

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМБІНОВАНОГО
ВІДПРАЦЮВАННЯ ПРАКТИЧНИХ ВПРАВ ПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ ІЗ
ЗАЛУЧЕННЯМ ІНТЕРАКТИВНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ**

В статті представлені результати проведених експериментальних досліджень ефективності комбінованого відпрацювання практичних вправ з пожежної техніки та запропоновано модель визначення оптимального співвідношення кількості відпрацювання вправ комбінованим способом для належної підготовки майбутніх фахівців оперативно-рятувальної служби при відповідній економії матеріальних та людських ресурсів.

Ключові слова: Інтерактивні засоби навчання, управління знаннями, управління ресурсами

Постановка проблеми. В сучасних умовах стрімкої інформатизації суспільства актуальною задачею стає розробка нових методів навчання в професійній освіті при підготовці фахівця пожежного-рятувальника, здатного конкурувати на світовому ринку праці. Сучасний стан освітніх послуг вказує на необхідність розглядати систему професійної освіти як проектно-керовану організацію. Проекти управління в професійній освіті дозволять виконати стратегічний та інвестиційний менеджмент, маркетинг і реструктуризацію вищих навчальних закладів профільного типу. Такий інструмент проектного управління, внутрішньою складовою якого є інтерактивні засоби навчання, забезпечує процес управління часом, вартістю, матеріальними та людськими ресурсами і, відповідно, якістю при підготовці сучасного пожежного-рятувальника [1,2]. Найчастіше впровадження інтерактивних засобів навчання здійснюється через використання так званих інтерактивних тренажерів.

Аналіз останніх досліджень. З попередніх досліджень, які були присвячені методам вивчення спеціальних технічних дисциплін із використанням інтерактивних засобів навчання, зроблений висновок про актуальність розробки та впровадження у навчальний процес інтерактивних комп'ютерних тренажерів для відпрацювання практичних вправ пожежної техніки із залученням звичайного персонального комп'ютера. Проаналізувавши опрацьовані результати попередніх експериментів, ми можемо чітко відмітити, що ефективність здобуття практичних вмінь та навичок студентами за допомогою розроблених інтерактивних тренажерів є вищою та якіснішою за традиційну форму, а сам процес здобуття практичних навичок – зручнішим та економічнішим. Але новітні підходи до навчання ні в якій мірі не скасовують фундаментального принципу дидактики – людина вчить людину, однак принципово змінює його реалізацію. Тому організацію проведення практичних занять роботи із пожежними насосами рекомендовано здійснювати з залученням інтерактивних тренажерів та пожежних автомобілів за схемою заняття «Тренажер-Автомобіль».

Формування цілей статті. Ціллю даної статті є визначення впливу та пошук оптимального співвідношення кількості відпрацювань практичних вправ комбінованим способом із використанням інтерактивних тренажерів та реальних агрегатів пожежних автомобілів на успішність засвоєння матеріалу. Визначення впливу кількості та способів практичних відпрацювань на рівень успішності здійснюється за результатами експериментальних досліджень.

Основна частина. Принцип та середовище створення, методика застосування і алгоритм дії розроблених інтерактивних комп'ютерних тренажерів відпрацювання вправ із агрегатами пожежних автомобілів розглядалися в попередніх роботах [3,4].

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 навчання 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	Згідно відведених годин навчальним планом
2.	Кількість відпрацювань на інтерактивному комп'ютерному тренажері	$T_{min}=2$ рази	$T_{max}=6$ разів	Згідно відведених годин навчальним планом
3.	Показники успішності за останні роки навчання	$M_{\Pi min}= 50,654$ бали	$M_{\Pi max}= 91,380$ бали	Згідно проведеного аналізу

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 проведеного аналізу. За показники приймається середнє значення успішності найгіршого та найкращого студента (враховуючи результати успішності з усіх пройдених дисциплін). Дані показники необхідні для виділення діапазону здібностей студентів.

