

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНОЇ СЛУЖБИ ПРИ ПРОЕКТНО-ОРІЄНТОВАНОМУ УПРАВЛІННІ

В статті представлений проект впровадження в освітнє середовище інтерактивних комп'ютерних тренажерів для підвищення рівня засвоєння практичних вправ з одночасною економією ресурсів. Крім того, стаття містить результати експериментальних досліджень спрямованих на реалізацію однієї з стадій життєвого циклу проекту. Також в статті запропоновано модель визначення оптимального співвідношення кількості відпрацювання практичних вправ комбінованим способом для належної підготовки майбутніх фахівців оперативно-рятувальної служби при відповідній економії матеріальних, часових та людських ресурсів.

Ключові слова: інтерактивні засоби навчання, проектно-орієнтоване управління, управління ресурсами, технічна підготовка

**Постановка проблеми.** Процес набуття практичних вмінь та навичок майбутніми фахівцями оперативно-рятувальної служби – це складна система, яка включає в себе комплекс заходів спрямованих на досягнення визначеної мети, має логічну структуру та обмежена матеріальними, часовими і людськими ресурсами. Продуктом цієї системи є комплекс знань з технічної підготовки, які зрештою і визначають фаховий рівень нашого спеціаліста на світовому ринку праці. Проте, в сучасних умовах фінансової підтримки практичної складової, виникає ряд проблем, які зумовлені кардинальним обмеженням ресурсів. Перше – це обмеження матеріальних ресурсів, що стимулює зменшення циклів відпрацювань, друге – обмеження часових ресурсів, що зумовлюється недостатнім часовим діапазоном для відпрацювання мінімально необхідної кількості практичних вправ в умовах годин, відведених навчальним планом. Третє – обмеження людських ресурсів.

Тому виникає необхідність прийняття коректних управлінських рішень, що дасть змогу здійснювати управління процесом підготовки в умовах обмеженості ресурсів. Вирішення цієї проблеми можна реалізувати шляхом впровадження проекту із внесенням у навчальне середовище альтернативних засобів відпрацювання практичних вправ. Такими засобами можуть слугувати інтерактивні комп'ютерні тренажери (ІКТ) [1,2]. Інструмент проектного управління, внутрішньою складовою якого є ІКТ, забезпечує процес управління часом, вартістю, матеріальними та людськими ресурсами і відповідно якістю при підготовці сучасного пожежного-рятувальника.

З метою раціонального використання ресурсів, що залучаються під час відпрацювання практичних вправ з пожежної техніки, ми пропонуємо впроваджувати метод вправ на основі інтерактивних тренажерів. Проте на практиці фахівцеві так чи інакше доведеться працювати на реальному агрегаті, тому організацію проведення практичних відпрацювань з технічної підготовки необхідно здійснювати за комбінованою схемою «тренажер-автомобіль».

**Аналіз останніх досліджень.** Основні методики та концепції, які використовуються в світовій практиці з метою покращення практичної підготовки, спрямовані на відпрацювання тактичних навичок та удосконалення процесу прийняття проектних рішень успішної ліквідації пожеж. Зокрема, в науковій роботі [3], яка виконана у Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності, розглядається методологія удосконалення процесу прийняття проектних рішень засобами комп'ютерного тренажера з динамічним сценарієм. Аналогічний проект, зміст якого полягає в удосконаленні вмінь прийняття проектних рішень з використанням інтерактивного симулятора, реалізований в Головній школі пожежної служби м. Варшава, Республіки Польща. Відмінністю є принцип відпрацювання вправи в складі відділення з налагодженням зв'язку між учасниками та під чітким наглядом інструктора. Деякі вітчизняні проекти, в основу яких покладено використання інтерактивних симуляторів, спрямовані на здійснення контролю попередньо отриманих вмінь та навичок. Такі симулятори впроваджені в Національному університеті цивільного захисту м. Харків,

для проведення планового поточного контролю з тактичної підготовки. Як видно з представленого аналізу, в Європейській практиці не зустрічається жодного цілеспрямованого проекту метою якого є покращення процесу технічної підготовки майбутніх рятувальників з одночасним зменшенням кількості ресурсів, необхідних для практичних відпрацювань.

**Формування цілей статті.** Ціллю статті є реалізація однієї з стадій життєвого циклу проекту, а саме визначення оптимальних моделей використання ІКТ. Саме тому необхідно визначити вплив та здійснити пошук оптимального співвідношення кількості відпрацювань практичних вправ комбінованим способом із використанням інтерактивних тренажерів та реальних агрегатів пожежних автомобілів на рівень засвоєння матеріалу. Визначення впливу кількості та способів практичних відпрацювань на рівень засвоєння здійснюється за результатами експериментальних досліджень.

**Основна частина.** Як відмічено в роботах провідних вчених [1,2,4] проектно-орієнтований підхід доцільно застосовувати у випадку чітко визначених завдань та кінцевого результату проекту в межах наявних ресурсів та виділених часових рамок. Проектно-орієнтоване управління характеризується чіткою орієнтацією на створення продукту проекту. Тому для досягнення мети, проект повинен мати чітко виділені елементи: задум, що зумовлюється певними проблемами → засоби вирішення проблеми → результати, які будуть отримані в процесі реалізації проекту.

