

ВОЗМОЖНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЭКИПАЖЕЙ СУЩЕСТВУЮЩИХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ БОЕВЫХ МАШИН

И.А. Черепнёв, Н.М. Кириенко, А.В. Артюшенко, А.А. Аверьянов
(Харьковский институт танковых войск)

В статье предложено использовать перспективные экспресс методы объективной оценки состояния членов экипажа боевых машин с целью оптимизации их деятельности и повышение боевой эффективности существующих и перспективных танков.

объективная оценка, экипаж, боевая машина, оптимизация деятельности

Постановка проблемы. Современный этап развития вооружения и боевой техники характерен резким увеличением масштаба решаемых вооруженными силами заданий, как в повседневной деятельности, так и, прежде всего при выполнении боевых задач. Анализ военных конфликтов последних десятилетий наглядно показал, что бронетанковая техника продолжает играть основную роль на поле боя. Однако, возникает насущная необходимость изменения подходов к ее конструированию и боевому применению. В частности начальник Главного автобронетанкового управления Минобороны РФ генерал-полковник Сергей Маев полагал, что: „... Вероятно, у танка будет нетрадиционная компоновочная схема и высокий искусственный интеллект. Параметры подвижности, защиты и огневой мощи определяют те задачи, которые поставят перед подразделениями тактического звена. Причем отличительным качеством танка станет высокая степень универсальности, позволяющая решить боевые задачи во всех видах боевых действий и взаимодействовать с другими боевыми средствами. Взаимодействие получит качественно новую автоматизированную основу, будет осуществляться в едином информационном пространстве с использованием помехоустойчивых систем связи, навигации, опознавания, управления огнем и движением. Дальнейший технический прогресс расширит возможности танков, обеспечит им необходимую живучесть, позволит успешно решать боевые задачи, несмотря на развитие обширного арсенала различных противотанковых средств” [1].

Анализ последних исследований. Существуют несколько основных направлений изменения конструкции танков с точки зрения повышения защиты машины и, прежде всего экипажа от противотанкового оружия. Это отказ от моноблочной конструкции или размещение экипажа в изолированной капсуле управления в наиболее защищенной средней части корпуса, ко-

торая должна быть снабжена средствами жизнеобеспечения достаточными для нормальной боевой работы без выхода из танка до 72 часов [2]. Первые попытки создания двухзвенной машины предпринимались в 40-е годы генералом Груздевым, в шведской опытной боевой машине VDEX-XX20 в 1980-е гг., в американской самоходной гаубице "Крусейдер", использующей специальную машину перезарядки XM-2003 в качестве второго звена. Однако эти разработки, решая отдельные вопросы совершенствования боевой техники, не могли дать полного ответа на пригодность сочлененной машины в качестве концептуальной модели перспективного танка. На рис. 1 представлен возможный вариант конструкции перспективного танка [2].

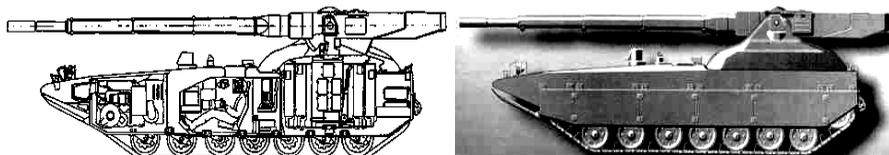


Рис. 1. Возможный вариант конструкции перспективного танка

Этот проект разработан специалистами открытого акционерного общества "Специальное конструкторское бюро транспортного машиностроения" г. Омска. Данное техническое решение является, по сути, новым словом в конструировании танков, защищено соответствующим патентом. Однако, необходимо отметить, что еще до второй мировой войны был построен опытный образец т.н. "танка – скелета" у которого механизмы экипаж и вооружение располагались в небольшой броневой коробке, а гусеницы крепились на легкой раме (рис. 2) [3].

Активная научно-исследовательская работа проводится и в ряде западных стран. По данным печати, в настоящее время такие танки разрабатываются в США (FCS – Future Combat System – перспективная боевая система), ФРГ (NGP – Neue Gepanzerte Platfome – новая бронированная платформа) и Великобритании (MODIFIER – Mobile Direct Fire Equipment Requirement – требования к системе для ведения огня прямой наводкой с ходу) [4]. Однако, разработка и принятие на вооружение принципиально новых образцов бронетанковой техники достаточно долговременный и дорогостоящий процесс. В то же время к двухтысячному году армии государств – лидеров танкостроения насчитывали более 73 тыс. боевых танков: Россия – 41 тыс.; США – 19 тыс.; Китай – 1800; Великобритания – 1568; Германия – 3858;

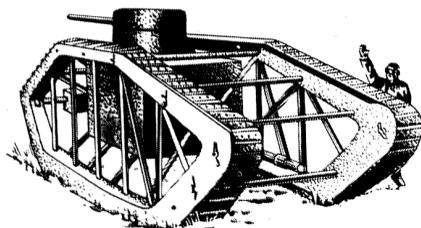


Рис. 2. „Танк-скелет”

Белоруссия – 1778; Украина – 4200 танков. В частности, в российской армии на долю так называемых основных танков приходилось на тот момент времени более 53% всех боевых танков. Это по западной терминологии танки третьего и четвертого поколения Т-64, Т-72, Т-80, Т-90, "Черная акула" [5]. Т.е. в армиях бывших республик СССР, Китая и стран «третьего» мира на вооружении состоит значительное число танков второго и даже первого послевоенного поколения. Модернизация позволяет с минимальными затратами перевести их боевую мощь на новый качественный уровень. В частности, концерном "бронетехника Украины" разработана соответствующая программа. Ее целью является обеспечение дальнейшего использования потенциала этих танков и продление срока их эксплуатации на 15 ... 20 лет с одновременным повышением их боевой эффективности в 2 ... 3 раза. Программа предусматривает использование технических решений на основе современных технологий, основанных на применении компонентов производства Украины и, по желанию заказчика, – компонентов производства других стран. Программа разработана с учетом обеспечения наиболее оптимального соотношения стоимости и боевой эффективности танков типа Т-54, Т-55, Т-59, Т-62 в сравнении с новыми современными танками, что позволяет с меньшими финансовыми затратами поднять боевой потенциал танкового парка, оснащенного этими машинами, до современного уровня.

