оборудование управления и связи. Данная компоновка

позволяет улучшить живучесть: задняя машина с экипажным отделением защищена передней от огня противника или мин. Также экипажное отделение расположено в одной машине, боекомплект в другой. Если передняя машина будет выведена из строя, то задняя может отсоединиться и вернуться на базу. Однако общая длина сочлененной машины больше, несмотря на то, что каждая часть короче, а само сочлененное транспортное средство меньше по массе, чем ОБТ М1 «Абрамс». Меньшая масса может повлиять на снижение требований к мощности силовой установки, движителю, подвеске и т.д. Таким образом, будет достигнуто несколько положительных эффектов: снижение давления на грунт, сочлененные части способны толкать или вытягивать друг друга, появляется возможность преодоления мостов и мостовых конструкций с малой допустимой нагрузкой, а также облегчается эвакуация подбитой техники.

Боевая машина ХМ-808 «Твистер» (Twister)

В 1960 г. в НИЦ БТТ СВ США разработали концептуальную модель боевой машины с применением вертикальной модульности – «Твистер» (Twister) (рис. 6), которая была построена компанией «Локхид Мисайлс энд Спэйс Корпорейшн» (Lockheed Missiles and Space Corporation).

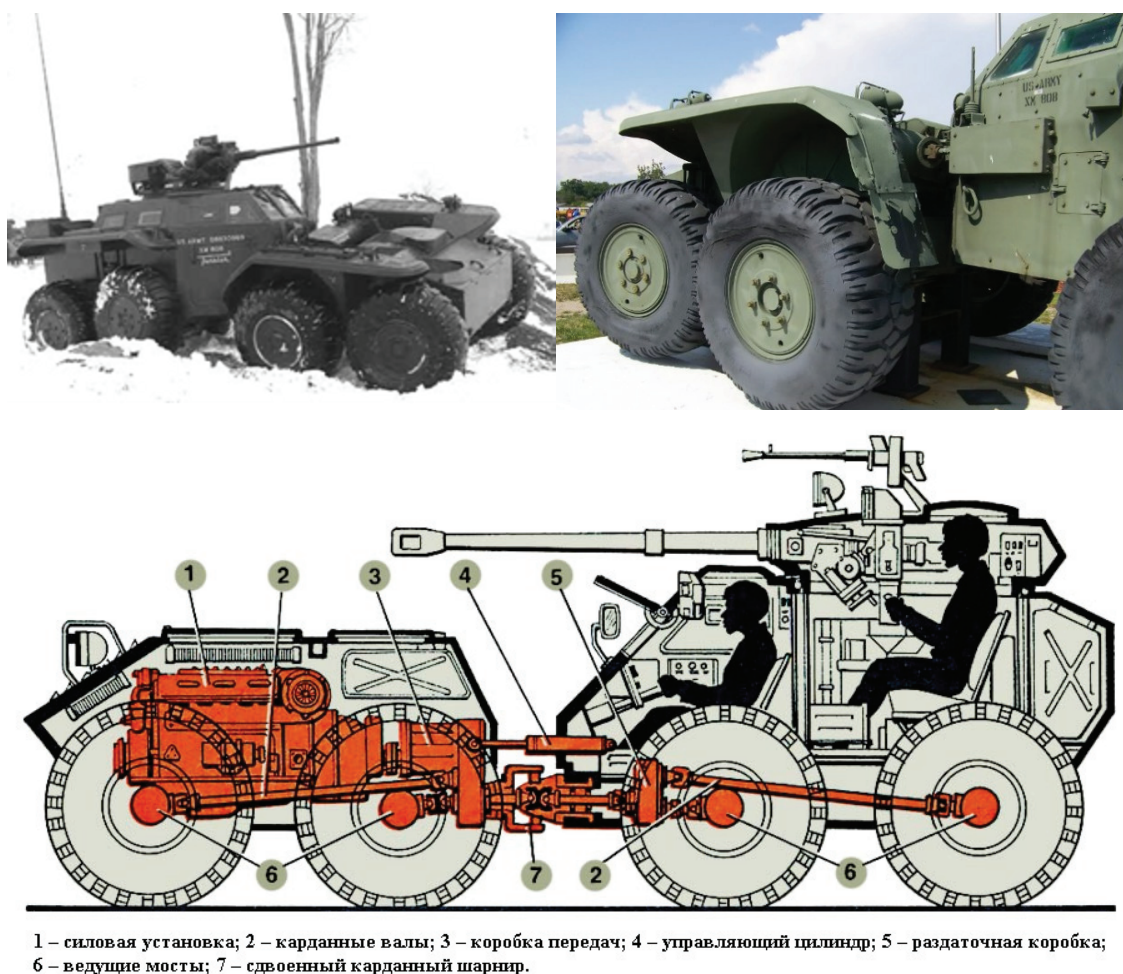


Рис. 6. Концептуальная модель БМ ХМ-808 «Твистер»