Що стосується нашого проекту, задум покращення процесу практичної підготовки зумовлений проблемою обмеження матеріальних, часових та людських ресурсів, необхідних для належної підготовки майбутніх рятувальників. Засобами вирішення існуючої проблеми, як розглядалось раніше, можуть бути інтерактивні комп'ютерні тренажери, впровадження та використання яких не потребує значної кількості раніше згаданих ресурсів. Безпосередньо сам процес впровадження інтерактивних тренажерів, який має свій часовий горизонт та визначені етапи, ми розглядаємо як проект. Очікуваним результатом реалізації проекту є зменшення ресурсів, необхідних на проведення практичних відпрацювань, при одночасному покращенні якості здобутих навичок.



Рис.1 . Ієрархічна структура стадій життєвого циклу проекту

Вирішення та обґрунтування окремих стадій життєвого циклу проекту розглядалися в попередніх роботах. Зокрема, обґрунтування проблеми практичної підготовки в умовах обмеженості ресурсів, розробка задуму з порівнянням вигод і витрат та встановленням

цінності проекту, визначення ймовірних проектних ризиків та методів їх зниження, і останнє, розробка засобів розв'язання проблеми, на даному етапі реалізації проекту вже виконані. Однак, обґрунтування моделі розв'язання проблеми з одночасним дослідженням її ефективності та визначенням оптимального співвідношення практичних відпрацювань – не виконане. Саме тому ця робота присвячена вирішенню основної, на нашу думку, стадії проектного менеджменту, із використанням методу повнофакторного експерименту.

З метою зменшення елементу невизначеності та передбачення ризиків в процесі виконання проекту, нам необхідно визначити оптимальне співвідношення виконання практичних вправ комбінованим способом та дослідити ефективність використання інтерактивних комп'ютерних тренажерів.

Для досягнення цілей статті було проведено ряд експериментальних досліджень з курсантами та студентами третього курсу, які навчаються за напрямом підготовки «Пожежна безпека» в Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності. В ході проведення досліджень студентам було запропоновано відпрацювати однакові практичні вправи із застосуванням різних методів. Відмінність методів полягає у різниці циклів виконання практичних вправ комбінованим способом, граничні значення яких наведені в таблиці 1. Комбінований спосіб включає в себе відпрацювання практичних вправ із використанням інтерактивних комп'ютерних тренажерів та реальних агрегатів пожежних автомобілів. В ході проведення досліджень декілька досвідчених викладачів оцінювали рівень засвоєння практичних вправ при їх відпрацюванні за різними методами.

Таблиця 1

#### Граничні значення параметрів експериментального дослідження

№ з/п	Параметр	Мінімальне значення	Максимальне значення	Примітка
1.	Кількість відпрацювань на агрегаті пожежного автомобіля	$H_{min}=2$ рази	$H_{max}=6$ разів	Відповідно до відведених навчальним планом годин
2.	Кількість відпрацювань на інтерактивному комп'ютерному тренажері	$T_{min}=2$ рази	$T_{max}=6$ разів	Відповідно до відведених навчальним планом годин
3.	Показники успішності за останні роки навчання	$M_{Imin}= 50,654$ бали	$M_{Imax}= 91,380$ бали	Згідно з проведеним аналізом

В таблиці 1 представлені граничні значення параметрів експериментальних досліджень, з яких кількість відпрацювань практичних вправ на реальному агрегаті і на комп'ютерному тренажері визначаються як максимальні, що можна виконати в межах годин, відведених навчальним планом. А показники успішності студентів за останні роки навчання приймаються згідно з проведеним аналізом. За показники приймається середнє значення успішності найгіршого та найкращого студента (враховуючи результати успішності з усіх пройдених дисциплін). Ці показники необхідні для виділення діапазону здібностей студентів.

Експериментальне дослідження впливу комбінованого способу відпрацювання на успішність засвоєння практичних вправ та обробка результатів проводились на основі методу повнофакторного експерименту типу  $2^3$ . Даний тип експерименту передбачає врахування трьох факторів, що визначають рівень засвоєння нового матеріалу. Для того, щоб внести елемент випадковості впливу цих факторів на результат експерименту, встановлюємо випадкову послідовність проведення дослідів у часі. Це необхідно для обґрунтованого використання апарату математичної статистики. Тому експериментальні дослідження, згідно з [7], відповідно до план-матриці експериментальних досліджень, проводились у такій послідовності: 2, 3, 6, 5, 7, 1, 8, 4, 2, 1, 7, 8, 4, 3, 6, 5.

Незалежними чинниками, що впливають на рівень засвоєння при відпрацюванні вправ комбінованим способом, є: кількість відпрацювань на реальному агрегаті пожежного автомобіля ( $H$ ), кількість відпрацювань на інтерактивному тренажері ( $T$ ) та показник успішності студента за останні роки навчання, що визначає його здібності ( $M_{II}$ ).

Тому реалізація плану експерименту спрямована на визначення залежності прогнозованого рівня засвоєння нової практичної вправи  $M$  залежно від параметрів  $H$ ,  $T$ ,  $M_{II}$ . Значення параметрів приймаємо відповідно до таблиці 1.

