

УДК 623.942.2  
623.592

Бондарь А.И., Гужва Ю.М., Дегтярь С.М., Магерамов Л.К.-А., Смоляков В.А.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БРОНЕТАНКОВОЙ ТЕХНИКИ

### Введение

В последние годы во всем мире наметилась тенденция на широкое применение компьютерных средств обучения при подготовке личного состава сухопутных войск. Казенное предприятие «Харьковское конструкторское бюро по машиностроению им. А.А. Морозова», имея 15-летний опыт в разработке, производстве, поставке компьютерных средств обучения бронетранспортеров, БМП-2, танков Т-55, Т-72, Т-64, Т-80УД, "Аль-Халид" как в зарубежные страны, так и для нужд Вооруженных Сил Украины, является ведущим предприятием на Украине по созданию современных компьютерных средств обучения. Исходя из опыта создания и эксплуатации компьютерных средств обучения и в первую очередь комплексных тренажеров экипажа танка, целесообразно провести расчет экономической эффективности применения современных компьютерных тренажеров при обучении эксплуатации бронетанковой техники (далее – эффективности).

### Цель работы

Целью работы является получение выражения для определения составляющих годового экономического эффекта, получаемого в результате применения современных компьютерных тренажеров при обучении эксплуатации бронетанковой техники.

### Основная часть

При оценке эффективности внедрения тренажера сравниваются два варианта обучения: первый – традиционный, когда обучение экипажа происходит с применением плакатов, стендов, учебной техники, и второй – когда профессиональные навыки экипажи приобретают, используя в процессе обучения современный компьютерный тренажер, который моделирует объект управления, среду объекта управления и др.

При обучении экипажей боевых машин традиционным методом используются плакаты, учебные стенды, кинотренажеры, а после получения теоретических навыков - обучение непосредственно на боевой технике.

Во время отработки упражнений по вождению выполняются предусмотренные условиями упражнения нормативы с выставлением оценок, которые входят в общую оценку за выполнение упражнения.

При обучении по традиционному варианту на обучение одного экипажа (механик-водитель, наводчик, командир) расходуется три месяца календарного времени и 100 км пробега единицы учебной техники – учебного танка. Известно, что при традиционном методе обучения при использовании 8 учебных танков пропускная возможность учебного центра составляет 48 экипажей в год.

Подготовка и организация занятий по вождению включает:

- подготовку руководителя занятия;
- выбор и подготовку маршрута для вождения и учебных мест;
- определение необходимого количества машин для вождения, личного состава для оцепления, регулировки, технического и медицинского обеспечения занятий, подготовка личного состава и техники к проведению занятия

Для руководства стрельбой и ее обслуживанием, обеспечения выполнения мер безопасности во время стрельб назначаются:

- старший руководитель стрельб;
- руководитель стрельб на участке;
- начальник оцепления и подразделение для проведения оцепления;
- дежурный врач;
- начальник пункта боевого поставки;
- дежурный связист;
- артиллерийский техник;
- начальник метеопоста;

– начальник поста освещения (во время выполнения стрельб ночью с использованием осветительных ракет)

К выполнению упражнений на машинах допускаются курсанты только после усвоения приемов управления на тренажерах, изучения материальной части вооружения и боеприпасов, требований техники безопасности, основ и правил выполнения стрельб.

В конце обучения курсанты обязаны сдать экзамен на присвоение квалификации механика-водителя 3-го класса.

В связи с несовершенством существующих учебных средств, т.к. кинотренажеры, имеющиеся в учебных центрах, были произведены в 80-х годах XX века морально устарели, а в большинстве случаев находятся в не рабочем состоянии, в настоящее время методы подготовки имеют акцент в обучении непосредственно на боевой технике. Безусловно обучение непосредственно на боевой технике есть лучшим способом, однако оно сопряжено с значительными финансовыми затратами, риском для личного состава и является источником загрязнения окружающей среды.

При обучении экипажей боевых машин методом с использованием современных компьютерных тренажеров в процессе подготовки боевой техники, использование в процессе обучения боевой техники, а также личного состава, занятого для сопровождения стрельб значительно сокращается.

Современные компьютерные тренажеры позволяют привить обучаемым навыки работы с приборами и органами управления на рабочих местах механика-водителя, наводчика и командира, до автоматизма отработать действия при штатных и нештатных ситуациях, позволяют наиболее полно симитировать обстановку а также зрительные и тактильные воздействия на обучаемого. После обучения на тренажерах курсанты сдают экзамен на боевых машинах.