Каждый блок имел четыре колеса и собственную силовую установку. Экипажное отделение располагалось во второй по ходу движения части. Машина была оснащена уникальной поворотной крестовиной с осевым шарниром между двумя секциями, которая обеспечивала свободное вращение частей, что позволяло машине преодолевать стенку высотой около одного метра. Привод колес задней машины осуществлялся парно по сторонам, конструкция оснащалась поддрессоренными шагающими балками, что позволяло достичь величины клиренса около 70 см. Другими новшествами были радиальные шины низкого давления с внутренним кордом и дисковые тормоза, что было примером внедрения передовых технологий. Машина была способна передвигаться по пересеченной местности с рекордной скоростью — 105 км/ч. Тем не менее, данная машина так и осталась на стадии прототипа из-за сложности ее производства, неудобного экипажного отделения и преданности традициям в машиностроении.

В 1970-х годах в НИЦ БТТ СВ США были продолжены работы по разработке сочлененных машин с применением вертикальной модульности. Основной целью исследований была не столько сама модульность, сколько разработка машины, обладающей лучшей проходимостью и подвижностью. Так, два БТР М113 (рис. 7) были сочленены посредством шарнирного соединения, изобретенного специалистами Центра. Сочлененный БТР показал хорошие результаты по проходимости и преодолению препятствий. Так, благодаря двум гидравлическим цилиндрам и уникальной конструкции шарнирного соединения, установленным между 2-мя БТР, сочлененные М113 могут преодолеть препятствие высотой не 45 см (преодолеваемая стенка одним БТР М113), а 150 см. Также, двухзвенный БТР мог преодолевать ров шириной до 3 метров, подниматься на возвышенности с углом наклона 60 градусов, был плавающим и имел общее управление из одной из машин.



Рис. 7. Бронетранспортер М113 СВ США

Перспективное семейство тактических автомобилей (Joint Tactical Transport System – JTTS)

В настоящее время исследователи НИЦ БТТ СВ США участвуют в разработке концепции модульного тактического автомобиля, известного как семейство тактических автомобилей. Проводятся исследования, направленные на создание семейства тяжелых тактических автомобилей, у которых помимо функционального модуля может изменяться длина базового шасси и колесная формула — от 6×6 в 8×8 и до 10×10 в полевых условиях путем добавления дополнительной пары колес, осей и сопутствующего оборудования (рис. 8) [6].

Использование уникального модульного принципа осуществляется за счет применения дополнительных двигателей на каждом колесе, объединяющихся в единый силовой контур. Как видно на рисунке, в данной системе планируется применить модульность трех видов —

горизонтальную, вертикальную и распределенную (использование безэкипажных платформ). Если программа JTTS будет реализована, то появится восемь модификаций автомобилей, а также 12 различных шасси, которые будут представлять собой единое семейство модульных автомобилей.

В этом виде модульности функции распределены между различными машинами, соединенными в единую сеть посредством средств связи (см. рис. 1). Некоторые из единиц техники, как правило, безэкипажные, что обеспечивает повышение живучести передвигающимся колоннам автомобилей. Безэкипажные машины требуют меньше броневой защиты, что будет способствовать повышению подвижности и грузоподъемности.



Рис. 8. Концептуальная модель семейства модульных машин JTTS

Примером распределенной модульности является разработка НИЦ БТТ 90-х годов – проект «Система управления машинами-роботами» (Robotic Command Center – RCC). Целью проведения работ было создание автомобилей, в число которых входили экипажные и безэкипажные машины. Безэкипажные машины управлялись силами нескольких человек из машин управления. В машине управления было предусмотрено место командира и два места водителей-операторов. Каждый оператор мог управлять двумя роботизированными автомобилями «Хаммер» (HMMWV). Это был первый успешный опытный образец многократного дистанционного управления транспортным средством.