Відомо, що будь який параметр можна описати степеневою залежністю, яка встановлює зв'язок між вищенаведеними факторами, що впливають на зміну основного значення. Тому зв'язок між незалежними факторами можна описати так:

$$M = A_M \cdot H^a \cdot T^b \cdot M_{II}^c \quad (1)$$

де  $A_M$  – постійний коефіцієнт, згідно [8];  $H$  – кількість відпрацювань на реальному агрегаті;  $T$  – кількість відпрацювань на інтерактивному тренажері;  $M_{II}$  – показник успішності за останні роки навчання;  $a, b, c$  – степеневі показники.

Дотримуючись послідовності експериментальних досліджень, здійснюємо кодування факторів шляхом переведення натуральних величини в безрозмірні, що представлено в таблиці 2.

Таблиця 2

Рівні зміни факторів

Рівень факторів		H, раз		T, раз		M <sub>II</sub> , бал	
Назва	Кодоване значення	$\tilde{X}_1 = H$	$\ln \tilde{X}_1$	$\tilde{X}_2 = T$	$\ln \tilde{X}_2$	$\tilde{X}_3 = M_{II}$	$\ln \tilde{X}_3$
Верхній	+1	6	1,792	6	1,792	91,380	4,515
Основний	0	4	–	4	–	71,017	–
Нижній	-1	2	0,693	2	0,693	50,654	3,925

Дослідження проводились у такому порядку (рис.2): кожен студент навчальної групи (від 1 до n) відпрацьовує практичні вправи визначену кількість разів  $N$  на інтерактивному тренажері  $T$ , потім ті самі вправи визначену кількість разів  $N$  на реальному агрегаті  $H$  із врахуванням мінімального або максимального показника успішності потоку за минулі роки навчання  $M_{II}$ . Показник  $M_{II}$  визначає межі рівня засвоєння навчального матеріалу. Під час виконання останнього циклу вправи, визначається рівень її засвоєння студентом  $M_1 \dots M_n$ . По закінченні відпрацювання вправ усіма учасниками групи, визначається середній рівень засвоєння вправи, який приймається для подальших обчислень.

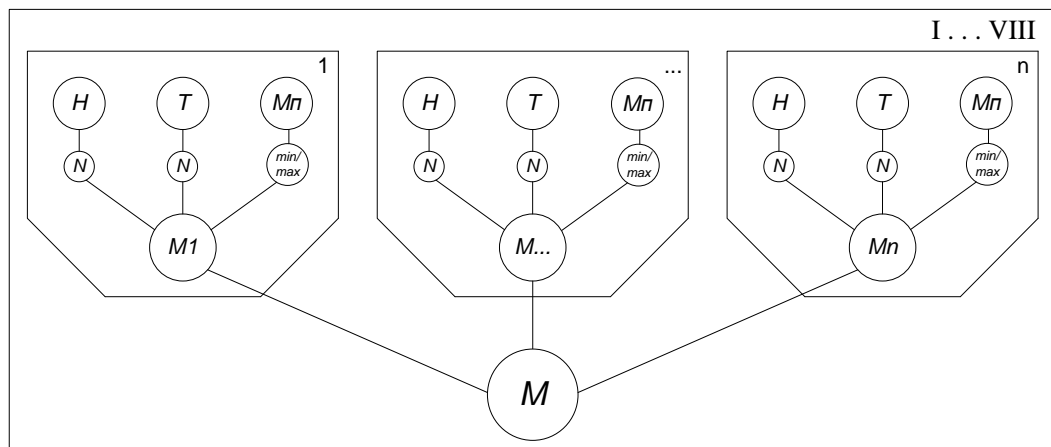


Рис.2. Модель порядку проведення експериментального дослідження із визначення ефективності комбінованого відпрацювання практичних вправ

$H$  – відпрацювання практичної вправи на реальному агрегаті;  $T$  – відпрацювання практичної вправи на тренажері;  $M_{II}$  – параметр, що враховує рівень засвоєння матеріалу (мінімальний/максимальний показник успішності потоку);  $N$  – кількість циклів відпрацювання вправи;  $M_1 \dots M_n$  – рівень засвоєння практичної вправи студентом після її виконання;  $M$  – середній показник рівня засвоєння виконаної практичної вправи навчальною групою

Користуючись методикою [8,9,10] та таблицею 2, була побудована план-матриця експериментальних досліджень для повнофакторного експерименту типу  $2^3$ . Результати проведених досліджень, кожен з яких був проведений 2 рази, відображені на рис. 3.