### Расчет годовых эксплуатационных затрат по традиционному методу обучения

Полный пробег танка до капитального ремонта в зависимости от типа танка в среднем составляет 12000 км. Учитывая, что учебные танки подвержены повышенному износу по причине неправильных действий обучаемых, примем, что пробег учебного танка до капитального ремонта в среднем в два раза меньше пробега до капитального ремонта обычного танка и составляет 6000 км.

Затраты на один капитальный ремонт танка в среднем составляют 40 % его первоначальной стоимости.

Общий учебный пробег 8-ми учебных танков за год для обучения 48 экипажей с учетом пробега для одного экипажа равного 100 км, составляет 4800 км, при этом пробег одного учебного танка за год составляет 600 км.

Среднее количество капитальных ремонтов учебного танка за год определяется как отношение пробега одного учебного танка за год и его до капитального ремонта, что составляет 0,1 для одного учебного танка и соответственно 0,8 для восьми учебных танков.

Тогда среднегодовые затраты на капитальные ремонты 8-ми учебных танков составляют:

$$Z_{\text{КР}} = 0,8 \cdot 0,4 \cdot C_T \text{ или } Z_{\text{КР}} = 0,32 \cdot C_T, \quad (1)$$

где  $C_T$  – стоимость учебного танка; 0,8 – среднее количество капитальных ремонтов 8-ми учебных танков за год; 0,4 – коэффициент стоимости одного капитального ремонта одного учебного танка от его первоначальной цены.

Учитывая, что по традиционному методу необходимо как минимум 8 инструкторов, имеем фонд оплаты работы учебного персонала:

$$\Phi_1 = 8 \cdot \Phi, \quad (2)$$

где 8 – количество инструкторов;  $\Phi$  – фонд оплаты труда одного инструктора.

Затраты, связанные с износом для одного учебного танка составляют 25 % от его первоначальной стоимости, т.е. для восьми учебных танков годовые затраты износа:

$$Z_{\text{ИЗ}} = 8 \cdot 0,25 \cdot C_T \text{ или } Z_{\text{ИЗ}} = 2 \cdot C_T, \quad (3)$$

где 0,25 – годовой износ одного учебного танка.

Стоимость потребляемой электроэнергии для обучения 48 экипажей при обучении традиционным методом принимаем равной нулю, т.к. потребители электроэнергии (тренажер) отсутствуют.

Затраты на текущий и профилактический ремонты (исходя из опыта эксплуатации) принимаются равными 1 % от стоимости каждого учебного танка:

$$Z_{\text{ИПР}} = 0,08 \cdot C_T, \quad (4)$$

где 0,08 – коэффициент текущих и профилактических ремонтов для 8-ми учебных танков.

Затраты на горюче-смазочные материалы и на затратные материалы для 8 учебных танков:

$$Z_{\text{ГСМ}} = 1,3 \cdot d_1 \cdot M_P \cdot (e_M \cdot u_M + e_T \cdot u_T) \div 100, \quad (5)$$

где  $d_1$  – пробег учебного танка для обучения одного экипажа;  $M_P$  – годовая пропускная возможность учебного центра;  $e_M, e_T, u_M, u_T$  – расход на 100 км и цена 1-го литра масла и топлива соответственно; 1,3 – коэффициент затрат на другие затратные материалы.

Стоимость боеприпасов, которые расходуются при обучении 48 экипажей:

$$Z_{\text{Б}} = M_P \cdot (P_{\text{БВР}} \cdot u_{\text{БВР}} + P_{\text{Ф}} \cdot u_{\text{Ф}} + P_{\text{К}} \cdot u_{\text{К}} + P_{\text{П}} \cdot u_{\text{П}} + P_{\text{ПР}} \cdot u_{\text{ПР}}), \quad (6)$$

где  $P_{\text{БВР}}, P_{\text{Ф}}, P_{\text{К}}, P_{\text{П}}, P_{\text{ПР}}, u_{\text{БВР}}, u_{\text{Ф}}, u_{\text{К}}, u_{\text{П}}, u_{\text{ПР}}$  – количество выстрелов и цена соответствующего типа боеприпаса.

