

С.І. ВІХЛЯЄВА, канд.екон.наук, проф., НТУ “ХПІ”;
Л.В. БЕРЕЗОВЕНКО, магістр фінансового управління, Академія ВМС
ім.П.С.Нахімова, Харків

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРІБНОЇ КІЛЬКОСТІ ТРЕНАЖЕРІВ ТА ЗРАЗКІВ ТЕХНІКИ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ВІЙСЬКОВИХ ФАХІВЦІВ

В статті представлено техніко-економічне обґрунтування доцільності використання тренажерів для підготовки військових фахівців. Визначено потрібну кількість, раціональне співвідношення ступеню складності та номенклатури тренажерного комплексу згідно показнику вартості. Обґрунтовано доцільність впровадження тренажерної підготовки та використання озброєння та військової техніки без зниження рівня підготовки.

Ключові слова: економічна доцільність, комплексний тренажер, моделювання, раціональне співвідношення часу підготовки.

Вступ. В теперішній час підготовка військових спеціалістів є дорогим процесом, витрати в якому повністю визначаються складністю технічних систем, для яких готують операторів. При цьому все більшого поширення набувають тренажери та тренажерні комплекси, при складанні яких прагнення якомога більшою мірою забезпечити їх ідентичність зразком техніки взагалі і озброєння зокрема, призвело до того, що самі тренажери стали досить складними технічними об'єктами. Це, в свою чергу, відображається на вартості тренажерів, яка для різних об'єктів техніки може бути порівнянна з витратами на закупівлю зразка. Так, авіаційний динамічний тренажер екіпажу спеціального типу Воіng коштує 50% ціни літака (14-18 млн. дол.), а тренажер механіка-водія бронетранспортера коштує приблизно 200 тис. грн.

Аналіз останніх досліджень та літератури. Питаннями навчально-тренувального процесу підготовки військових фахівців, досягненням відповідності підготовки тих, хто проходить тренування професійно-кваліфікаційним вимогам щодо змісту виконуваних функцій, проведенням техніко-економічного обґрунтування створених вітчизняними виробниками тренажерів приділялось багато уваги у працях Волкова О.А., Лушніченко В.М., Матвієвського О.М., Руснак І. С., Шевченко В.Л. [4,6]. Але питання проведення техніко-економічних обґрунтувань при прийнятті управлінських

рішень - визначенні раціонального співвідношення тренажерів та зразків озброєння у навчальному процесі в умовах обмеженого фінансування потребує подальших досліджень.

Мета досліджень. Повсюдне впровадження тренажерних комплексів при підготовці військових фахівців обумовлене наступними факторами:

- по-перше, підготовка безпосередньо на зразках техніки, потребує значних ресурсних витрат, але ця техніка має обмежений ресурс. Виникає завдання – мінімізувати витрати технічного ресурсу та зменшити ризик травмування особового складу під час навчання;

- по-друге, в умовах реформування Збройних Сил України при безперервному скороченні видатків на армію, підвищення її ефективності, необхідно використовувати такі методи підготовки військових фахівців, які дозволяють скоротити часові та фінансові витрати.

Крім цього, враховуючи те, що безперервно підвищуємо складність тренажерів, про яку вже велася мова, веде до росту їх вартості, слід підкреслити, що максимальна ступень адекватності для зразка озброєння та військової техніки не може перевищувати 40%, що пов'язано з відсутністю загрози загибелі оператора. Тому, можливо зробити висновок, що існує де яка доцільна межа, після якої підвищувати складність комплексного тренажера недоцільно. В той же час, враховуючи дуже високу вартість тренажерного комплексу, доцільно відпрацьовувати окремі навички на тренажерах меншої складності, а відповідно і вартості.

Тому, практично важливим є завдання – зіставити витрати на навчальний тренажерний комплекс, який складається із комплексного тренажера та тренажерів меншого ступеню складності, які у свою чергу нижче по витратам за умови як мінімум не зниження рівня підготовки та не збільшення часу навчання.

Матеріали досліджень. Навчальний процес у вищих військових навчальних закладах (ВВНЗ) здійснюється в таких організаційних формах: навчальні заняття, самостійна робота, практична підготовка, контрольні заходи.