Таблиця 3

План-матриця експериментальних досліджень

№ досліду	Фактори					
	$X_1$		$X_2$		$X_3$	
	код	H, раз	код	T, раз	код	$M_n$ , бал
1	-1	2	-1	2	-1	50,654
2	+1	6	-1	2	-1	50,654
3	-1	2	+1	6	-1	50,654
4	+1	6	+1	6	-1	50,654
5	-1	2	-1	2	+1	91,380
6	+1	6	-1	2	+1	91,380
7	-1	2	+1	6	+1	91,380
8	+1	6	+1	6	+1	91,380

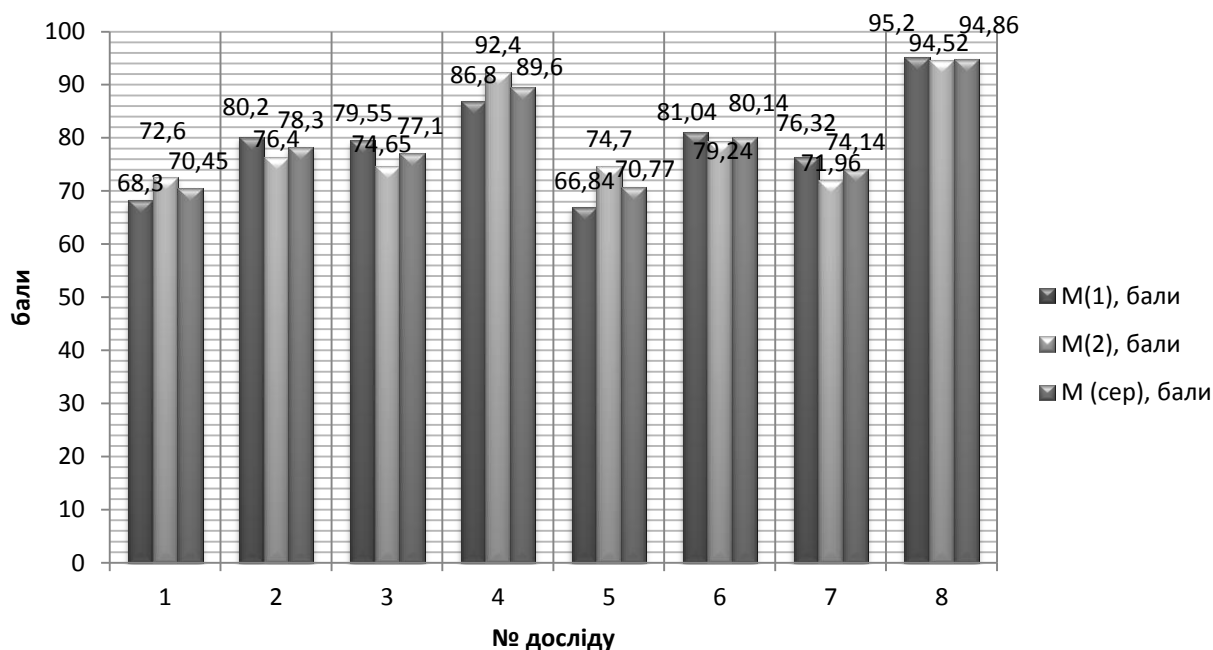


Рис.3. Гістограма результатів експериментальних досліджень

Далі, для проведення розрахунків незалежні змінні  $\tilde{X}_i$  (табл. 2) необхідно перетворити в беззмірні величини, згідно з [9], за залежністю:

$$X_i = \frac{2 \cdot (\ln \tilde{X}_i - \ln \tilde{X}_{imax})}{\ln \tilde{X}_{imax} - \ln \tilde{X}_{imin}} + 1 \quad (2)$$

Підставивши числові показники, ми отримали:

$$\begin{aligned} X_1 &= 1,820 \ln H - 2,264 \\ X_2 &= 1,820 \ln T - 2,264 \\ X_3 &= 3,390 \ln M_n - 5,780 \end{aligned} \quad (3)$$

Рівняння регресії, що визначає залежність прогнозованої успішності студентів від трьох незалежних чинників ( $H$ ,  $T$ ,  $M_{II}$ ), з кодованими змінними, що враховують взаємодію даних чинників буде мати вигляд:

$$M = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3 \quad (4)$$

Коефіцієнт  $b_n$  для моделі (4) з врахуванням експериментально отриманих значень  $\bar{M}_i$  визначається:

$$b_n = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_{in} \ln \bar{M}_i \quad (5)$$

де  $X_{in}$  – код  $n$ -го фактора  $i$ -го дослідження;  $\bar{M}_i$  – середнє значення результату  $i$ -го експериментального дослідження за певних значень факторів;  $N$  – кількість дослідів (в нашому випадку – 8).

За результатами експериментальних досліджень були отримані значення коефіцієнтів рівняння регресії (4):  $b_0=4,369; b_1=0,078; b_2=0,054; b_3=0,005; b_{12}=0,02; b_{13}=0,014; b_{23}=-0,001; b_{123}=0,009$ .

При однаковій кількості паралельних дослідів  $r$  (в нашому випадку  $r=2$ ) на кожному поєднанні рівнів факторів відтворюваність перевіряється за критерієм Кохрена [8] за залежністю:

$$G = \frac{S_{pimax}^2}{S_B^2} \leq G_{(0,05;N;f_r)} \quad (6)$$

де  $S_{pimax}^2$  – максимальне значення дисперсії розсіювання  $S_{pi}^2$  (за залежністю (7));  $S_B^2$  – значення дисперсії відтворюваності (за залежністю (8));  $N$  – кількість дослідів (в нашому випадку  $N=8$ );  $f_r$  – кількість ступенів вільності кожної оцінки (в нашому випадку  $f_r=r-1=2-1=1$ );  $G_{(0,05;N;f_r)}$  – табличне значення критерію Кохрена [8].