Всего годовые затраты при обычном методе обучения составляют:

$$Z_1 = Z_{\text{КР}} + \Phi_1 + Z_{\text{ИЗ}} + Z_{\text{ИПР}} + Z_{\text{Б}} + Z_{\text{ГСМ}}. \quad (7)$$

Для расчета годовых эксплуатационных затрат по методу обучения с использованием тренажера имеем следующие исходные данные:

$C_T$  – стоимость учебного танка;

$C_{\text{ТР}}$  – цена тренажера.

Для метода с использованием тренажера пробег учебного танка для обучения одного экипажа пропорционально составляет в среднем 16,6 км. Общий учебный пробег учебных танков за год для 48 экипажей составляет 800 км.

Количество учебных танков, необходимых для обучения 48 экипажей с учетом календарного времени и количества обучаемых экипажей составляет 2 танка, при этом пробег каждого учебного танка составляет 400 км в год.

Среднее количество капитальных ремонтов одного учебного танка за год с учетом его общего пробега и пробега до капитального ремонта составляет 0,067 ремонтов, а двух учебных танков соответственно 0,134.

Среднегодовые затраты на капитальные ремонты для двух учебных танков при периодичности капитальных ремонтов составляют:

$$Z_{\text{КР2Т}} = 0,0536 \cdot C_T, \quad (8)$$

где 0,0536 – коэффициент капитальных ремонтов.

Среднегодовые затраты на один капитальный ремонт тренажера при периодичности капитального ремонта – 1 раз в 5 лет, составляют:

$$Z_{\text{КРТР}} = 0,4 \cdot C_{\text{ТР}} \div 5 \quad \text{или} \quad Z_{\text{КРТР}} = 0,08 \cdot C_{\text{ТР}}. \quad (9)$$

Среднегодовые затраты на капитальный ремонт двух учебных танков и тренажера составят:

$$Z_{2KP} = Z_{KP2T} + Z_{KPTR} \quad \text{или} \quad Z_{2KP} = 0,0536 \cdot C_T + 0,08 \cdot C_{TP}. \quad (10)$$

Фонд оплаты труда при методе обучения с применением тренажера:

$$\Phi_2 = 3 \cdot \Phi, \quad (11)$$

где 3 – количество сотрудников учебного персонала.

Годовые затраты, связанные с износом двух учебных танков и одного тренажера определяются исходя из того, что годовой коэффициент износа одного учебного танка – 25 % от его первоначальной стоимости, а годовой коэффициент износа тренажера – 24 % от его первоначальной стоимости:

$$Z_{2ИЗ} = 0,24 \cdot C_{TP} + 0,5 \cdot C_T. \quad (12)$$

Стоимость электроэнергии, потребляемой тренажером за год эксплуатации составляет около 0,3 % от стоимости тренажера, а от стоимости танка соответственно 0,06 %, поэтому существенного влияния на увеличение затрат на обучение при применении тренажера не оказывает.

Затраты на текущий и профилактический ремонт исходя из опыта эксплуатации принимаются равными 1 % от стоимости тренажера и учебного танка соответственно:

$$Z_{2ПР} = 0,01 \cdot C_{TP} + 0,02 \cdot C_T. \quad (13)$$

Затраты на горюче-смазочные материалы и на затратные материалы:

$$Z_{2ГСМ} = 1,3 \cdot d_2 \cdot M_P (e_M \cdot u_M + e_T \cdot u_T) \div 100, \quad (14)$$

где  $d_2$  – пробег учебного танка для обучения одного экипажа.

Стоимость боеприпасов, которые расходуются при обучении 48 экипажей:

$$Z_{2Б} = M_P \cdot (P_{2БР} \cdot u_{БР} + P_{2Ф} \cdot u_{Ф} + P_{2К} \cdot u_{К} + P_{2П} \cdot u_{П} + P_{2Р} \cdot u_{Р}), \quad (15)$$

где  $P_{2БР}$ ,  $P_{2Ф}$ ,  $P_{2К}$ ,  $P_{2П}$ ,  $P_{2Р}$ ,  $u_{БР}$ ,  $u_{Ф}$ ,  $u_{К}$ ,  $u_{П}$ ,  $u_{Р}$  – количество выстрелов и цена соответствующего типа боеприпаса.