Модульная боевая система «Основная боевая система» (Main Battle System – MBS)

Еще одним примером является разрабатываемая НИЦ БТТ СВ США программа создания модульной боевой системы «Основная боевая система», в которой будет использована распределенная модульность [7]. Цель работ заключается в том, чтобы заменить 70-тонный ОБТ M1A2 «Абрамс» двумя экипажными машинами (экипаж 4 человека) массой 25–30 тонн с системой управления и четырьмя безэкипажными машинами массой 15–20 тонн. Предполагается, что каждая безэкипажная машина будет иметь 120-мм пушку с боекомплектom. Экипаж из четырех человек будет состоять из механика-водителя транспортного средства, командира и двух операторов безэкипажных ББМ. В машине управления экипажу не нужно

будет воспринимать нагрузку от выстрелов пушки, и находиться вместе с боекомплект. В свою очередь, безэкипажной машине не потребуется дополнительного бронирования, динамической и активной защиты.

На рис. 9 представлен танковый взвод, состоящий из двух машин управления и четырех безэкипажных машин. По своим возможностям они сопоставимы четырем ОБТ М1 «Абрамс». Преимущество данных машин заключается в том, что экипаж сократится с 16 до 8 человек, четыре ОБТ М1 «Абрамс» имеют суммарную массу около 280 тонн, в то время как две системы будут иметь массу от 110 до 140 тонн, что является примером значительного снижения и распределения массы. Распределение массы на шесть машин вместо четырех обеспечит лучшую проходимость. БМ управления могут быть значительно удалены от боевых управляемых машин, что позволит системе иметь лучшую живучесть, чем у ОБТ «Абрамс».



Рис. 9. Семейство модульных БМ «Основная боевая система»

Преимущества и недостатки семейств модульных машин

В США было проведено огромное количество исследований, посвященных количественной и качественной оценке модульных систем. Так, соотношение затрат и достоинств семейства модульных машин было проанализировано в рамках программы «Оценка передовых машин» (Advanced Vehicle Testing Activity – AVTA) компаниями «Фуд Машенери Корпорейшн» (Food Machinery Corporation), «Дженерал Дайнемикс» и рядом других. В ходе работы был проведен анализ затрат на ЖЦ. В результате специалисты пришли к выводу, что затраты, связанные с разработкой, производством, полевыми испытаниями и модернизацией семейства модульных машин (рассматривалась тяжелая, средняя и легкая гусеничная и колесная бронетехника, а также автомобильная, включая прицепы) обеспечивают существенную экономию средств в ходе их ЖЦ. Наличие общих узлов и агрегатов (общий комплект ЗИП и пр.) позволяет снизить затраты на разработку машин, закупку и техническое обслуживание. Средняя экономия оказывалась в диапазоне 15–30% на весь ЖЦ машины. Величина сэкономленных средств является существенной, поскольку расходы на эксплуатацию и ТО, как правило, существенно выше затрат на НИОКР.

Второе исследование было посвящено оценке ремонтпригодности и восстановлению выведенной из строя техники. Было выявлено, что поврежденная техника может быть отремонтирована и возвращена в строй быстрее, чем традиционные образцы.

Заключительное исследование было посвящено изучению негативного влияния модульности. Результаты исследования показали, что содержание парка модульных машин будет

дороже в районах боевых действий в первую очередь потому, что общий объем парка будет больше. При использовании единого шасси для нескольких модулей, оно должно обладать необходимым запасом прочности и иметь достаточно мощную силовую установку, чтобы обеспечивать необходимую подвижность, маневренность и устойчивость машины с самым массивным функциональным модулем. Так, выяснилось, что масса всех тяжелых гусеничных машин будет на 50 % больше в случае семейства модульных машин, что приведет к повышению расхода топлива и потребует большее количество обслуживающего персонала.