Практична підготовка курсантів є необхідним компонентом військово-професійної підготовки випускників ВВНЗ. Вона проводиться у різних формах: первинна військово-професійна підготовка, навчальна практика, ремонтна, корабельна та інші види практики, льотне навчання курсантів, військова та лікарська практики слухачів, військове (флотське) стажування курсантів. Практичні заняття на зразках озброєння та військової техніки проводяться з метою засвоєння їх побудови, оволодіння методами їх

застосування, експлуатації, ремонту і збереження, відпрацювання прийомів, визначених статутами, настановами, керівництвами [1].

Практична підготовка курсантів – одна із складових, яка може бути розглянута як резерв економії витрат на навчання курсантів.

У теперішній час особливу увагу приділяють навчанню курсантів за допомогою навчальних тренажерів та навчально-тренувальних комплексів (далі – тренажери), які заміщують бойову техніку. Це пояснюється економічною доцільністю та ефективністю навчання, у ході якого можна навчатися та багаторазове повторювати процес тренування. Так, за оцінкою військових експертів, в залежності від рівня складності авіаційного тренажера на ньому можливо відпрацювати від 50 до 90 % задач льотної та бойової підготовки екіпажів, зменшив при цьому вартість підготовки льотного складу.

В той же час, вартість тренажера суттєво залежить від ступеню складності техніки, функціонування якої він емітує, а також від ступеню удосконалення самого тренажера (статичний, динамічний, комплексний тощо). Так, авіаційний динамічний тренажер екіпажу спеціального типу Boeing коштує 50% ціни літака (14-18 млн.дол), а тренажер механіка-водія бронетранспортера коштує приблизно 200 тис.грн.

У теперішній час ВВНЗ МОУ мають на своєму оснащенні тренажери, які розподілені відповідно даним, наведеним у табл.1 [2].

Таким чином, у системі військової освіти 68,2 % тренажерів мають термін експлуатації понад 20 років, при цьому 38,5 % потребують ремонту або заміни [2]. Як свідчать дані таблиці, навчальна база підготовки фахівців, крім АСВ, яку мають ВВНЗ України, не відповідає рівню кваліфікаційних вимог, і для підвищення показників підготовки необхідні докорінні зміни.

Враховуючи різну вартість тренажерів, які використовуються при підготовці офіцерів різних видів Збройних Сил України та ступені оснащеності ними ВВНЗ, виникає задача - розробити метод техніко-економічного обґрунтування доцільності використання, що передбачає визначення потрібної кількості тренажерів, співвідношення часу тренажерної підготовки та використання озброєння та військової техніки (далі – ОВТ) для цих цілей без зниження рівня підготовки відповідних навичок.

Аналіз пропозиції розробників та виробників свідчить про те, що номенклатура тренажерів для підготовки військових фахівців у ВВНЗ є досить різноманітною і має свою специфіку для кожної спеціальності (спеціалізації) підготовки.

Таблиця 1 - Стан справ із забезпеченням тренажерами у ВВНЗ, од.(%)

Найменування ВВНЗ	Усього тренажерів	Термін експлуатації			Не справні, та потребують ремонту (заміни)	Планується до постачання у 2013-2016 рр.
		До 5 років	Від 6 до 20 років	Понад 20 років		
Харківський університет повітряних сил	4	2 (50%)		2 (50%)	2 (50%)	4
Академія військово-морських сил	20		2 (10%)	18 (90%)	7 (35%)	20
Військова академія (м. Одеса)	20	5 (25%)	1 (5%)	14 (70%)	9 (45%)	20
Академія сухопутних військ	57	14 (25%)	13 (23%)	30 (52%)	10 (17,5%)	57
Факультет військової підготовки НТУ «ХПІ»	29		5 (17%)	24 (83%)	20 (69%)	29
Військ інститут телекомунікацій та інформатизації НТУУ «КПІ»	5		1 (20%)	4 (80%)	4 (80%)	5
Всього	135	21 (15,5%)	22 (16,3%)	92 (68,2%)	52 (38,5%)	22

Умовно тренажери для підготовки військових фахівців у ВВНЗ можна розподілити на три групи:

перша – тренажери, що забезпечують формування загальновійськових практичних умінь та навичок майбутнього офіцера незалежно від обраної спеціальності (стрілецькі тренажери та тренажери автомобільної техніки);

друга – тренажери для формування у випускників ВВНЗ спеціальних умінь та навичок щодо роботи на зразках озброєння та військової техніки видів та родів військ (сил) Збройних Сил України в якості номерів бойових розрахунків (обслуг) відповідно до спеціальності (спеціалізації) підготовки;

третя – тренажери для формування вмінь та практичних навичок щодо управління підрозділами в ланці відділення (екіпаж) – взвод – рота.