Експериментальне дослідження впливу комбінованого способу навчання 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 [5], відповідно до план-матриці експериментальних досліджень, проводились у такій послідовності: 2, 3, 6, 5, 7, 2, 8, 7, 1, 1, 4, 8, 4, 3, 6, 5.

Незалежними чинниками, що впливають на успішність студентів 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_{Π}).

Тому реалізація плану експерименту направлена на визначення залежності прогнозованого рівня засвоєння нової практичної вправи M в залежності від параметрів H , T , M_{Π} . Значення параметрів приймаємо відповідно 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:

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

A_M – постійний коефіцієнт, згідно [6]; H – кількість відпрацювань на реальному агрегаті; T – кількість відпрацювань на інтерактивному тренажері; M_{Π} – 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		Н, раз		Т, раз		M _п , бал	
Назва	Кодоване значення	X ₁ =Н	lnX ₁	X ₂ =Т	lnX ₂	X ₃ =M _п	lnX 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 в наступному порядку (рис.1): 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 $M_{п}$. Показник $M_{п}$ визначає межі рівня засвоєння навчального матеріалу. Під час виконання останнього циклу вправи, визначається рівень її засвоєння студентом $M_1 \dots M_n$. По закінченню відпрацювання вправ усіма учасниками групи, визначається середній рівень засвоєння вправи, який приймається для подальших обрахунків.

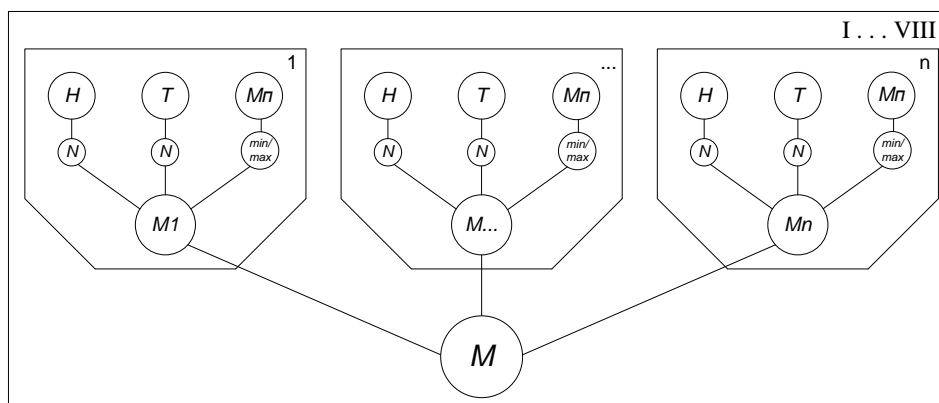


Рис.1. Модель порядку проведення експериментального дослідження із визначення ефективності комбінованого відпрацювання практичних вправ

H – відпрацювання практичної вправи на реальному агрегаті; T – відпрацювання практичної вправи на тренажері; $M_{п}$ – 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

Після виконання дослідів проводиться перевірка відтворюваності процесів при однаковому числі паралельних дослідів за критерієм Кохрена. Перевірка адекватності моделі здійснюємо за допомогою критерію Фішера. Оцінку значущості коефіцієнтів регресії проводимо за допомогою критерію Стьюдента.

Користуючись методикою [6,7,8] 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 рисунку 2.

План-матриця експериментальних досліджень

№ досліду	Фактори					
	X ₁		X ₂		X ₃	
	код	Н, раз	код	Т, раз	код	M _п , 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