Значення дисперсії розсіювання визначається за залежністю (7) та представлені в таблиці 4:

$$S_{pi(1,2)}^2 = (\ln M_{i(1,2)} - \ln \bar{M})^2 \quad (7)$$

Таблиця 4

Значення дисперсії розсіювання  $S_{pi}^2$

№ дослідів	$S_{pi(1,2)}$	$S_{pi}^2$	№ дослідів	$S_{pi(1,2)}$	$S_{pi}^2$
1 (M1)	$S_{p1} = -0,031$	0,000961	5 (M1)	$S_{p9} = -0,0571$	<b>0,00326041</b>
1 (M2)	$S_{p2} = 0,03$	0,0009	5 (M2)	$S_{p10} = 0,0541$	0,00292681
2 (M1)	$S_{p3} = 0,024$	0,000576	6 (M1)	$S_{p11} = 0,0111$	0,00012321
2 (M2)	$S_{p4} = -0,0245$	0,00060025	6 (M2)	$S_{p12} = -0,0113$	0,00012769
3 (M1)	$S_{p5} = 0,0313$	0,00097969	7 (M1)	$S_{p13} = 0,0289$	0,00083521
3 (M2)	$S_{p6} = -0,0323$	0,00104329	7 (M2)	$S_{p14} = -0,0299$	0,00089401
4 (M1)	$S_{p7} = -0,0318$	0,00101124	8 (M1)	$S_{p15} = 0,0036$	0,00001296
4 (M2)	$S_{p8} = 0,0307$	0,00094249	8 (M2)	$S_{p16} = -0,0036$	0,00001296

Значення дисперсії відтворюваності визначається як сума значень дисперсії розсіювання:

$$S_B^2 = \sum_{i=1}^{16} S_{pi}^2 \quad (8)$$

Підставивши значення  $S_{p_i}^2$  в (8), отримаємо значення дисперсії відтворюваності:

$$S_B^2 = \underline{\underline{0,01520722}}$$

Отже, розрахункове значення критерію Кохрена за залежністю (6) буде:

$$G = \frac{S_{p_i \max}^2}{S_B^2} = 0,21439 < G_{(0,05;8;1)} = 0,680$$

Згідно з [6], для нашого випадку критичне значення критерію Кохрена  $G_{кр}=0,680$ , тому гіпотеза однорідності дисперсій (відтворюваності дослідів) підтверджується, оскільки  $G < G_{кр}$ .

Оцінку значущості коефіцієнтів регресії здійснюємо за допомогою критерію Стюдента [8, 9, 10]. Коефіцієнт вважається значущим, якщо виконується нерівність з урахуванням половини довжини довірчого інтервалу:

$$|b_i| \geq \Delta b_i = t_{(0,05;f)} \cdot S(b_i) \quad (9)$$

де  $t_{(0,05;f)}$  – критичне значення критерію Стюдента для  $f=N(r-1)$  (для нашого випадку маємо  $f=8(2-1)=8$ ,  $\alpha=0,05$ ; згідно [10]  $f=2,31$ ).

$$S(b_i) = \pm \sqrt{\frac{S_b^2}{N^2 \cdot r}} = \pm 0,010899 \quad (10)$$

Отже, половина довжини довірчого інтервалу буде дорівнювати 0,02517.

Згідно з (9) встановлено, що значущими коефіцієнтами моделі є  $|b_0|=4,369$ ,  $|b_1|=0,078$ ,  $|b_2|=0,054$ , а коефіцієнти  $|b_3|=0,005$ ,  $|b_{12}|=0,02$ ,  $|b_{13}|=0,014$ ,  $|b_{23}|=0,001$ ,  $|b_{123}|=0,009$  – є незначущими.

З врахуванням значущих коефіцієнтів, модель (4) набуде вигляду:

$$M = 4,369 + 0,078X_1 + 0,054X_2 \quad (11)$$

Перевірку адекватності моделі здійснюємо за критерієм Фішера [9]. Стверджувати, що модель є адекватною, можна у випадку, коли виконується нерівність:

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S_0^2} \leq F_{кр(0,05;f_1;f_2)} \quad (12)$$

де  $S_{ad}^2$  – дисперсія адекватності, що визначається за залежністю (13);  $S_0^2$  – похибка дослідів, що визначається за залежністю (14);  $F_{кр(0,05;f_1;f_2)}$  – критичне значення критерію Фішера при  $\alpha=0,05$ ;  $f_1=N-m$ ;  $f_2=N(r-1)$ . В нашому випадку маємо  $f_1=8-3=5$  ( $m$  – число членів апроксимуючого полінома, в даному випадку  $m=3$ ),  $f_2=8(2-1)=8$ , отже, згідно з табличними значеннями [8]  $F_{кр}=3,69$ .

$$S_{ad}^2 = \frac{r}{N-m} \sum_{i=1}^N (\ln \bar{M}_i - \hat{M}_i)^2 \quad (13)$$

де  $\hat{M}_i$  – розрахункове значення параметра, згідно з залежністю (11), після підстановки значень (-1) та (+1), згідно з план-матрицею експериментальних досліджень.

$$S_A^2 = \frac{S_B^2}{N(r-1)} = 0,0019009 \quad (14)$$

За рівнянням (11) знаходимо значення параметра  $\hat{M}_i$ :  $\hat{M}_1 = 4,237$ ;  $\hat{M}_2 = 4,393$ ;  $\hat{M}_3 = 4,345$ ;  $\hat{M}_4 = 4,501$ ;  $\hat{M}_5 = 4,237$ ;  $\hat{M}_6 = 4,393$ ;  $\hat{M}_7 = 4,345$ ;  $\hat{M}_8 = 4,501$ .