При осуществлении детального анализа сочлененных боевых и транспортных средств, использовалась модель оценки стоимости этапов ЖЦ, регламентируемая законом США «Транспортные средства. Отзыв, модернизация, учет и сопроводительная документация» (Transportation Reporting Enhancement Accountability And Documentation – TREAD) [8]. Оценка производилась на основании сопоставления производственных затрат на создание парка модульных ББМ и парка ОБТ М1 «Абрамс». В результате было выявлено, что некоторые расходы будут выше из-за большей площади поверхности парка модульных машин на броневую защиту и вследствие наличия большего количества сопутствующего оборудования (датчиков и оборудования связи между составными частями). Однако другие расходы будут ниже из-за использования общего шасси (общие запасные части и расходные материалы). Окончательная оценка показала, что без учета лобового бронирования, суммарная стоимость безэкипажной и машины управления, образующих единую ББМ равную по возможностям ОБТ М1, ее стоимость будет на 2–5 % дороже, чем одного ОБТ «Абрамс», а если обе машины будут выпущены с броней равнозначной броневаой защите «Абрамса», то затраты на производство будут на 14–19 % выше у сочлененных транспортных средств. Расходы на НИОКР (Research and Development – R&D), эксплуатацию и ремонт (Operating and Support – O&S) не рассчитывались.

Во время проведения работ первого этапа по программе «Боевая система будущего», Международная Корпорация по внедрению научных достижений (Science Applications International Corporation – SAIC) провела исследование по сравнительной оценке традиционных (уникальных) машин с модульными машинами, входящих в семейства модульных 18-тонных ББМ на унифицированном шасси³. Используя методики оценки, разработанные в НИЦ БТТ СВ США, специалисты компании SAIC установили, что применение машин с горизонтальной модульностью является предпочтительным, чем применение машин с вертикальной модульностью из-за плохой подвижности и живучести независимых модулей, а также из-за наличия сложной и громоздкой сцепки. Тем не менее, машина, в конструкции которой используется принцип горизонтальной модульности также не является идеальным вариантом, поскольку запас прочности корпуса и мощность силовой установки, прочность подвески, двигателя и т.д. закладывается при проектировании в расчете на самый массивный функциональный модуль. При установке более легких модулей у машины будет переизбыток мощности, что повлечет неоправданный перерасход топлива. Кроме того, модули потребуют наличия специального соединительного устройства, которое в том числе должно обеспечивать защиту от пуль, осколков снарядов и герметичность конструкции. Таким образом, оценка показала, что эффективность применения уникальных машин на 10–30 % выше, чем машин с горизонтальной модульностью.

Корпорацией SAIC был проведен комплексный анализ предполагаемых затрат на разработку и приобретение перспективных модульных семейств машин и семейств машин, состоящих на вооружении. Была составлена таблица, в которую включили образцы существующих семейств ББМ и ВАТ, в число которых вошли БМП «Брэдли», ОБТ «Абрамс», ББМ «Страйкер», БТР М113, бронеавтомобиль «Хаммер» (HMMWV), семейство средних такти-

³ Корпорация SAIC – одна из двух ведущих организаций, проводившая работы с компанией Boeing по программе FCS.

ческих автомобилей FMTV (Family of Medium Tactical Vehicles) и семейство тяжелых тактических автомобилей НЕМТТ (Heavy Expanded Mobility Tactical Truck). Изначально предполагалось, что этап разработки семейств машин на базе уникальной (существующей) машины будет весьма затратным в связи с необходимостью ее последующей доработки. Так, в большинстве случаев сначала создается одна уникальная машина, а позже другие варианты на базе ее шасси. Планировалось, что экономия средств будет складываться из уменьшения затрат на НИОКР и отсутствия необходимости разрабатывать новые варианты машин с нуля, а также за счет снижения средств, выделяемых на обучение, уменьшения масштабов производства, производственных затрат, эксплуатацию и ТО (за счет оптовых закупок). Дополнительно, наличие большого количества унифицированных узлов в парке машин или же семейства модульных образцов техники позволит сократить время на подготовку технического персонала.

Оценка SAIC показала, что любой этап разработки базового шасси семейства модульных машин будет стоить на 50–100 % дороже, чем аналогичный этап для уникальной машины. Тем не менее, разработка других вариантов потребует дополнительно к стоимости разработки всего около 10 % от стоимости тех же этапов нового образца уникальной машины. Результаты анализа показали, что чем больше вариантов модульных машин в семействе, тем рентабельнее становится его разработка.

С другой стороны, в докладе компании SAIC было отмечено, что планы создания семейств машин на базе существующей уникальной машины не были реализованы потому, что оригинальное шасси не могло удовлетворять широкому перечню предъявляемых требований. Примером является проект 1990-х годов, когда на базе шасси ОБТ М1 «Абрамс» была разработана БРЭМ для замены БРЭМ М88 и инженерная машина разграждения (Assault Breacher Vehicle – ABV). Ни один из проектов не был реализован вследствие недостаточной мощности силовой установки ОБТ «Абрамс» для этих целей.