Программа модернизации имеет два направления: модернизация стандартной версии танка; глобальная модернизация.

Модернизация стандартной версии танка. Модернизация предусматривает установку новых узлов и систем с целью улучшения всех основных характеристик танка, таких, как: огневая мощь; подвижность; защита; эксплуатационные характеристики танка, включая средства связи, систему кондиционирования воздуха, систему навигационного обеспечения, оборудование для самообкапывания.

Глобальная модернизация заключается в комплексной модернизации всех узлов и систем, применении современных приборов наблюдения и прицеливания таких как, панорамический прибор наблюдения и прицеливания командира, тепловизионный прицел наводчика, что позволяет модернизируемому танку соответствовать по своим боевым и техническим возможностям современным танкам или переделке его в военные машины другого назначения, таких как: тяжелая боевая машина пехоты; бронированная ремонтно-эвакуационная машина; мостовкладчик. Анализ основных направлений данной программы позволяет сделать вывод, что в большей степени усиливается защита и огневая мощь танков. Условия боевой работы экипажа не претерпевают кардинальных изменений. Танки, ставшие с 1916 г. основной ударной силой сухопутных войск большинства стран мира обладали значительными недостатками с точки зрения их обитаемости, что приво-

дило к значительным не боевым потерям среди экипажей [6] и в полной мере они не изжиты и в современных образцах бронетанковой техники [5].

Целью данной публикации было проведение анализа условий работы, основных негативных физических и химических факторов и разработка основных требований и принципов построения аппаратуры, позволяющей получать оперативную информацию о состоянии членов экипажей танков.

Материалы исследований. Начиная с 60-х гг. 20 века танки стали способны действовать в самых широких диапазонах климатических условиях планеты, при применении оружия массового поражения, самостоятельно преодолевать водные преграды и т.д. Таким образом, их можно частично или полностью отнести к автономным объектам. Следовательно, необходимо проанализировать факторы обитаемости и механизм их воздействия на человека.

Физические факторы обитаемости представлены на рис. 3, включают в себя радиационные, электромагнитные, термические и механические факторы [7]. Необходимо отметить, что среди приведенных физических факторов обитаемости отсутствует такой, как факт экранирования естественных электромагнитных полей броневым корпусом танка.

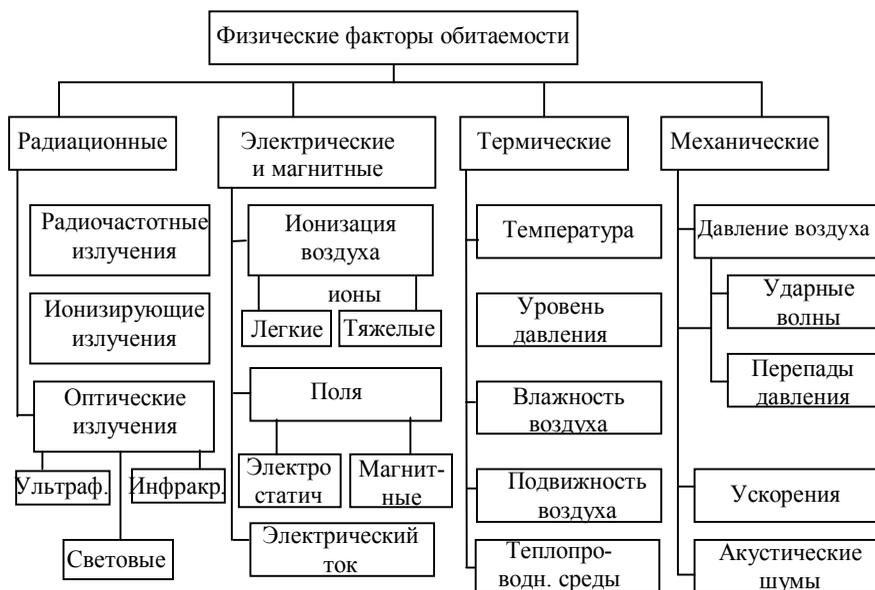


Рис. 3. Физические факторы обитаемости

Химические факторы воздушной среды, перечисленные на рис. 4, представлены широким спектром возможных вредных примесей в воз-

духе, а также естественным составом атмосферы, которые лимитируют жизнедеятельность человека.



Рис. 4. Химические факторы воздушной среды

Вредные химические примеси в воздухе можно условно разделить на три основные группы:

1. **Химические вещества**, появление которых обусловлено применением оружия (пороховые и выхлопные газы и пр.).

2. **Вредные примеси к воздуху**, источником которых являются различные технические средства, входящие в состав танка (двигатель, аккумуляторы и др.). По данным исследования, проведенного шведскими учеными и опубликованного в журнале *American Journal of Epidemiology*, отработанные газы от дизельных двигателей существенно повышают риск рака легких. Продукты сгорания дизтоплива по канцерогенности не уступают асбесту.