Згідно з проведеними розрахунками,  $\sum_{i=1}^N (\ln \bar{M}_i - \hat{M}_i)^2$  становить 0,006071 і відповідно за залежністю (13) дисперсія адекватності буде становити 0,002428.

Після того як отримано значення дисперсії адекватності та похибки досліду, визначаємо розрахункове значення критерію Фішера за (12):

$$F = \frac{0,002428}{0,0019009} = 1,277 < F_{кр} = 3,69$$

Отже, модель (10) є адекватною.

Проте представлена модель не враховує всіх значень незалежних факторів, які в кінцевому результаті можуть визначати рівень засвоєння практичної вправи. Тому перехід до моделі натуральних змінних будемо проводити за залежністю (4).

Для того, щоб встановити точність опису експериментальних даних рівнянням регресії, визначаємо коефіцієнт множинної кореляції за залежністю:

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^N (\ln \bar{M}_i - \hat{M}_i)^2}{\sum_{i=1}^N (\ln \bar{M}_i - \bar{M}^*)^2}} \quad (15)$$

де  $\bar{M}^*$  – середнє значення функції  $\ln \bar{M}_i$ , що згідно з проведеними розрахунками становить 4,37.

Здійснивши відповідні розрахунки,  $\sum_{i=1}^N (\ln \bar{M}_i - \bar{M}^*)^2$  становить 0,078752, а коефіцієнт кореляції:

$$R = \sqrt{1 - \frac{0,006071}{0,078752}} = 0,96068$$

Як бачимо, коефіцієнт  $R$  наближається до 1, а, отже, рівняння (4) майже повністю описує результати експериментальних досліджень.

Для здійснення переходу до моделі в натуральних змінних підставимо рівняння (3) в модель (16) та проведемо обрахунок (17).

$$\ln M = 4,369 + 0,078X_1 + 0,054X_2 + 0,005X_3 + 0,02X_1X_2 + 0,014X_1X_3 - 0,001X_2X_3 + 0,009X_1X_2X_3 \quad (16)$$

$$\begin{aligned} \ln M = & 4,369 + 0,078 \cdot (1,82 \cdot \ln H - 2,264) + 0,054 \cdot (1,82 \cdot \ln T - 2,264) + \\ & + 0,005 \cdot (3,39 \cdot \ln M_{II} - 5,78) + 0,02 \cdot (1,82 \cdot \ln H - 2,264) \cdot (1,82 \cdot \ln T - 2,264) + 0,014 \cdot \\ & \cdot (1,82 \cdot \ln H - 2,264) \cdot (3,39 \cdot \ln M_{II} - 5,78) - 0,001 \cdot (1,82 \cdot \ln T - 2,264) \cdot (3,39 \cdot \ln M_{II} - 5,78) + \\ & + 0,009 \cdot (1,82 \cdot \ln H - 2,264) \cdot (1,82 \cdot \ln T - 2,264) \cdot (3,39 \cdot \ln M_{II} - 5,78) \end{aligned} \quad (17)$$

Спростивши вираз (17), отримуємо кінцеву модель визначення впливу незалежних чинників  $H$ ,  $T$ ,  $M_{II}$  на успішність засвоєння практичних вправ  $M$ , що відпрацьовуються запропонованим комбінованим способом:

$$M = \exp(4,0641 + 0,1353 \cdot \ln H + 0,2535 \cdot \ln T + 0,0825 \cdot \ln M_{II} - 0,1156 \cdot \ln H \cdot \ln T - 0,0459 \cdot \ln H \cdot \ln M_{II} - 0,1409 \cdot \ln T \cdot \ln M_{II} + 0,1078 \cdot \ln H \cdot \ln T \cdot \ln M_{II}) \quad (18)$$

Як видно з моделі (18), основними факторами, котрі впливають на рівень засвоєння практичних вправ  $M$ , відпрацьованих комбінованим способом, являється кількість циклів відпрацювання на реальному агрегаті  $H$ , кількість відпрацювання на інтерактивному тренажері  $T$ , та показник успішності за останні роки навчання  $M_{II}$ , що визначає рівень інтелектуальних здібностей студентів. Розглянемо, як впливає кожен з перелічених чинників на кінцевий параметр  $M$ . З цією метою, скориставшись моделлю (18), побудуємо графічні залежності впливу параметрів  $H$  і  $T$  при сталому параметрі  $M_{II}$ , на прогнозований рівень засвоєння практичних вправ. Параметр  $M_{II}$  приймаємо рівним 51 балу, оскільки цей показник



відповідає мінімально допустимому позитивному результату. При такому показнику фактора  $M_{II}$  відтворимо ймовірнісні показники значення  $M$  в умовах різних методик виконання практичної вправи комбінованим способом.