При цьому тренажерна база ВВНЗ повинна бути невід’ємною складовою тренажерної бази видів Збройних Сил України (родів військ, спеціальних військ), які використовуються для підтримання рівня навичок бойової підготовки у період між навчаннями та тренуваннями, а також для контролю кваліфікаційного рівня операторів.

З урахуванням вищевикладеного, Департаментом військової освіти та науки МОУ визначені орієнтовані показники щодо забезпечення ВВНЗ тренажерами, на підставі яких доцільно розробити відповідні нормативні документи [3]. Основним показником запропонована норма забезпечення тренажерів першої та другої групи із розрахунку один - на 10 навчасмих, а тренажерів третьої групи – один - на 30 навчасмих (або на ВВНЗ). Вищевказані показники дозволяють визначити напруженість тренажерів (добову, місячну тощо) та, порівнявши ці дані з потребою у даному виді підготовки або співвідношення часу навчання на тренажері та на об’єкті, визначити доцільність закупівлі тренажеру.

В теперішній час однією із вимог до розробки зразка озброєння та військової техніки є те, що комплексно замовляється та постачається:

- зразок;
- система обслуговування при експлуатації;
- система навчання з тренажерними комплексами.

Використання тренажерів у навчальному процесі – це не тільки вимога часу, а наявність вищевказаної системи розробки, яка передбачає, що витрати по розробці та впровадженню тренажеру (враховуючи його сертифікацію), несе розробник зразка. В теперішній час це особливо важливо, тому за причиною морального зносу ринкова ціна на комп’ютерну техніку за рік може падати на 50%, зміна поколінь радіоелектронної техніки та інформаційних технологій, його переоснащення, мініатюризація здійснюється кожні 3-5 років. Одним із важливих вимог доцільності закупівлі тренажерів є можливість їх модернізації, яка повинна відповідати зразкам озброєння та військової техніки, які використовуються у військах.

Задача моделювання щодо тренажерів зразків ОБТ, а саме бронетанкової техніки, може бути сформульована наступним чином:

$n_{ек}$ - кількість екіпажів, які необхідно підготувати.

Склад екіпажу: К-командир, Н- наводчик, МВ- механік –водій.

Згідно курсу водіння бойових машин (КВБМ) необхідно розрахувати:

1. загальний час підготовки МВ

$$t_{МВ}^{\Sigma} = t_{МВ}^1 \times n_{ек} \quad (1)$$

де t_{MB}^1 – час на підготовку одного механіка-водія;

2. загальний час на підготовку наводчика (за курсом стрільби)

$$t_H^{\Sigma} = t_H^1 \times n_{ек} \quad (2)$$

де t_H^1 – час на підготовку одного наводчика;

3. загальний час на підготовку командира

$$t_K^{\Sigma} = t_K^1 \times n_{ек} \quad (3)$$

t_K^1 – час на підготовку одного командира

З врахуванням виразів (1), (2) и (3) час підготовки екіпажів складає:

$$t_{ек}^n = t_{MB}^1 \times n_{ек} + t_H^1 \times n_{ек} + t_K^1 \times n_{ек} = n_{ек} \times (t_{MB}^1 + t_H^1 + t_K^1) \quad (4)$$

В моделі розглянуто два варіанта:

1 варіант: $N_{тр}$ – кількість комплексних тренажерів;

2 варіант. $N_{мп}$ - 1 - комплексний тренажер,

N_2 - кількість функціональних тренажерів,

N_3 - кількість тренажерів первинних навичок.