Американские исследователи из университета Цинциннати установили, что отработанные газы дизелей нарушают работу иммунной системы. Они подавляют активность ряда веществ, важных для правильного

и своевременного реагирования иммунной системы на проникновение инфекционного агента.

Вдыхание сажи содержащаяся в отработанных газах вызывает болезнетворные изменения в системе дыхательных органов человека – аллергию. Однако большая опасность связана со свойством сажи накапливать на поверхности своих частиц канцерогенный бенз(а)пирен. Длительное воздействие сажи на организм человека таким образом может привести к онкологическим заболеваниям.

Углеводороды в отработанных газах состоят из исходных или распавшихся молекул топлива, которые не принимали участия в сгорании. Особое значение имеют выбросы бензола, толуола, полициклических ароматических углеводородов и в первую очередь бенз(а)пирена. Все они относятся к группе канцерогенных веществ, не выводятся из организма человека, а со временем, накапливаясь в нем, способствуют образованию злокачественных опухолей.

Значительное негативное воздействие на организм человека оказывают также различные строительные материалы, в том числе полимерные синтетические материалы. При исследовании более 200 синтетических материалов в составе продуктов газовой выделенной было определено около 70 различных химических соединений, в т.ч. такие высокотоксичные вещества, как окись углерода, эпихлоргидрин, цианистый и фтористый водород, акрилонитрил и др. [8]. Токсичные вещества могут образовываться при термоокислительной деструкции и при старении ПМ в результате деполимеризации полимеров и разрушения других компонентов. В табл. 1 представлены экспериментальные данные по концентрации изоктанола (в мг/м³) в гермоёмкостях с биоповрежденными образцами ПВХ материалов (насыщенность 1 м²/м³) [8].

Таблица 1

Экспериментальные данные по концентрации изоктанола

ПВХ-материал	Среда Чапека-Докса	
	без сахара	с глюкозой
Трубка	14,4 ± 1,5	104 ± 10
Пленка	0,06 ± 0,007	0,25 ± 0,03
Искусственная кожа	0,07 ± 0,008	0,46 ± 0,05
Лента техническая	0,005 ± 0,0005	–
Изолента	2,2 ± 0,2	–

Данные материалы могут быть источниками не только токсических продуктов, но и веществ, обладающих способностями вызывать аллергические реакции, приводящие к снижению надежности человека.

3. Вещества, появление которых связано с необходимостью бытового, санитарно – гигиенического обеспечения, а также продукты жизнедеятельности человека. Из 400 химических веществ выделяемых человеком во внешнюю среду, опасность представляют аммиак, метан, сероводород, окись углерода и некоторые другие химические вещества.

Из числа аэрозолей, загрязняющих воздушную среду, определяющее значение имеет пыль, которая не только сама по себе может оказывать влияние на организм, но и быть носителем токсических химических веществ. В ряде работ авторами проведен подробный анализ влияния этих факторов на условия и качество работы членов экипажей танков.

Не случайно при разработке нового вооружения за рубежом самое серьезное внимание обращают на улучшение обитаемости ОВТ и защиты экипажа. Например, в танках третьего поколения (М1 "Абрамс", "Леопард-2", "Меркава") эти показатели улучшены по сравнению с предшествующими образцами в несколько раз. Однако в состоящих на вооружении сухопутных войск ряда стран танков в частности бывшего советского производства первых послевоенных поколений требования к условиям обитаемости выполняются отнюдь не полностью. Как следствие, немало профессиональных заболеваний военнослужащих получены в результате эксплуатации опасной для здоровья техники.

Основные причины ухудшения условий работы экипажей танков.

1. Появление оружия массового поражения. В настоящее время, несмотря на ряд международных договоров, существует возможность применения ядерного и химического оружия со стороны ряда государств или определенных политических кругов, в том числе террористами. Это находит отражение в оборудовании, как у нас, так и за рубежом техники сухопутных войск системами противорадиационной и противохимической защиты (ПАЗ, ПХЗ). Они обеспечивают герметизацию машин, включают фильтровентиляционные установки, приборы индикации и автоматического управления.

В полной изоляции от внешней среды в ограниченном объеме размещаются экипаж и внутреннее оборудование. Оборудование, элементы которого являются источниками интенсивного выделения теплового, электромагнитного (в том числе СВЧ), светового и других видов излучений, а также загрязнения воздуха (пороховые, отработанные, аккумуляторные газы). Воздействие на организм шума, тряски, вибраций, вредных примесей в воздушной среде, по данным многочисленных исследований, отрицательно сказываются на боевой эффективности комплекса вооружения в целом.

Испытания показали, что при неудовлетворительном микроклимате обитаемого пространства скорость вождения уменьшается на 19%, время выполнения огневой задачи увеличивается на 35, а число промахов – на

40%. Работа в герметизированном корпусе, лишенном доступа естественного света и имеющем высокий коэффициент отражения звука, вызывает у людей психическое утомление, которое имеет в дальнейшем негативные последствия различного характера. По данным, полученным на учениях, вследствие ухудшения состояния людей, действующих в герметизированных объектах, каждый день наступательной операции ведет к снижению боеспособности войск на 7 – 10%.

2. Конструкторы постоянно стремятся снизить уязвимость ОВТ на поле боя за счет уменьшения габаритов и увеличения толщины брони. В качестве примера можно привести венец тяжелого советского танко-строения – танк ИС -7. Эта уникальная машина значительно обогнала существующие образцы бронетехники, а по некоторым боевым возможностям не уступает самым современным машинам западного производства, однако условия работы экипажа были достаточно сложными.