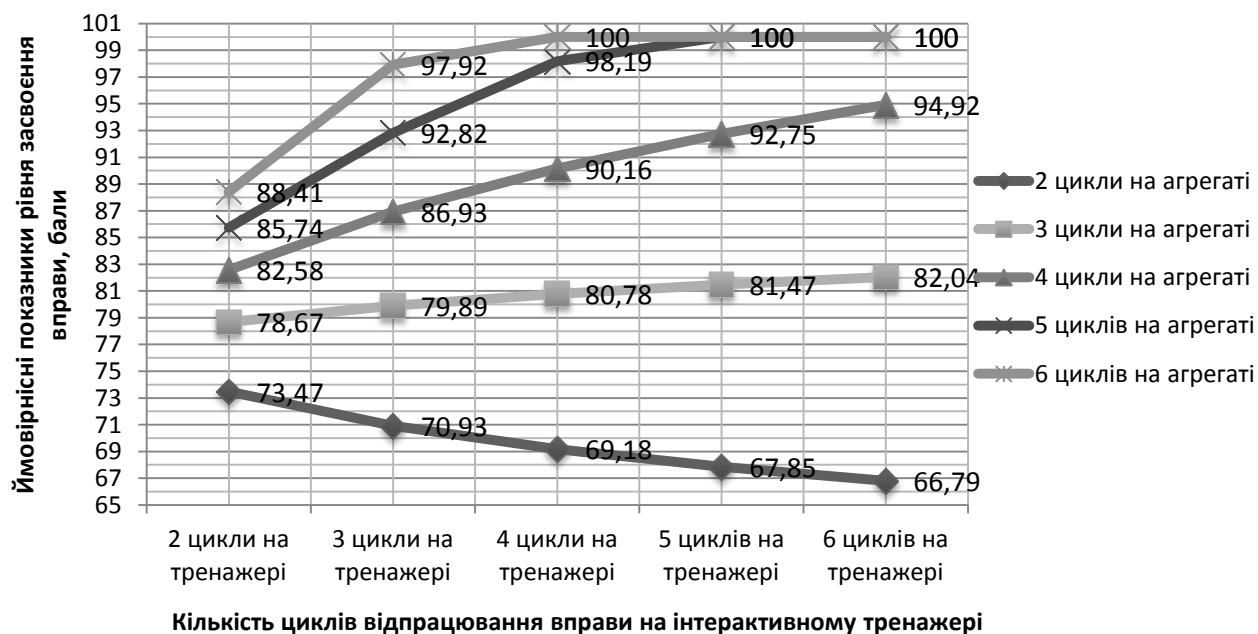


Рис.4. Графічна залежність впливу незалежних чинників  $H$  і  $T$  на результат прогнозованого рівня практичних навичок, при сталому показнику  $M_{II}$  (51 бал)

Графічна залежність (рис. 4) відкриває нам повну сутність комбінованого способу відпрацювання спеціальних практичних вправ. На представленій графічній залежності відображені ймовірнісні показники рівня засвоєння вправи, які ми отримали підставивши в модель (18) необхідні значення чинників  $H$  і  $T$ , при сталому показнику  $M_{II}$ . Значення параметра  $M_{II}$  приймаємо мінімально-позитивним для того, щоб кінцевий результат прогнозованої моделі, відтворював ймовірнісні показники засвоєння практичної вправи студента з найнижчими інтелектуальними здібностями.

З представленої залежності видно, що найкращого результату засвоєння практичної вправи можна досягти при кількості відпрацювань на реальному агрегаті і тренажері = 6. Проте, в межах годин, відведених навчальним планом, виконати таку кількість практичних вправ, із одночасною користю для студентів, майже неможливо. Для цього необхідно залучати трьох і більше викладачів та декілька одиниць техніки, що призведе до нераціонального використання людських та матеріальних ресурсів.

Відповідно, необхідно знайти оптимальне співвідношення кількості відпрацювань вправи на агрегаті і тренажері, щоб отримати високі ймовірнісні показники засвоєння при одночасній мінімізації трудових і матеріальних ресурсів. З практики проведення практичних занять встановлено, що під час одного заняття, кожен студент групи в змозі відпрацювати запропоновані програмою практичні вправи в кількості не більше 8 разів. Проаналізувавши графічну залежність (рис. 4) можна зробити висновок, що оптимальним співвідношенням циклів відпрацювання вправи на тренажері та агрегаті, яка = 8, є 4:4. Як видно, дане співвідношення циклів відпрацювання практичної вправи комбінованим способом надає високі ймовірнісні показники засвоєння при одночасній економії матеріальних ресурсів, затрачених на роботу із агрегатами пожежних автомобілів.

**Висновки.** Успішне впровадження проекту внесення ІКТ в освітнє середовище на регіональному рівні в Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності, направлене на покращення процесу практичної підготовки майбутніх фахівців оперативно-рятувальної служби, що спрямовано на закріплення позицій сучасного рятувальника на

світовому ринку праці. З цією метою в роботі отримано модель визначення впливу кількості та видів відпрацювань практичних вправ на успішність студентів на підставі результатів експериментальних досліджень із використанням методу повнофакторного експерименту. Модель надає можливість створення фундаментального підходу для визначення оптимальної кількості годин та витратних матеріалів при належній підготовці майбутніх фахівців оперативно-рятувальної служби. З використанням отриманої моделі стає можливим визначення орієнтовного рівня засвоєння матеріалу, задаючи кількість відпрацювань практичних вправ на агрегаті пожежного автомобіля  $H$ , кількості відпрацювань на інтерактивному тренажері  $T$  та рівня успішності групи за результатами попередніх років навчання  $M_{л}$ . Це надасть нам підстави для внесення змін до робочих планів, з метою підвищення рівня знань при мінімізації часу навчання, матеріальних та людських ресурсів.