Строк окупності - нормативна величина $C_{ок}$ (у часовому вимірі)

Z_N^1 – затрати на 1 комплексний тренажер,

$Z_{N_2}^1$ – затрати на 1 функціональний тренажер;

$Z_{N_3}^1$ – затрати на 1 тренажер первинних навичок.

Задачі моделювання:

1. Співпоставити варіанти з урахуванням не тільки строку окупності, але і потрібної кількості чоловік, яких необхідно навчити за час строку окупності.

2. Визначити економічну доцільність та пропускну спроможність тренажера, а точніше тренажерних комплексів по 1 варіанту - всі комплекси, а по II варіанту – з ієрархічною структурою окупності тренажерів.

Розглянемо 1 варіант:

Капітальні затрати на закупівлю тренажерів ($K_{ТЖ}$)

$$K_{ТЖ} = C_{ТЖ} \times N_{тр} \quad (5)$$

де $\Pi_{\text{тж}}$ – вартість тренажера

Затрати на навчання однієї особи ($Z_{\text{н}}^1$)

$$Z_{\text{н}}^1 = (\text{ФОП} + Z_{\text{Е}} + Z_{\text{ін}}) + \frac{K_{\text{тж}}}{C_{\text{ок}}} \quad (6)$$

Повинна виконуватися умова: $Z_{\text{н}}^1 < Z_{\text{навч.нат.об.}}^1$

$$Z_{\text{навч}}^n = Z_{\text{навч}} \times K_{\text{н}} \times H_{\text{ч}} \quad (7)$$

де $K_{\text{н}}$ – кількість навчаємих;

$H_{\text{ч}}$ – час на підготовку 1 навчаємого (годин)

Якщо ввести коефіцієнт складності для тренажерів:

для комплексного тренажера, $K_{\text{стк}} = 1$, кількість $N_{\text{тр}}$,

для функціонального, $K_{\text{стф}} = 0,5$, кількість $N_{\text{стф}}$,

для тренажера первинних навичок, $K_{\text{стп}} = 0,3$, кількість $N_{\text{стп}}$,

які відображають складність через їх вартість та відповідно кількість, тоді:

$$K_{\text{тж}} = \Pi_{\text{тж}}^1 \times N_{\text{тр}} + \Pi_{\text{тж}}^1 \times N_{\text{стф}} \times K_{\text{стф}} + \Pi_{\text{тж}}^1 \times N_{\text{стп}} \times K_{\text{стп}} = \Pi_{\text{тж}}^1 \times (N_{\text{тр}} + N_{\text{стф}} \times K_{\text{стф}} + N_{\text{стп}} \times K_{\text{стп}}) \quad (8)$$

З урахуванням цієї умови, економія по капітальним витратам

$$\Pi_{\text{тж}}^1 \times N_{\text{тр}} > \Pi_{\text{тж}}^1 \times (N_{\text{тр}} + N_{\text{стф}} \times K_{\text{стф}} + N_{\text{стп}} \times K_{\text{стп}}) \quad (9)$$

$$\text{або } N_{\text{тр}}^1 > N_{\text{тр}} + N_{\text{стф}} \times K_{\text{стф}} + N_{\text{стп}} \times K_{\text{стп}} \quad (10)$$

Поділимо ліву та праву частини на $N_{\text{тр}}^1$:

$$\frac{N_{\text{тр}}^{\text{п}}}{N_{\text{тр}}^1} + K_{\text{стф}} \times \frac{N_{\text{стф}}}{N_{\text{тр}}^1} + K_{\text{стп}} \times \frac{N_{\text{стп}}}{N_{\text{тр}}^1} \quad (11)$$

Вираз (11) передбачає, що величини N_{ij} - цілі, позитивні числа, а

$K_{\text{стф}}$, $K_{\text{стп}}$ - визначені.

При $N_{\text{тр}}^1 = 1$ - вираз (11) рішення немає

Таким чином, слід шукати рішення для $N_{\text{тр}}^1 = 2, 3, 4, \dots, 10$

Якщо послідовно підставляти значення $N_{\text{тр}}^1$, $K_{\text{стф}}$, $K_{\text{стп}}$, то вираз (11) може бути приведений до вигляду:

$$1 > a_1 x + a_2 y + a_3 z \quad (12)$$

$$\text{де } a_1 = \frac{1}{N_{\text{тр}}^1}; \quad a_2 = \frac{K_{\text{стф}}}{N_{\text{тр}}^1}; \quad a_3 = \frac{K_{\text{стп}}}{N_{\text{тр}}^1};$$

побудувавши площину (рис.)

$$a_1 x + a_2 y + a_3 z = 1 \quad (13)$$

визначимо два півпростору.