Растет насыщенность ОВТ различной аппаратурой, что приводит к резкому уменьшению свободного пространства в боевой машине. По данным С. Богданова, в современном танке примерно столько же органов управления и средств отображения информации, как и на космическом корабле, – более 200. Только приборов прицеливания и наблюдения – десятки наименований. Не легче и механикам-водителям, К примеру, 13 приборов фиксируют лишь текущие параметры силовой установки.

Малые объемы рабочих мест (табл. 2), длительное вынужденное пребывание в стесненных условиях в статичной позе приводят к перенапряжению отдельных групп мышц и иннервирующих их нервных клеток – следовательно, быстро прогрессирует утомление. Например, ограничение подвижности в течение трех суток приводит к снижению показателей работоспособности экипажа на 30%. После длительных маршей большинство механиков-водителей жалуются на общую усталость и сильные боли в икроножных мышцах. Условия работы этого члена экипажа одни из самых трудных. С увеличением массы танка и ростом его динамики точность и скорость действия механика водителя имеет основополагающее значение.

Таблица 2

Объем, занимаемый членами экипажа (куб. м)

Марка танка	Специальность		
	Командир	Наводчик	Механик
Т-54	0,828	0,395	0,621
Т-62	0,920	0,860	1,475
Т-72	0,615	0,495	0,864
Леопард	1,098	0,810	1,083

В монографии Ю.П. Костенко "Танк (человек, среда, машина)" [10] на основании практических испытаний было отмечено, что: "...Сегодняшние танки, обладающие массой более 50 тонн и развивающие скорость более 70 км/час, требуют от человека выполнения операций по управлению такой машиной буквально за считанные доли секунды. И не каждый человек на это способен. В принципе танкисты уже давно были вынуждены обращать внимание на эксплуатационные характеристики танка в зависимости от состояния механика-водителя..." В 1975 году журнал ВБТ, № 2 в статье "Влияние времени зрительно-двигательной реакции механика-водителя на качество управления танком" писал: "...Т-64А двухсуточный марш в зимних условиях, в результате утомляемости время простоя временно-моторной реакции увеличивалось к концу первых суток на 38%, к концу вторых – на 64% (0,87 сек, 1,13 и 1,44 сек соответственно). С учетом этого допустимая дистанция при 30 км/час (8,3 м/сек) – 30 м; 35 км/час (9,7 м/сек) – 50 м; 40 км/час (11,1 м/сек) – 75 м и при 50 км/час (13,8 м/сек) – 150 м".

В том же 1975 году в журнале ВБТ, № 4 Г.И. Головачев в статье "0 моделировании процесса движения танковых колонн" приводил такие данные: "...Как показывает опыт, увеличение скорости движения танков одиночных не увеличивает скоростей движения колонн". На основании

вышесказанного был составлен график (рис. 5).

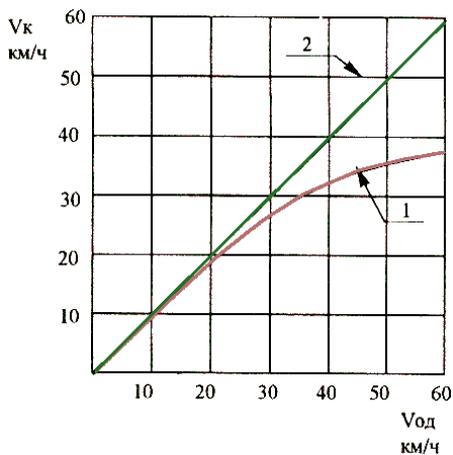


Рис. 5. Анализ скоростей движения

В журнале ВБТ, № 2 за 1978 год Ф.П. Шпак в статье "Влияние процессов "торможение – разгон" на подвижность ВГМ при совершении марша" приводил данные, что при росте удельной мощности от 10 до 20 л.с./т $V_{ср}$ растет на 80%; от 20 до 30 л.с./т – растет на 10 – 12%.

Нетрудно видеть, что во всех этих случаях чисто технические, на первый взгляд, параметры напрямую зависят от "времени простоя зрительно-моторной реакции" (как пишет ВБТ, № 2 за 1975 год) человека. И если мы хотим в будущем еще повышать значение этих параметров, то нам надо глубже и серьезнее изучить возможности человека и постараться разумнее их использовать. В заключении Ю.П. Костенко делает вывод, что: "...К сожалению, до сего дня наши военные специалисты-танкисты и танкостроители рассуждают о динамических возможностях ма-

шины только с точки зрения техники, проявляя либо безграмотность в вопросах зависимости динамики танка от способностей человека, либо непростительно пренебрегая человеческим фактором вообще".

3. ***Рост огневой мощи*** (калибра и скорострельности) вооружения. Изменились пороха, и в составе пороховых газов повысилась концентрация высокотоксичных компонентов. В результате экипаж оказался просто, в непереносимой среде. Стрельба из всех видов оружия БМП в условиях герметизации уже через минуту может вызвать отравление половины личного состава. Опыт боевых действий в Афганистане показал, что после 10 – 15 выстрелов 152-мм самоходной гаубицы некоторые расчеты с трудом вели стрельбу из-за высокой концентрации токсичных веществ. За период с 1982 по 1984 год в Вооруженных Силах было 1225 только официально зарегистрированных случаев отравления пороховыми газами.

Известны даже отдельные случаи отравления пороховыми газами экипажей танков Т-64 при стрельбе из складного ствола.

4. ***Создание мощных двигателей и дальнейший рост мобильности ОБТ.*** Технически совершенные машины потенциально способны совершать марши на 1500 километров и более. Однако, чем больше темп марша и его продолжительность, тем интенсивнее действуют шум и тряска на экипаж. Уровень стабильного акустического шума в бронетанковой технике превышает нормативы на 10 – 35, а в кабинах инженерных машин – на 20 дБ. Разборчивость речи по танковому переговорному устройству уменьшается на 5 – 25%.