Группа изучения перспективных концепций (Advanced Concepts Team) НИЦ БТТ СВ США провела оценку влияния вертикальной модульности на массогабаритные параметры машин, разрабатываемых в рамках концепции RAVE. Согласно проекту были созданы прототипы и проведена оценка двух сочленяемых 10-тонных машин. Результаты показали, что наличие стыковочного устройства и систем автоматизированного управления добавят 1,1 м³ к объему машины и 1800 кг к массе (увеличение массы примерно на 10 % по сравнению с равнозначной уникальной машиной). Кроме того, добавятся две стенки в конструкции сочлененной машины, в то время как в уникальной машине они будут отсутствовать или будет только одна перегородка между экипажным отделением и боекомплектком.

В целом, три проведенных исследования показали наличие преимуществ систем модульных машин, три — их отрицательного влияния, а результаты одного выявили зависимость результатов от требований, предъявляемых к машине на этапах разработки, производства, эксплуатации, ремонта и модернизации.

На основе методики, разработанной исследовательской группой изучения перспективных концепций (Advanced Concepts Team) НИЦ БТТ СВ США, была проведена оценка трех типов модульности. До сих пор наиболее распространенным ее типом является горизонтальная, примером которой является семейство машин (Families of Vehicle – FOV), в котором используется базовое шасси для различных вариантов машин. Важным аспектом семейств модульной техники является легкость получения машины одного назначения из другой. В большинстве случаев модули можно заменить лишь на производственных объектах, и не заменяемы в полевых условиях независимо от типа модульности. Основные выводы по каждому типу модульности приведены в табл. 2.

В табл. 2 показано, что у модульных машин есть и преимущества и недостатки, а для того, чтобы модульность и унификация носила положительный эффект, необходимо учитывать ее применение на самых ранних этапах проектирования.

Таблица 1

Результаты анализа программ по созданию семейств модульной сухопутной техники

Наименование машин и программы оценки	Организация	Достижимый эффект	Комментарий
Оценка стоимости разработки и ЖЦ семейств модульных машин	Food Machinery Corporation, General Dynamics и др.	Положительный эффект от применения модульности в конструкции машин	15–30 % экономии средств на различных этапах разработки, производства, эксплуатации
Ремонтопригодность и техническое обслуживание семейств модульных машин	Food Machinery Corporation, General Dynamics и др.	Положительный эффект от применения модульности в конструкции машин	Наличие большого количества унифицированных узлов и агрегатов
Модульные машины в полевых условиях	Food Machinery Corporation, General Dynamics и др.	Отрицательный эффект от применения модульности в конструкции машин	Избыточная масса базового шасси
Сочлененные машины	Food Machinery Corporation, General Dynamics и др.	Эффект зависит от ТТТ	Зависит от степени бронирования
Боевая система будущего FCS (Этап I)	Международная Корпорация по внедрению научных достижений (SAIC)	Отрицательный эффект от применения модульности в конструкции машин	Избыточная масса корпуса базового шасси
Семейство автомобилей Families of Vehicle	Международная Корпорация по внедрению научных достижений (SAIC)	Положительный эффект от применения модульности в конструкции машин	Снижение затрат на разработку в связи с большим количеством общих агрегатов и узлов (чем больше различных по назначению машин, тем больше экономия)
Машины, разрабатываемые в рамках концепции RAVE (анализ увеличения массогабаритных параметров)	НИЦ БТТ СВ США	Отрицательный эффект от применения модульности в конструкции машин	Увеличение массы на 10 %

Заключение

Этапы проектирования и НИОКР по созданию любого семейства модульных машин будут более масштабными и затратными в сравнении с этапами разработки уникальной машины. Даже если шасси уникальной машины планируется использовать в дальнейшем для установки других функциональных модулей, то предъявляемых требований на этапах проектирования и НИОКР будет меньше. Однако нужно иметь в виду, что шасси уникальной машины может не удовлетворять требованиям, предъявляемым к последующим вариантам машин. Попытка разработать сразу все семейство машин с единым базовым шасси может стать причиной появления взаимоисключающих и конкурирующих требований к его конструкции.