Всего годовые эксплуатационные затраты по методу обучения с применением тренажера и сдачей нормативов на двух учебных танках при обучении 48 экипажей за год составляют:

$$Z_2 = Z_{2KP} + \Phi_2 + Z_{2ИЗ} + Z_{2ПР} + Z_{2Б} + Z_{2ГСМ}. \quad (16)$$

В данном случае для оценки эффективности используется традиционная методика определения годового экономического эффекта:

$$\mathcal{E} = Z_1 - Z_2, \quad (17)$$

где  $Z_1$  и  $Z_2$  – соответственно годовые эксплуатационные затраты по традиционному методу (без использования тренажера) и методу обучения с использованием тренажера.

Учитывая численные данные о количестве боеприпасов, используемых при обоих методах обучения:  $P_{1БР}=12$  шт.,  $P_{1Ф}=16$  шт.,  $P_{1К}=42$  шт.,  $P_{1П}=370$  шт.,  $P_{1Р}=2$  шт.,  $P_{2БР}=2$  шт.,  $P_{2Ф}=3$  шт.,  $P_{2К}=7$  шт.,  $P_{2П}=62$  шт.,  $P_{2Р}=1$  шт. и то, что стоимость тренажера экипажа составляет в среднем 20% стоимости нового танка, проведя необходимые вычисления, получаем окончательное выражение для определения годового экономического эффекта:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} = & 1,7604 \cdot C_T + 5 \cdot \Phi + 52,04 \cdot (\epsilon_M \cdot c_M + \epsilon_T \cdot c_T) + \\ & + 480 \cdot c_{BP} + 624 \cdot c_\Phi + 1680 \cdot c_K + 14784 \cdot c_\Pi + 48 \cdot c_P. \end{aligned} \quad (18)$$

Годовой экономический эффект применения в обучении личного состава одного тренажера экипажа танка Т-64Б(БВ) составил 40,9 млн.грн.

### Выводы

Проведенный расчет годового экономического эффекта показывает, что при применении в обучении личного состава бронетанковых войск современных компьютерных тренажеров уже после первого года эксплуатации получаем экономию в расчете эксплуатации одного тренажера экипажа танка:

- более 176% первоначальной стоимости учебного танка;
- сокращение фонда оплаты инструкторов на 5 человек;
- сокращение расходов на горюче-смазочные материалы в 6 раз;
- сокращение расходов на боеприпасы:
  - на бронебойные снаряды: на 480 снарядов или в 6 раз;
  - на осколочно-фугасные снаряды: на 624 снаряда или более чем в 5 раз;
  - на кумулятивные снаряды: на 1680 снарядов или в 6 раз;
  - на патроны: 14784 патронов или в 6 раз;
  - на управляемые ракеты: на 48 управляемых ракет или в 2 раза.

### Литература

1. Курс стрільб зі стрілецької зброї і бойових машин Сухопутних військ (КС СЗ і БМ СВ-2004) Київ, 2004.– 264 с.
2. Курс водіння бойових машин Сухопутних військ (КВБМ СВ-99) Київ: Варта, 1999.– 270 с.
3. Бойовий статут Сухопутних військ. Частина 3.Взвод, відділення, танк. Київ: Варта, 1995.– 235 с.
4. Збірник операційних карт по виконанню нормативів з технічної підготовки для механізованих, танкових і розвідувальних підрозділів. Київ, 2002.– 262 с.
5. Расчеты экономической эффективности новой техники: Справочник. Под редакцией К.М. Великанова.– Ленинград: Машиностроение, 1975.– 430 с.

УДК 623.942.2  
623.592

Бондар О.І., Гужва Ю.М., Дегтяр С.М., Магерамов Л.К.-А., Смоляков В.А.

### ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ТРЕНАЖЕРІВ ПРИ НАВЧАННІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БРОНЕТАНКОВОЇ ТЕХНІКИ

У статті проведено визначення складових річного економічного ефекту застосування сучасних комп'ютерних тренажерів при навчанні експлуатації бронетанкової техніки, вплив кожного з них на число значення річного економічного ефекту, отримано математичне вираження розрахунку річного економічного ефекту.

Bondar A.I., Guzhva Y.M., Degtyar S.M., Mageramov L.K.-A., Smolyakov V.A.

### DETERMINATION TO COST-PERFORMANCE OF THE USING MODERN COMPUTER SIMULATOR UNDER TRAINING USAGES OF THE ARMORED TECHNOLOGY

In article components of annual economic benefit of application of modern computer training apparatus are defined at training of operation of armored technics, influence of each of them on numerical value of annual economic benefit, mathematical expression of calculation of annual economic benefit is received.