Совершенно необычно влияет на центральную нервную систему сам факт перемещения ОБТ в пространстве. Под действием инерционных сил, знакопеременных ускорений, вибраций, толчков органы и ткани человека подвергаются смещениям и сотрясениям. Увеличивается нагрузка на сосудистую систему. Иногда это вызывает изменения в регионарном кровообращении. Вибрация рабочего места может приближаться к одной из частот колебаний наших внутренних органов. Диапазон 11 – 35 Гц (особенно 16 Гц) люди переносят с трудом. У них происходит непроизвольное мочеиспускание, возникают боли во внутренних органах, головокружение, тошнота, рвота, они теряют сознание, нарушается ритм или даже прекращается сердцебиение. Вот обычные следствия воздействия низкочастотных колебаний, характерных для гусеничной техники. При систематическом воздействии вибрации у отдельных военнослужащих образуются песок и камни в почках и мочевом пузыре.

5. ***Необходимость решения большое количество задач в короткие сроки.*** Развитие встроенных автоматизированных систем управления привело к усложнению алгоритмов и росту объема выполняемых экипажами функций. Возникают информационные перегрузки. Сложность информа-

ционных моделей и количество средств отображения, при помощи которых они реализуются, не всегда адекватны возможностям человека.

При избытке информации эмоциональная напряженность обостряется в связи с необходимостью быстро воспринимать ее, перекодировать и осуществлять ответные действия. В результате внимание притупляется, снижается функциональная подвижность нервных процессов, усиливается воздействие на гормональные механизмы и вегетативные реакции.

Умственный труд, являющийся сегодня основным для подавляющего большинства военных специалистов, характеризуется гипокинезией, гиподинамией и нервным напряжением. Это ведет к функциональным нарушениям сердечно-сосудистой и центральной нервной систем, способствует развитию ишемической болезни сердца.

Разумеется, рассмотренные выше причины, и факторы негативного влияния существующих образцов ОВТ на человека не определяют весь перечень вопросов, подлежащих исследованию по проблеме обитаемости. Возникли новые вредные факторы воинского труда (радиация, неионизирующие излучения, компоненты топлив, инфразвук, сейсмические волны, лазерные излучения и др.), все более вредными становятся ранее известные.

К сожалению, указанным тенденциям не была противопоставлена целенаправленная программа по улучшению обитаемости боевой техники. Конструкторы как будто забыли, что при создании конкретных образцов необходимо учитывать возможности и потребности человеческого организма.

До сих пор в герметизированных объектах отсутствуют элементарные устройства для подогрева пищи, кипячения воды, отправления естественных надобностей. Не предусмотрена возможность отдохнуть лежа, нет рабочих мест в позе полулежачего. Следует подчеркнуть, что именно здесь кроются многие причины профессиональных заболеваний военнослужащих.

Очевидно, доминирующим критерием при разработке обитаемых объектов должна стать безопасность воинского труда. Именно по этому показателю отечественные ОВТ (особенно наземная техника) уступают иностранным образцам. Так, хотя в течение двух лет действительной военной службы танкисты связаны с техникой лишь 12 – 15% рабочего времени (и всего 3 – 5% времени находятся непосредственно в танке), действие негативных факторов среды обитания на организм нередко приводит к возникновению у них таких болезней, как нефрит и цистит, радикулит и миозит, болезни ЛОР-органов и сердечно-сосудистой системы.

Кроме того, большие потенциальные возможности техники, достигаемые ценой огромных материальных затрат, личный состав реализует далеко не полностью, и отнюдь не по своей вине. В частности (по данным Б. Борисова, И. Кудрина, М. Тихонова), эффективность применения артиллерийских орудий снижается на 40%, некоторых типов зенитных

ракетных комплексов на 20 – 30, а танков – на 30 – 35%. В среднем реальный уровень отдачи образцов ОВТ именно из-за того, что не учитываются возможности человека, на 20 – 30% ниже потенциального.

Реализация медико-технических требований к обитаемости ОВТ – комплексная проблема, требующая активных совместных действий заинтересованных организаций. Практически решить ее можно лишь при одновременной проработке всей совокупности вопросов проектирования, производства, эксплуатации и ремонта.

Украинскими учеными предложена методика оценки условий работы судовых специалистов, которую частично можно использовать и для экипажей бронетехники [11]: "Различная природа неблагоприятного комплекса физико-химических раздражителей, его сочетание, непрерывное, длительное и одномоментное воздействие в целом усиливает общебиологический эффект влияния на организм человека".

Количественная оценка категории условий труда основных профессиональных групп судовых специалистов рассчитывалась по формуле:

$$I_T = 10 \times \left[X_{\max} + \left(\frac{6 - X_{\max}}{6} \right) \times (n - 1) \times X_i \right], \quad (1)$$

где X_{\max} – наивысшая из полученных частных балльных оценок; n – число учитываемых элементов (без X_{\max}); X_i – средняя балльная оценка.

Кроме того, были использованы формулы расчета:

$$K_{\text{ут}} = -1,5 + (0,76 \times X_{\text{сан.гиг}}) + (0,58 \times X_{\text{п/ф}}); \quad (2)$$

$$I = X - L \times \left(\frac{6 - X}{6} \right), \quad (3)$$

где $K_{\text{ут}}$ – категория условий труда на типовом рабочем месте; $X_{\text{сан.гиг}}$ – среднеарифметическая величина всех санитарно-гигиенических элементов условий труда; $X_{\text{п/ф}}$ – всех психофизиологических (с учетом тяжести, напряженности, эргономичности и социально-психологического климата); I – результирующая изучаемых критериев; X – величина в баллах наибольшего критерия; L – средняя сумма всех изучаемых критериев труда (балл); 6 – максимально возможная величина в баллах наиболее неблагоприятного критерия (по НИИ труда).