При цьому, півпростір над площиною буде відповідати наборам поєднань a_1, a_2, a_3 - не задовольняючих нерівності (12), а відповідно і (11), а невід'ємні поєднання a_1, a_2, a_3 нижче площини (13) будуть задовольняти умовам (12) та (11).

Крім цього, точки перетину цієї площини (13) з осями координат будуть визначати максимальні значення (виключно) a_1, a_2, a_3

Таким чином $x = 0; y = 0$ – точка перетину з віссю OZ

$$a_3 z = 1$$

$$z = \frac{1}{a_3} = \frac{N_{\text{тр}}^1}{K_{\text{стп}}} \quad (14)$$

Аналогічно,

$$y = \frac{1}{a_2} = \frac{N_{\text{тр}}^1}{K_{\text{стф}}} \quad (15)$$

$$x = \frac{1}{a_1} = N_{\text{тр}}^1 \quad (16)$$

Таким чином, для нетривіального рішення $N_{\text{тр}}^2$ принаймні $N_{\text{тр}}^1 - 1$ та менш.

На підставі цього підходу з використанням виразу (11) надається можливим і рішення цієї задачі по визначенню коефіцієнтів складності тренажерів $K_{\text{стф}}$ та $K_{\text{стп}}$ (зворотня задача), які забезпечили виконання нерівності (11) за умовою визначеної кількості функціональних та простих тренажерів $N_{\text{стф}}$ та $N_{\text{стп}}$. Це, у свою чергу, визначає максимальну вартість цих тренажерів, при якій, ще виконуватиметься (11), природньо, що при вартостях нижче, чим визначенні таким чином, нерівність (11) буде виконуватися автоматично, та економія коштів від використання тренажерів різної складності буде вище (таблиці 2,3).

Таблиця 2 – Результат розрахунку за умов, що $N_{\text{тр}}^1 = 2$:

Види тренажерів	Коефіцієнт складності,		Точки перетину з осями,
	позначення	результат	
комплексний	$K_{\text{стк}}$	1	0,5
функціональний	$K_{\text{стф}}$	0,5	0,25
первинних навичок	$K_{\text{стп}}$	0,3	0,15

Таблиця 3 – Результат розрахунку за умов, що $N_{\text{тр}}^1 = 3$:

Види тренажерів	Коефіцієнт складності,		Точки перетину з осями,
	позначення	результат	
комплексний	$K_{\text{стк}}$	1	0,33
функціональний	$K_{\text{стф}}$	0,3	0,16
первинних нав.	$K_{\text{стп}}$	0,15	0,05

Рівняння площини у загальному вигляді:

$$a_1x + a_2y + a_3z = 1 \quad (17)$$

$$x = \frac{1}{a_1} - \frac{a_2y}{a_1} - \frac{a_3z}{a_1} \quad (18)$$

Тоді отримаємо два рівняння площин:

$$x(y,z)=2 - 0,5y - 0,3z \quad (19)$$

$$x(y,z)=3 - 0,053y - 0,0015z \quad (20)$$

Ці рівняння представляють собою площини, які відповідно до умов (12) визначають невід’ємну частину півпростору, у якому знаходяться поєднання (цілі числа) кількості тренажерів другої та третьої групи складності.