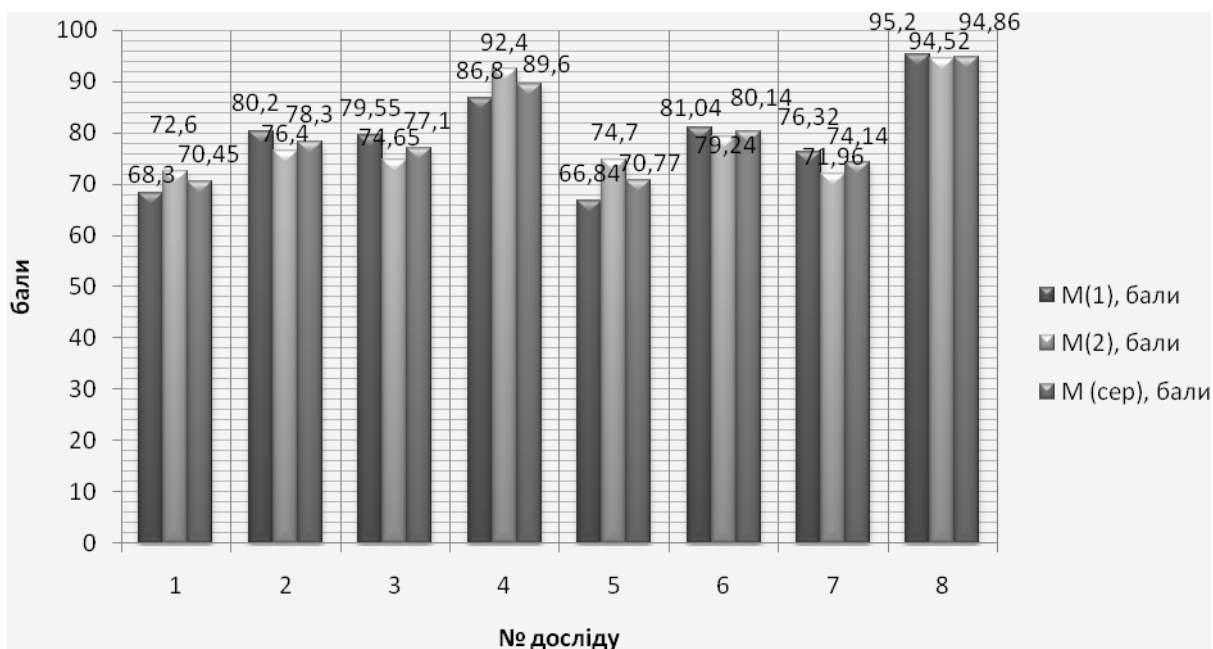


Рис.2. Гістограма результатів експериментальних досліджень

Для проведення розрахунків незалежні змінні X_i (табл. 2) необхідно перетворити в безрозмірні величини за залежністю [7]:

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

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_n), 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 \overline{M}_i визначається:

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

де X_{in} – код n -го фактора i -го дослідження; \overline{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 [6]:

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

де $S_{pi\max}^2$ – 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 $f_r=r-1=2-1=1$); $G_{(0,05;N;fr)}$ – табличне значення критерію Кохрена [6].

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

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

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)	$S_{p9} = -0,0571$	0,00326041
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_{pi}^2 в (8), отримуємо значення дисперсії відтворюваності :

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

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

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

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

Оцінку значущості коефіцієнтів регресії здійснюємо за допомогою критерію Стьюдента [6, 7, 8]. 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 [8] $f=2,31$).

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

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

Згідно (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. Стверджувати, що модель є адекватна, можна у випадку, коли виконується нерівність [7]:

$$F = \frac{S_{a\hat{\theta}}^2}{S_{\hat{\theta}}^2} \leq F_{\hat{\theta}\hat{\theta}(0,05f_1;f_2)} \quad (12)$$

де – дисперсія адекватності, що визначається за залежністю (13); $S_{\hat{\theta}}^2$ – похибка досліду, що визначається за залежністю (14); – 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 табличних значень [6] $F_{кр}=3,69$.

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

Де \widehat{M}_i – розрахункове значення параметра згідно залежності (11) після підстановки значень (-1) та (+1) згідно план-матриці експериментальних досліджень.

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

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

Згідно проведених розрахунків $\sum_{i=1}^N (\ln \overline{M}_i - \widehat{M}_i)^2$ становить 0,006071 і відповідно за залежністю (13) дисперсія адекватності буде становити 0,002428.