Если на типовом рабочем месте имеются элементы с оценками 3 и более балла, что свидетельствует о формировании экстремальной среды, то для интегральной оценки в расчет принимаются только эти биологически значимые факторы судовой среды. При этом элементы с оценкой 1 и 2 балла в расчет не принимаются, так как они соответствуют обычной жизнедеятельности и не принимают участия в формировании экстремальных условий.

Как видно из табл. 3, члены машинной команды (МК) работают в более вредных условиях труда (3 – 4-й категории), что отражается и в наибольшем количестве неблагоприятных элементов (по 3 – 5 баллов). Тяжесть труда рядового состава невысокая (2 – 3 балла), однако, во время аврально-аварийных работ пиковая физическая нагрузка может достигать 4 баллов. Труд комсостава оценивается как легкий (1 – 2 балла) кроме механиков, электро- и рефмехаников при выполнении ремонтно-профилактических работ (2 – 3 балла) совместно с рядовым составом МК. Основная производственная нагрузка приходится на психоэмоциональную и нервно-психическую сферу, а их труд характеризуется как напряженный (3 – 4 балла) в спокойных условиях и очень напряженный (6 – 7 элементов по 5 баллов) – в сложных условиях плавания. Аналогичные различия отмечаются и между судовыми специалистами, несущими вахту, и занятыми др. судовыми работами.

Таблица 3

Категория условий труда судовых специалистов

Профессия	Вредность*	Тяжесть*	Напряженность*	Эргономичность	I_T	K_{UT}	I	Σ
Штурман	$1,7 \pm 0,20$	$1,4 \pm 0,29$	$2,8 \pm 0,31$	2,4±0,17	$\frac{22}{56}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2,5}{3,6}$	$\frac{18}{25}$
	$2,3 \pm 0,18$	$1,4 \pm 0,29$	$3,7 \pm 0,29$					
Матрос	$2,0 \pm 0,16$	$2,5 \pm 0,16$	$1,7 \pm 0,16$	2,1±0,10	$\frac{11}{30}$	$\frac{2}{4}$	$\frac{1,5}{2,5}$	$\frac{11}{27}$
	$2,9 \pm 0,20$	$3,1 \pm 0,90$	$2,5 \pm 0,17$					
Механик	$2,1 \pm 0,16$	$2,1 \pm 0,22$	$2,9 \pm 0,27$	3,1±0,10	$\frac{28}{58}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2,6}{3,7}$	$\frac{23}{29}$
	$2,8 \pm 0,19$	$2,2 \pm 0,20$	$3,7 \pm 0,26$					
Моторист	$2,3 \pm 0,20$	$2,6 \pm 0,15$	$2,5 \pm 0,24$	2,7±0,22	$\frac{28}{32}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2,5}{2,6}$	$\frac{26}{28}$
	$3,0 \pm 0,20$	$2,9 \pm 0,17$	$3,1 \pm 0,20$					
Электро-механик	$1,7 \pm 0,20$	$1,8 \pm 0,24$	$2,6 \pm 0,25$	2,8±0,21	$\frac{23}{31}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2,5}{2,6}$	$\frac{19}{24}$
	$2,1 \pm 0,16$	$1,9 \pm 0,22$	$3,1 \pm 0,18$					
Электрик	$1,7 \pm 0,20$	$2,1 \pm 0,22$	$2,1 \pm 0,23$	2,6±0,17	$\frac{19}{27}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{2,5}{2,8}$	$\frac{16}{22}$
	$2,1 \pm 0,16$	$2,2 \pm 0,20$	$2,7 \pm 0,16$					

Примечание: * – оценка элементов условий труда в спокойных (в числителе) и напряженных (в знаменателе) условиях плавания; Σ – количество неблагоприятных элементов (3 и более балла).

Таким образом, эффективность и надежность труда моряков в обычных условиях труда в полной мере детерминированы уровнем их ФС и работоспособности, т.е. их психофизиологическими качествами. Экстремальные условия плавания требуют большего участия высших психических функций, психоэмоциональной устойчивости и напряжения соответствующих характерологических черт, т.е. в большей мере зависят от личностных особенностей человека.

Несмотря на попытку использовать несколько алгоритмов и формул расчета интегрального показателя условий труда, удовлетворительного

решения пока не найдено. Данная проблема заключается в необходимости полного и взвешенного учета максимально неблагоприятных факторов, их общего количества, удельного веса или "вклада" всех 4 составляющих (вредности, тяжести, напряженности и эргономичности труда), непосредственно формирующих совокупное воздействие на организм и психику работающего человека. Перечисленные недостатки существующих формул расчета отразились в различиях балльной оценки, особенно в зоне перехода между смежными категориями.

Оценка обитаемости военно-технического объекта как известно складывается из двух групп контрольных мероприятий:

1. Прямые измерения параметров факторов обитаемости объекта и соответствия их имеющимся нормативам (этот принцип был использован в приведенной выше методике).

2. Косвенная оценка обитаемости объекта по результатам медицинского контроля за состоянием здоровья и психофизиологического контроля за состоянием психофизиологических параметров и параметров работоспособности операторов, работающих в оцениваемом объекте. По мнению авторов [7]: "В процессе испытаний главное внимание уделяется первой группе контрольных мероприятий, однако при этом эффективно могут использоваться и некоторые мероприятия второй группы особенно психофизиологический контроль и контроль работоспособности оператора."