Зіставлення витрат на реалізацію проекту і переваг від його впровадження вказує на значні фінансові та економічні переваги. Проте для успішної реалізації доцільно розробити механізм управління життєвим циклом проекту.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Креативные технологии управления проектами и программами: Монография / Бушуев С.Д., Бушуева Н.С., Бабаев И.А. – К.: «Саммит-Книга», 2010. – 768 с.
2. Малі друкарські системи: прогнозування, аналіз, синтез: Монографія / Рак Ю.П. – К.: «Наукова думка», 1999. – 256с.
3. Рак, Ю.П. Удосконалення процесу прийняття проектних рішень для ліквідації пожежі засобами комп'ютерного тренажера / Рак Ю.П., Зачко О.Б. // Пожежна безпека: Зб. наук. праць. Львів: ЛДУ БЖД, 2011. – №19. – С.124-130.
4. Безверхнюк Т.М. Проектно-орієнтований підхід як нова філософія організації управління державними програмами і проектами // Науковий вісник Академії муніципального управління: збірник наукових праць. - Серія "управління". - Вип. 3/2011. – К.: Академія муніципального управління, 2011. – С. 17-24.
5. Придатко О.В. Дослідження ефективності та основні аспекти запровадження інтерактивних засобів організації навчального процесу / Придатко О.В., Ренкас А.Г. // Збірник наукових праць Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. – Львів: ЛДУ БЖД, 2009. – С. 46-50.
6. Ренкас А.Г. Впровадження застосування інтерактивних тренажерів пожежної техніки в навчальний процес / Ренкас А.Г., Придатко О.В., Сичевський М.І. // Пожежна безпека: Зб. наук. праць. Львів: ЛДУ БЖД, 2008. – №12. – С.116-122.
7. Таблицы математической статистики: Учебное пособие / Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: «Наука. Главная редакция физико-математической литературы», 1983. – 416 с.
8. Планирование эксперимента в химии и химической технологии: Учебно-методическое пособие / Семенов С. А. – М.: ИПЦ МИТХТ, 2001. – 93 с.
9. Планирование эксперимента в технологических исследованиях: Учебное пособие / Винарский М.С., Лурье М.В. – К.: «Техніка», 1975. – 168 с.
10. Моделирование методом Монте-Карло в статистической физике: Учебное пособие / Биндер К., Хеерман Д.В. Пер. с англ. В.Н. Задкова. – М.: «Наука», 1995. – 144 с.

***О.В. Придатко (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)***  
**МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ  
ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНОЇ СЛУЖБИ ПРИ ПРОЕКТНО-ОРІЄНТОВАНОМУ  
УПРАВЛІННІ**

В статті представлений проект впровадження в освітнє середовище інтерактивних комп'ютерних тренажерів для покращення рівня засвоєння практичних вправ з одночасною економією ресурсів. Крім того в статті містяться результати експериментальних досліджень направлених на реалізацію однієї з стадій життєвого циклу проекту. Також в статті запропоновано модель визначення оптимального співвідношення кількості відпрацювання практичних вправ комбінованим способом для належної підготовки майбутніх фахівців оперативно-рятувальної служби при відповідній економії матеріальних, часових та людських ресурсів.

Ключові слова: інтерактивні засоби навчання, проектно-орієнтоване управління, управління ресурсами, технічна підготовка

***А.В. Придатко (Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности)***

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ  
СПЕЦИАЛИСТОВ ОПЕРАТИВНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРОЕКТНО-  
ОРИЕНТИРОВАННОМ УПРАВЛЕНИИ**

В статье представлен проект внедрения в образовательную среду интерактивных компьютерных тренажеров для улучшения уровня усвоения практических упражнений с одновременной экономией ресурсов. Кроме того, в статье содержатся результаты экспериментальных исследований направленных на реализацию одной из стадий жизненного цикла проекта. Также в статье предложена модель определения оптимального соотношения количества отработки практических упражнений комбинированным способом для надлежащей подготовки будущих специалистов оперативно-спасательной службы при соответствующей экономии материальных, временных и человеческих ресурсов.

Ключевые слова: интерактивные средства обучения, проектно-ориентированное управление, управление ресурсами, техническая подготовка

***Olexandr Prydatko (Lviv State University of Vital Activity Safety)***

**MODELING OF PRACTICAL TRAINING OPERATIONAL RESCUE SERVICE IN  
PROJECT MANAGEMENT ORIENTATION**

This paper presents the implementation project in an educational environment interactive computer simulator for improving digestion practical exercises with simultaneous savings. The paper presents the results of efficacy studies kombi developing practical exercises with the fire equipment and the model determine the optimal ratio of Combined local mining

Keywords: interactive learning tools, project-oriented management, resource management, technical training