В рассмотренных примерах общий вес модульной машины будет больше, чем у уникальной, из-за конструкции шасси с чрезмерным запасом прочности, наличия паразитарных

узлов, агрегатов и различных систем для некоторых вариантов (различных датчиков, устройств связи и т.п.). В случае вертикальной или распределенной модульности, отдельные модули будут весить меньше единой машины, что положительно отразится на транспортировке и общей подвижности системы. Избыточный запас прочности и мощности СУ приведет к увеличению размеров транспортного средства и массы некоторых вариантов машин.

Таблица 2

Преимущества и недостатки различных типов модульности

Тип модульности	Преимущества	Недостатки
Горизонтальная	1. Минимальные трудозатраты на разработку последующих вариантов машин. 2. Большое количество унифицированных узлов	1. Разработка всего семейства с нуля является зачастую нерешаемой задачей. 2. В большинстве случаев замена функционального модуля осуществима только на производстве. 3. Неизбежность излишнего запаса прочности базового шасси под самый массивный функциональный модуль
Вертикальная	1. Меньшая масса каждого модуля. 2. Хорошая транспортабельность. 3. Реконфигурируемые в полевых условиях машины. 4. Безэкипажные модули требуют меньшей защищенности. 5. Сочлененные модули обеспечивают лучшую проходимость	1. Суммарная масса сочлененной машины больше, чем аналогичной уникальной. 2. Дублирование функций у модулей различного назначения
Распределенная	1. Меньшая масса каждого модуля. 2. Хорошая транспортабельность. 3. Реконфигурируемые в полевых условиях машины. 4. Наилучшая адаптируемость. 5. Безэкипажные модули требуют меньшей защищенности	1. Суммарная масса сочлененной машины больше, чем аналогичной уникальной. 2. Дублирование функций у модулей различного назначения. 3. Большая потребность в полуавтономных модулях. 4. Высокие требования к каналам связи информационной сети 5. Сложность машин системы по сравнению с традиционными машинами

У подавляющего большинства примеров разрабатываемых машин с горизонтальной модульностью функциональный модуль можно заменить только в стационарных мастерских и производствах, что минимизирует пользу, получаемую от использования модульных машин, а также снижает оперативную приспособляемость к возникающим задачам. Варианты машин, функциональный модуль которых может быть заменен в полевых условиях, до сих пор не приняты на вооружение ни в одном из ведущих государств.

Применение модульных машин является потенциальным упрощением решения задач, связанных с техническим обслуживанием, приспособляемостью и их применением в вооруженных конфликтах. Модульность конструкции имеет свою цену в компромиссах, которую необходимо учитывать при разработке семейств машин.

Военно-политическое руководство США считает, что модульность, наиболее вероятно, принесет положительные эффекты: снижение расходов и обеспечение лучшей адаптации ВС к вновь возникающим вызовам и угрозам. Тем не менее, анализ успешных и неудачных

попыток реализации проектов семейств модульных машин не дает однозначного ответа о наличии только лишь явных преимуществ в результате ее внедрения. Оценка влияния модульности на качественное оснащение СВ должна начинаться с тщательного анализа эксплуатационных показателей и затрат на ЖЦ.

Многие ведущие исследовательские центры МО США не один десяток лет осуществляют попытки обосновать эффективность постановки семейств модульных машин на вооружение. Большинство результатов исследований сводится к тому, что тщательно проанализированная модульность в конструкции машин позволит расширить тактический выбор, оперативный охват, увеличить их живучесть в полевых условиях, уменьшить логистическую нагрузку, облегчить нагрузку на тактическую группу авиации и сухопутные подразделения морской пехоты, увеличить степень унификации сухопутных машин и снизить итоговые затраты МО США.

Также необходимо учитывать, что принятие на вооружение семейств модульных машин до сих пор не реализовано по причине того, что обоснование проектов проводится, опираясь на негативные эффекты, связанные с ее внедрением. Основной предпосылкой является предположение о том, что уникальная машина, созданная для решения конкретной задачи, всегда будет превосходить по своим ТТХ аналогичный образец семейства модульных машин. Тем не менее, многие исследователи и разработчики сходятся во мнении, что по разнообразию решаемых задач в течение длительного периода времени, модульная техника обеспечит существенную экономию материальных средств и преимущества в виде лучшей приспособляемости по сравнению с традиционной техникой.

Статья подготовлена по материалам научно-исследовательских работ, выполненных ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ по заданиям 2.46.2016/НМ и 2.39.2016/МН Минобрнауки России на выполнение работ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности.

Список литературы

1. Available at: <https://www.wired.com/2011/07/next-army-chief-isnt-so-cool-with-a-smaller-force>.
2. Available at: <http://bbp.dau.mil>.
3. «Commonality in military equipment», CA: RAND Arroyo Center. Available at: www.rand.org/content/dam/rand/pubs/monographs/2008/RAND_MG719.pdf.
4. Иванов О., Изюмов Д. Перспективная боевая система сухопутных войск США. Зарубежное военное обозрение. 2007, № 3, С. 31–39.
5. Изюмов Д. Некоторые бронетранспортеры и бронев автомобили зарубежных стран. Зарубежное военное обозрение. 2011, № 3. С. 43–49.
6. Dr. Rogers P. «Shaping the future of the TWV Fleet», U.S. Army Tank Automotive Research, Development and Engineering Center. Available at: <http://www.dtic.mil/ndia/2015tactical/Rogers.pdf>.
7. Mr. Parker J. «Autonomy-Enabled Platforms», U.S. Army Tank Automotive Research, Development and Engineering Center. Available at: <http://www.ndia.org/Divisions/Divisions/Robotics/Documents/4.%20Parker.pdf>.
8. Available at: <http://www.citizen.org/documents/TREAD%20Act.pdf>.
9. Колев Д., Изюмов Д. Военная автомобильная техника подразделений тылового обеспечения вооруженных сил США. Зарубежное военное обозрение. 2016, № 5 (830), С. 51–55.
10. Изюмов Д. Особенности применения коммерческих автомобилей в войнах и вооруженных конфликтах. Зарубежное военное обозрение. 2016, № 7 (832), С. 47–51.
11. Корчагин С., Кондратюк Е. Высокозащищенные бронированные автомобили сухопутных войск США. Зарубежное военное обозрение. 2016, № 2 (827), С. 52–58.

References

1. Available at: <https://www.wired.com/2011/07/next-army-chief-isnt-so-cool-with-a-smaller-force>.
2. Available at: <http://bbp.dau.mil>.

3. «Commonality in military equipment», CA: RAND Arroyo Center. Available at: www.rand.org/content/dam/rand/pubs/monographs/2008/RAND_MG719.pdf.
4. Ivanov O., Izyumov D. (2007) *Perspektivnaya boevaya sistema sukhoputnykh voysk SShA. Zarubezhnoe voennoe obozrenie* [Perspective combat system of the U.S. army. Foreign military review]. No. 3, pp. 31–39.
5. Izyumov D. (2011) *Nekotorye brone transportery i broneavtomobili zarubezhnykh stran* [Some armored personnel carriers and armored vehicles of the foreign countries] *Zarubezhnoe voennoe obozrenie* [Foreign military review]. No. 3, pp. 43–49.
6. Dr. Rogers P. (2015) Shaping the future of the TWV Fleet. U.S. Army Tank Automotive Research, Development and Engineering Center. Available at: <http://www.dtic.mil/ndia/2015tactical/Rogers.pdf>.
7. Parker J. «Autonomy-Enabled Platforms», U.S. Army Tank Automotive Research, Development and Engineering Center. Available at: <http://www.ndia.org/Divisions/Divisions/Robotics/Documents/4.%20Parker.pdf>.
8. Available at: <http://www.citizen.org/documents/TREAD%20Act.pdf>.
9. Kolev D., Izyumov D. (2016) *Voennaya avtomobil'naya tekhnika podrazdeleniy tylovogo obespecheniya vooruzhennykh sil SShA* [Military vehicles of logistical support units of the armed forces of the United States] *Zarubezhnoe voennoe obozrenie* [Foreign military review]. No. 5 (830), pp. 51–55.
10. Izyumov D. (2016) *Osobennosti primeneniya kommercheskikh avtomobiley v voynakh i vooruzhennykh konfliktakh* [Peculiar Features of commercial vehicles applications in wars and armed conflicts] *Zarubezhnoe voennoe obozrenie* [Foreign military review]. No. 7 (832), pp. 47–51.
11. Korchagin S., Kondratiuk E. (2016) *Vysokozashchishchennyye bronirovannyye avtomobili sukhoputnykh voysk SShA* [Highly secure armored vehicles of the US army] *Zarubezhnoe voennoe obozrenie* [Foreign military review]. No. 2 (827), pp. 52–58.