Возможность измерения параметров обитаемости при создании объектов впервые появляется в период испытаний функциональных макетов и головных образцов техники и вооружения. На этом этапе целесообразно проводить измерение и оценку параметров микроклимата, освещения, уровня и спектрального состава акустических шумов и вибраций, газового состава воздуха и химических примесей в нем, электромагнитных излучений, аэронного состава воздуха и некоторых других факторов. По результатам измерения параметров факторов обитаемости и сопоставления их с установленными для каждого фактора нормативными значениями можно рассчитывать единый коэффициент условий труда U , который однозначно учитывает совместно средние по множеству относительные отклонения всех параметров рабочей среды от нормативных [7]:

$$U = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^{k_j} a_{ij}}{\sum_{j=1}^n k_j}, \quad (4)$$

где n – количество рабочих мест, на которых измерялись факторы обитаемости; k_j – количество параметров, контролировавшихся на каждом рабочем месте; i, j – номера параметров и рабочего места соответственно; a_{ij} – показатель отклонения фактического значения i -го параметра j -го рабочего места F_{ij} от нормативного значения N_{ij} , рассчитываемый по формуле:

$$a_{ij} = \frac{F_{ij}}{N_{ij}} \quad \text{при } F_{ij} < N_{ij} \quad (5)$$

(при $F_{ij} > N_{ij}$ рассчитывается обратная величина отношения).

Данная методика, как уже было сказано выше, оптимальна на этапе разработки опытных образцов вооружения и боевой техники. Установка разнообразных датчиков и измерительной аппаратуры параметры внешней по отношению к экипажу танка среды не учитывают характеристики конкретного организма человека и не позволяют оценивать утомляемость и т.п. Для оценки состояния и эффективности работы экипажей бронетанковой техники на этапе войсковой эксплуатации в процессе ее модернизации, по нашему мнению целесообразно ориентироваться на косвенные методы определения условий обитаемости. К ним относятся признаки функционального состояния организма, проявляющиеся в заданной деятельности (решения задач, реакции на сигналы и т.п.), причем обычно исследуются функции центральной нервной системы: функции внимания, памяти, простых и сложных сенсомоторных реакций, показателей количества воспринятой и переработанной информации. ошибка при приеме ее и осуществлении заданных ответных действий. Функциональное состояние организма человека в процессе работы претерпевает определенные изменения, которым следует и изменение работоспособности. Существует целый ряд отработанных в медицинской практике методик оценки состояния сердечно-сосудистой системы, позволяющий косвенно судить о текущем состоянии организма человека.

К ним относятся: измерение частоты пульса, величины артериального давления, запись электрокардиограммы, проведения функциональных специальных проб и пр. Кроме того, измерение температуры тела, также позволяет косвенно оценить работоспособность человека. Все эти вышеуказанные методики наряду с положительными чертами обладают и рядом общих недостатков:

- 1) требуется специальная подготовка оператора;
- 2) сложность аппаратуры затрудняет проведение измерений в т.н. полевых условиях и непосредственно в процессе боевой работы;
- 3) результаты измерений требуют дополнительной обработки и расшифровки;
- 4) самый основной недостаток состоит в том, что измерения дают косвенную оценку состояния организма человека, не учитывая его индивидуальные особенности.

В отечественной и зарубежной медицинской диагностике на протяжении последнего времени получил широкое распространение метод Фолля [12]. Физиологическая особенность биологически активных точек (БАТ)

состоит в том, что через соответствующие участки спинного мозга каждая точка связана с состоянием и функционированием определенных органов и систем (или их частей). При заболевании или временных функциональных нарушениях все вышеперечисленные параметры БАТ отклоняются от нормальных значений. Совокупность точек, связанных с системой или органом, называется "меридианом" или "каналом", а взаимодействие "меридианов" обеспечивает циркуляцию энергии в организме и называется акупунктурой системой. Методы снятия физических параметров основаны на том, что у БАТ значения ряда физических характеристик сильно отличаются от окружающих тканей. БАТ представляют собой выделенные области эпидермиса диаметром 2 – 3 мм. Они характеризуются повышенной концентрацией капилляров и нервных окончаний, мелких лимфатических протоков, а также целым рядом необычных физических и физиологических свойств. Для БАТ характерно повышенное выделение углекислого газа, повышенная температура (на 0,2 °С) и пониженное сопротивление (около 100 кОм в норме). В области БАТ зарегистрирована импульсная активность потенциала, более высокая проводимость звуковой частоты, и, наконец, здесь выделяют две доминирующие частоты 7 – 10 Гц и 15 – 20 Гц механических колебаний и низко амплитудные нерегулярные колебания биопотенциала в диапазоне 0,1 – 1,0 Гц с амплитудой 50 00 мВ, носящие незатухающий характер. При нарушении функций органов сопротивления соответствующих БАТ может меняться (увеличиваться или уменьшаться), в зависимости от остроты патологического процесса).

Немецкий врач гомеопат Фоль предложил качественные меры сравнения результатов точечных измерений с паталого-анатомическим анализом состояния органов и систем. Сказанное иллюстрируется в табл. 4. Поэтому эти значения (табл. 4) следует рассматривать как ориентиры, позволяющие врачу в совокупности с другими диагностическими данными, принимать решения о состоянии органов или систем пациента. Приведенные в таблице значения характеризуют лишь уровень начального энергетического состояния органа или системы. Количественной мерой оценки состояния органа или системы является динамика изменений измеряемых результатов в ТА в течение некоторого времени (падение стрелки). Эффект "падения стрелки" и является главным диагностическим параметром при точечной диагностике. Больше того, сама скорость падения стрелки характеризует состояние органа. Результаты измерений позволяют получить объективную информацию о состоянии организма в динамическом режиме.