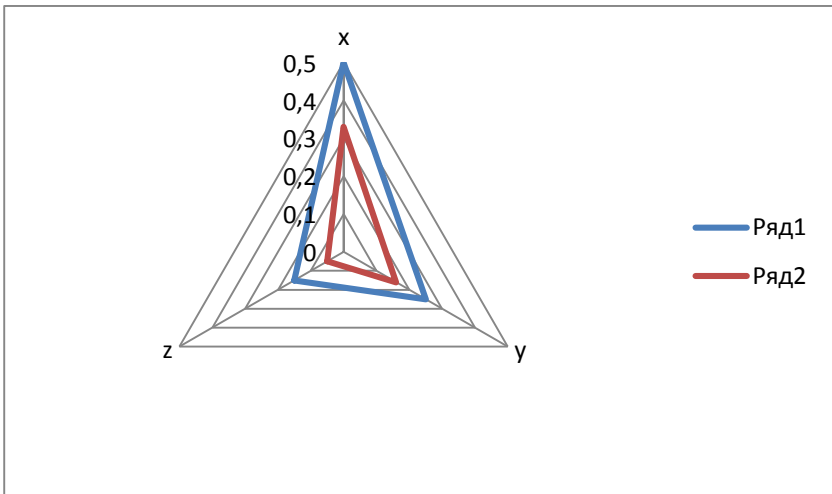


Рисунок - Площини, що визначають раціональне співвідношення функціонального та тренажера первинних навичок за показником вартості

Результати досліджень. Розроблений підхід дозволяє співпоставити вартісні показники тренажерних комплексів, які складаються як із комплексних тренажерів так і тренажерів, які забезпечують відпрацювання спеціальних навичок та окремих вмій.

Висновки. В умовах підвищення якості підготовки військових фахівців, переходу до нового типу інноваційної військової освіти у роботі визначений резерв фінансування на основі використання тренажерних комплексів, розроблено метод, дозволяючий визначити раціональне співвідношення розподілу часу навчання на тренажерах та бойової техніки за умовою не зниження рівня підготовки військового фахівця.

Список літератури: 1. Спільний наказ Міністерства оборони України і Міністерства освіти і науки України від 13.04.2005 № 221/217 “Про затвердження Інструкції про організацію освітньої діяльності у ВВНЗ та ВНП ВНЗ України”. 2. Звернення директора Департаменту військової освіти та науки Міністерства оборони України до Міністра оборони України від 16.11.2012 № 263/3/3624 “Про стан справ щодо забезпечення тренажерами ВВНЗ”. 3. Звернення директора Департаменту військової освіти та науки Міністерства оборони України від 07.02.2013 № 263/3/33 “Щодо нормативного визначення вимог до забезпечення ВВНЗ тренажерами”. 4. Руснак І. С., Шевченко В.Л. Проблеми модернізації та створення тренажно-моделювальних комплексів військового призначення // Наука і оборона. - 2002. - № 1. - С. 32-40. 5. Науменко М.І. Управління якістю військової освіти: теорія, методологія, практика. / Науменко М.І., Приходько Ю.І. // Наука і оборона. - 2009. - № 1. - С.40-50. 6. Матвієвський О.М. Тактичний тренажер – вимога часу чи данина моді?// Матвієвський О.М., Лушніченко В.М., Волков О.А., Гріщин О.А. // Наука і оборона. - 2009. - № 2. - С. 33-38.

Надійшла до редколегії 12.12.2013

УДК 336.1

Технико-экономическое обоснование определения необходимого количества тренажеров и образцов техники при подготовке военных специалистов/ Вихляев С.И., Березовенко Л.В. // Вісник НТУ „ХПІ”. Серія: Технічний прогрес і ефективність виробництва. – Х.: НТУ „ХПІ”. - 2013. - № 67'(1040) - С. 110-120. Бібліогр.: 6 назв.

В статье представлено технико-экономическое обоснование целесообразности использования тренажеров для подготовки военных специалистов. Определено нужное количество, рациональное соотношение степени сложности и номенклатуры тренажерного комплекса согласно показателю стоимости. Обоснована целесообразность внедрения тренажерной подготовки и использования вооружения и военной техники без снижения уровня подготовки.

Ключевые слова: экономическая целесообразность, комплексный тренажер, моделирование, рациональное соотношение времени подготовки.

This article presents the technical and economical ground of the training apparatus use practicability for soldiery specialists preparation. A necessary amount, rational correlation of complication degree and trainer complex nomenclature is certain according to the cost index. The practicability of trainer preparation introduction and use of armament and military technique without the preparation level down-drift is grounded.

Keywords: economical practicability, trainer complex, design, rational correlation of preparation time.