Після того як відомі значення дисперсії адекватності та похибки досліду визначається 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:

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

де \overline{M}^* – середнє значення функції $\ln \overline{M}_i$, що згідно проведених розрахунків становить 4,37.

Здійснивши відповідні розрахунки, $\sum_{i=1}^N (\ln \overline{M} - \overline{M}^*)^2$ 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).

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

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

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 успішність засвоєння практичних вправ M , відпрацьованих комбінованим способом, являється кількість циклів відпрацювання вправи на реальному агрегаті H , кількість відпрацювання вправ 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 остаточною моделлю, 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, так як даний 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.

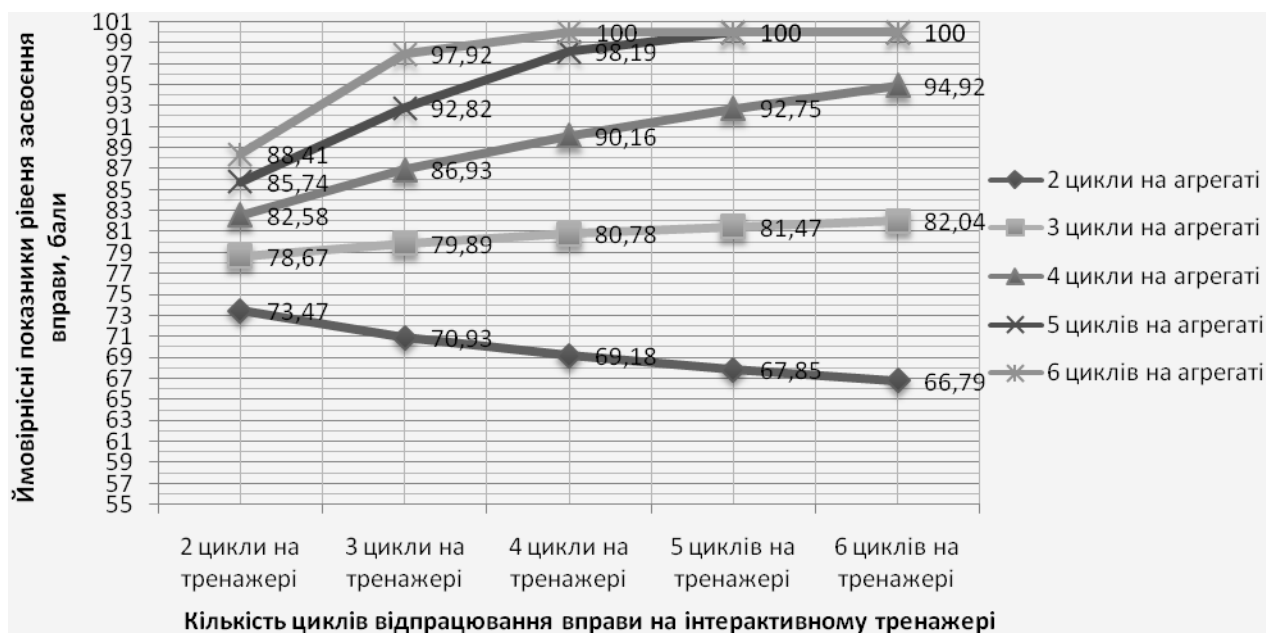


Рис.3. Графічна залежність впливу незалежних чинників H і T на результат прогнозованої успішності, при сталому показнику M_{II} (51 бал).

Графічна залежність (рис. 3) відкриває нам повну сутність комбінованого способу відпрацювання спеціальних практичних вправ. На представленій графічній залежності відображені ймовірнісні показники успішності засвоєння вправи, які ми отримали підставивши в кінцеву 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 не можливо. 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 успішності 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. 3) 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 успішності при одночасній економії матеріальних ресурсів, затрачених на роботу із агрегатами пожежних автомобілів.

Висновки. В результаті проведеної роботи 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 $M_{п}$. Це надасть нам підстави для внесення змін до робочих планів, з метою підвищення рівня знань при мінімізації часу навчання, матеріальних та людських ресурсів.

Математична модель майже повністю описує досліджуваний процес, оскільки коефіцієнт множинної кореляції $R=0,96068$ і наближається до 1.

З використанням отриманої моделі в роботі було визначено оптимальні кількісні показники відпрацювання практичних вправ комбінованим способом, яка полягає у відпрацюванні практичної вправи на інтерактивному тренажері 4 рази, на реальному агрегаті пожежного автомобіля 4 рази, із будь-якими позитивними показниками успішності студента за минулі роки навчання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бушуев С.Д., Бушуева Н.С., Бабаев Н.А., Яковенко В.Б. и др. «Креативныетехнологииуправления проектами и программами» под ред. проф. Бушуева С.Д.: Монография. – К.: «Саммит-Книга», 2010.-768с.
2. Рак Ю.П. Малі друкарські системи: прогнозування, аналіз, синтез.: Монография. – К.: «Наукова думка», 1999.-256с.
3. Придатко О.В., Ренкас А.Г. Дослідження ефективності та аспекти впровадження інтерактивних засобів навчання в організацію навчального процесу ЛДУБЖД. Збірник наукових праць Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. Львів – 2010.
4. Рак Т.С., Рак Ю.П., Ренкас А.Г., Придатко О.В. Інформаційні технології та інтерактивні засоби навчання при підготовці сучасного пожежного рятувника. Збірник тез міжнародної конференції «Нові інформації технології в освіті для всіх: навчальні середовища». Київ – 2010.
5. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – 416 с.
6. Семенов С. А. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. Учебно-методическое пособие. М.: ИПЦ МИТХТ, 2001 г., 93 с.
7. Винарский М.С., Лурье М.В. Планирование эксперимента в технологических исследованиях. – К.: Техніка, 1975. – 168 с.
8. Биндер К., Хеерман Д.В. Моделирование методом Монте-Карло в статистической физике. Пер. с англ. В.Н. Задкова. – М.: Наука. Физматлит, 1995. – 144 с.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, вул. Клепарівська, 35, тел. 233-05-05.

О.В. Придатко (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)
**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМБІНОВАНОГО
ВІДПРАЦЮВАННЯ ПРАКТИЧНИХ ВПРАВ ПОЖЕЖНОЇ ТЕХНІКИ ІЗ
ЗАЛУЧЕННЯМ ІНТЕРАКТИВНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ**

В статті представлені результати проведених експериментальних досліджень ефективності комбінованого відпрацювання практичних вправ з пожежної техніки та запропоновано модель визначення оптимального співвідношення кількості відпрацювання вправ комбінованим способом для належної підготовки майбутніх фахівців оперативно-рятувальної служби при відповідній економії матеріальних та людських ресурсів

Ключові слова: Інтерактивні засоби навчання, управління знаннями, управління ресурсами

***А.В. Придатко (Львовский государственный университет безопасности
жизнедеятельности)***
**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
КОМБИНИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ УПРАЖНЕНИЙ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ ИЗ
ПРИВЛЕЧЕНИЕМ ИНТЕРАКТИВНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СРЕДСТВ**

В статье представлены результаты проведенных экспериментальных исследований эффективности комбинированной отработки практических упражнений с пожарной техники и предложена модель определения оптимального соотношения количества отработки упражнений комбинированным способом для надлежащей подготовки будущих специалистов оперативно-спасательной службы при соответствующей экономии материальных и человеческих ресурсов

Ключевые слова: Интерактивные методы обучения, управления знаниями, управления ресурсами

Olexandr Prydatko (Lviv State University of Vital Activity Safety)
**STUDY COMBINED FIRE TRAINING EQUIPMENT FROM INVOLVEMENT OF
INTERACTIVE COMPUTER**

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 teaching methods, knowledge management, resource management