Соответствующие устройства и их связь с БАТ должны отвечать структурной схеме диагностико-терапевтического устройства получения информации о процессах в организме с выводом через БАТ меридиана, показанной на рис. 6 [13]. Как видно из структурной схемы на рис. 6, тестов-

вый сигнал подводится к БАТ некоторого определенного (j -го) меридиана, а информация о реакции соответствующего органа или системы снимается с других БАТ данного (j -го) или связанных с ним ($j + k, \dots, N$) меридианов.

Таблица 4
Сравнительные данные измерений
с паталого-анатомическим состоянием

Измеренные значения (ДШ)	Паталого-анатомическое состояние
90 – 100	Общее воспаление
80 – 88	Частичное воспаление
66 – 80	Суммарное раздражение
52 – 65	Возбуждение в физиологической области
50	Идеальное значение
40 – 48	Начальная дегенерация
30 – 38	Прогрессирующая дегенерация
20 – 28	Далеко зашедшая дегенерация
Ниже 20	Последняя стадия дегенерации

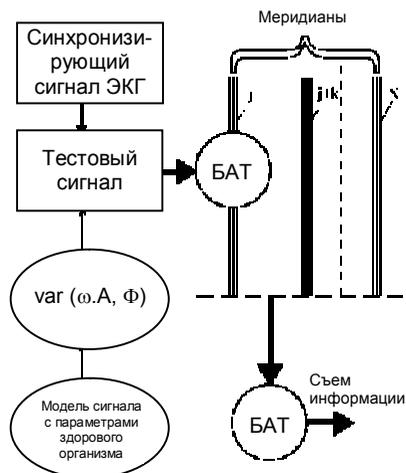


Рис. 6. Структурная схема
диагностико-терапевтического
устройства

Кроме того, в тестовом сигнале в ручном и/или автоматическом режиме варьируется частота, амплитуда A и форма Φ сигнала. Предусмотрена возможность синтеза тестовых сигналов (через подбор параметров, A и Φ), адекватных модели сигнала с параметрами здорового организма.

Недостаток данного устройства состоит в том, что оно рассчитано на применение в стационарных условиях и вряд ли может быть использовано для установки в танк. Следовательно, необходимо разработать более упрощенное, компактное устройство, работающее по принципу "да – нет" с набором стандартных тестовых программ позволяющих оперативно оценить состояние организма человека в целом или его важнейших систем. Текущая информация о состоянии членов экипажа и прежде всего механика – водителя должна постоянно поступать на пульт командиров танка и соответствующего подразделения, что позволит им оперативно принимать соответствующие решение. На изменение режима работы, применения мер защиты, стимулирующих препаратов и т.п. Кроме того, использование данного метода диагностики позволяет определять факт применения противником такого перспективного оружия, как электромагнитного. Решение этой актуальной задачи должна стать темой отдельных публикаций.

Выводы. Проанализированы условия работы экипажей танков и иной бронетанковой техники, основные направления ее модернизации показаны основные негативные факторы физического и химического происхождения и их влияние на организм человека. Рассмотрены основные методы оценки обитаемости военных объектов и состояния организма человека. В статье предложено использовать метод диагностики состояния организма человека с помощью БАТ (метод Фолля) с целью оптимизации режима и условий работы экипажей существующих и перспективных боевых машин, а также определения факта применения противником такого перспективного оружия, как электромагнитного.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимофеев М. Танки в XXI веке // *Независимое военное обозрение*. – 2005. – № 1 (410). – С. 12 – 17.
2. Патент на изобретение RO 2 138 004 C1.
3. Бескурников А. Удар и защита. – М.: Молодая гвардия, 1974. – 208 с.
4. Иванов О. Разработка основных боевых танков 4-го поколения за рубежом. – [Электр. ресурс]. – Режим доступа: <http://btvt.by.ru/foreign.htm>.
5. Полная энциклопедия танков мира, 1915 – 2000 гг. / Сост. Г.Л. Холявский. – Минск.: ООО "Харвест". – 2000. – 576 с.
6. Шмелев И.П. История танка (1916 – 1996). Энциклопедия техники. – М.: Техника – молодежи, 1996. – 208 с.
7. Пухов В.А., Фокин М.Г. Медико-техническое обеспечение труда специалистов. – М.: МО СССР, 1979. – 160 с.
8. Черепнёв И.А., Соловьев А.В., Чернявский И.Ю. и др. Новые требования к обитаемости жилья в условиях современного мегаполиса // *Сборник научных трудов Харьковской государственной академии городского хозяйства*. – К.: Техніка. – 2002. – Вып. 44. – С. 177 – 182.
9. Вязицкий П. О человеке забыли // *Военный вестник*. – М. – 1991. – № 4. – С. 10 – 14.
10. Костенко Ю.П. Танк (человек, среда, машина). – Москва-Архангельск, 2001. – 192 с.
11. Демидова Т.В., Псядко Э.М., Плетис И.В. Факторы условий труда и их влияние на заболеваемость моряков // *Вісник морської медицини*. – К. – 2001. – № 1 (13). – С. 10 – 16.
12. Черепнёв И.А. Обоснование направлений некоторых методов диагностики состояния биологических объектов // *Вестник Международного Славянского университета*. – Х.: МСУ. – 2004. – Т. 7, № 2. – С. 22 – 28.
13. Горяев П.П. Волновой геном. – М.: Общественная польза, 1994. – 280 с. (*Энциклопедия Русской Мысли*. – Т. 5).

Поступила 4.05.2005

Рецензент: доктор технических наук профессор А.С. Черепнёв,
Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства.