

*Придатко Александр Владимирович, Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности, преподаватель кафедры пожарной и аварийно-спасательной техники, г.Львов, Украина*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННЫХ ИНТЕРАКТИВНЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ И ТРЕНИРОВКИ КАК ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Постановка проблемы.** Учитывая современные тенденции развития профессионального образования и стремительную информатизацию процессов получения профессиональных умений и навыков, актуальной задачей становится его поддержка путем разработки и внедрения интерактивных средств обучения (ИСО) основанных на использовании современных информационно-коммуникационных технологий.

Сочетание традиционного процесса усвоения профессиональных умений и навыков с всесторонним привнесением в него методов интерактивности является одним из перспективных направлений улучшения подготовки будущих специалистов оперативно-спасательной службы. Однако, несмотря на существующие разработки и исследования, вопросы организации интерактивного компьютерного обучения исследованы и обоснованы недостаточно.

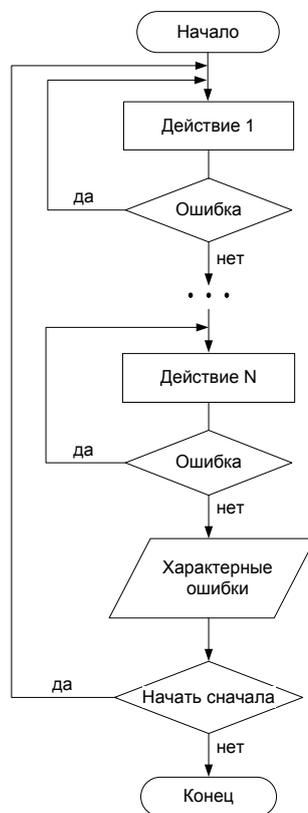
**Анализ последних исследований.** Из предыдущих исследований [1,2], посвященным методам изучения специальных технических дисциплин с использованием интерактивных средств обучения, сделан вывод об актуальности разработки и внедрения в учебный процесс интерактивных компьютерных тренажеров для отработки практических упражнений пожарной техники с привлечением обычного персонального компьютера. Проанализировав обработанные результаты предыдущих экспериментов, мы можем четко отметить, что эффективность получения практических умений и навыков студентами с помощью разработанных интерактивных тренажеров является высшим и качественным за традиционную форму, а сам процесс получения практических навыков - удобнее и экономнее. Но новейшие подходы к обучению, ни в коей мере не отменяют фундаментального принципа дидактики - человек учит человека, однако принципиально меняет его реализацию. Поэтому организацию проведения практических занятий работы с пожарными насосами рекомендуется осуществлять с привлечением интерактивных тренажеров и пожарных автомобилей по комбинированной схеме занятия «Тренажер-Автомобиль».

**Формирование целей статьи.** Целью данной статьи является исследование влияния и поиск оптимального соотношения количества отработок практических упражнений комбинированным способом, с использованием интерактивных тренажеров и реальных агрегатов пожарных автомобилей, на успешность усвоения материала.

**Основная часть.** Перед представлением результатов экспериментальных исследований, рассмотрим составляющую учебной технологии, которую мы предлагаем. Практика создания интерактивных тренажеров показывает, что для имитации отдельно взятого объекта, например, пожарного насоса, вполне достаточно показать этот объект с одной стороны. Быстрая смена некоторой части

этого изображения создает иллюзию движения объекта (анимацию). Многофункциональным и простым в использовании является анимационный пакет Flash MX, который мы использовали для создания интерактивных компьютерных тренажеров. Этот пакет является совершенной средой для создания разнообразной мультимедийной продукции.

С помощью разработанных интерактивных тренажеров можно научиться выполнять любые упражнения по работе с пожарным насосом, агрегатом или оборудованием. Данные тренажеры позволяют практически отработать упражнение с пожарным насосом без значительных физических затрат и с соответствующей экономией ресурсов. Каждый этап выполнения упражнения при работе с тренажерами сопровождается текстовыми и голосовыми комментариями. При допуске ошибки, рабочее окно тренажера предупреждает пользователя о неверном действии и предоставляет возможность самостоятельно исправиться. Студент, при желании, может отрабатывать упражнение неограниченное количество раз. Алгоритм действия разработанных интерактивных компьютерных тренажеров по отработке упражнений с пожарными насосами представлен на рис 1.



*Рис. 1. Алгоритм действия интерактивного тренажера*

Для достижения основных целей статьи, проведен ряд экспериментальных исследований. В ходе проведения исследований студентам было предложено отработать одинаковые практические упражнения с применением различных методов. Отличие методов заключается в разнице циклов выполнения практических упражнений комбинированным способом, предельные значения которых приведены в таблице 1. Комбинированный способ обучения включает в себя отработку практических упражнений с использованием интерактивных компьютерных тренажеров и реальных агрегатов пожарных автомобилей.

**Предельные значения параметров экспериментального исследования**

№ п/п	Параметр	Минимальное значение	Максимальное значение	Примечание
1.	Количество отработок на агрегате пожарного автомобиля	$H_{min} = 2$ раза	$H_{max} = 6$ раз	Согласно отведенных часов учебным планом
2.	Количество отработок на интерактивном компьютерном тренажере	$T_{min} = 2$ раза	$T_{max} = 6$ раз	Согласно отведенных часов учебным планом
3.	Показатели успеваемости за последние годы обучения (диапазон способностей)	$M_{\Pi min} = 50,654$ бала	$M_{\Pi max} = 91,380$ бала	Согласно проведенного анализа

Экспериментальное исследование влияния комбинированного способа обучения на успешность усвоения практических упражнений и обработка результатов проводились на основе метода полнофакторного эксперимента типа  $2^3$ . Данный тип эксперимента предполагает учет трех факторов, определяющих уровень усвоения нового материала. Для того чтобы внести элемент случайности влияния этих факторов на результат эксперимента, устанавливаем случайную последовательность проведения опытов во времени. Это необходимо для обоснованного использования аппарата математической статистики. Поэтому экспериментальные исследования согласно [3] и план-матрицы экспериментальных исследований, проводились в такой последовательности: 2, 3, 6, 5, 7, 1, 8, 4, 2, 1, 7, 8, 4, 3, 6, 5.

Независимыми факторами, которые влияют на уровень усвоения при отработке упражнений комбинированным способом, являются: количество отработок на реальном агрегате пожарного автомобиля ( $H$ ), количество отработок на интерактивном тренажере ( $T$ ) и показатель успеваемости студента за последние годы обучения, который определяет его уровень ( $M_{\Pi}$ ).

Поэтому реализация плана эксперимента направлена на определение зависимости прогнозируемого уровня усвоения нового практического упражнения  $M$ , в зависимости от параметров  $H$ ,  $T$ ,  $M_{\Pi}$ . Значения параметров принимаем согласно таблице 1.

Придерживаясь последовательности эксперимента, осуществляем кодирование факторов путем перевода натуральных величин в безразмерные, что представлено в таблице 2.

**Уровни изменения факторов**

Уровень факторов		H, раз		T, раз		M <sub>π</sub> , бал	
Название	Кодированное значение	$\tilde{X}_1 = H$	$\ln \tilde{X}_1$	$\tilde{X}_2 = T$	$\ln \tilde{X}_2$	$\tilde{X}_3 = M_n$	$\ln \tilde{X}_3$
Верхний	+1	6	1,792	6	1,792	91,380	4,515
Средний	0	4	–	4	–	71,017	–
Нижний	-1	2	0,693	2	0,693	50,654	3,925

Порядок проведения исследования представлен на рисунке 2.

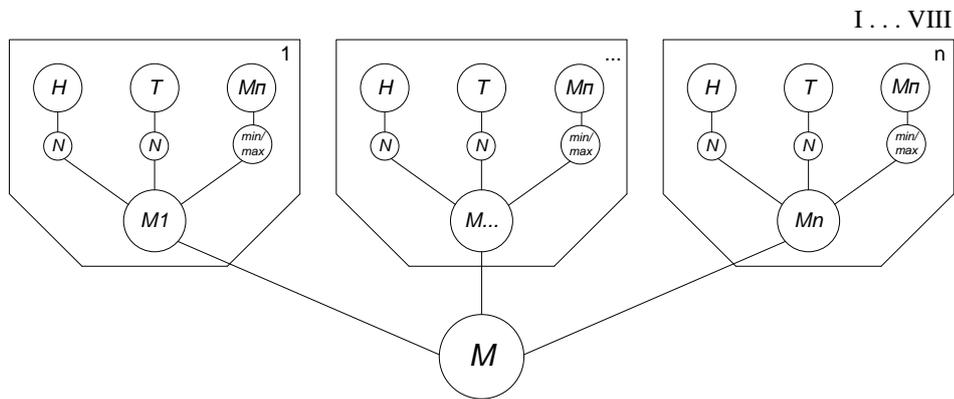


Рис.2. Модель порядка проведения экспериментального исследования по определению эффективности комбинированной обработки практических упражнений

$H$  - отработка практического упражнения на реальном агрегате;  $T$  - отработка практического упражнения на тренажере;  $M_n$  - параметр, учитывающий уровень усвоения материала (минимальный / максимальный показатель успешности потока),  $N$  - количество циклов отработки упражнения;  $M1 \dots Mn$  - уровень усвоения практического упражнения студентом после ее выполнения;  $M$  - средний показатель уровня усвоения выполненной практического упражнения учебной группой

Пользуясь методикой [4,5,6] и таблицей 2, была построена план-матрица экспериментальных исследований для полнофакторного эксперимента типа  $2^3$ . Результаты проведенных исследований, каждый из которых был проведен 2 раза, отражены в таблице 3.

Таблица 3

План-матрица и результаты экспериментальных исследований

№ эксп-та	Факторы						Результаты исследований		
	$X_1$		$X_2$		$X_3$		$M(1)$ , балы	$M(2)$ , балы	$\bar{M}$ , балы
	код	$H$ , раз	код	$T$ , раз	код	$M_n$ , бал			
1	-1	2	-1	2	-1	50,654	68,3	72,6	70,45
2	+1	6	-1	2	-1	50,654	80,2	76,4	78,3
3	-1	2	+1	6	-1	50,654	79,55	74,65	77,1
4	+1	6	+1	6	-1	50,654	86,8	92,4	89,6
5	-1	2	-1	2	+1	91,380	66,84	74,7	70,77
6	+1	6	-1	2	+1	91,380	81,04	79,24	80,14
7	-1	2	+1	6	+1	91,380	76,32	71,96	74,14
8	+1	6	+1	6	+1	91,380	95,2	94,52	94,86

Для проведения расчетов, независимые изменения  $\tilde{X}_i$  (табл. 2) необходимо перевести в безразмерные величины за зависимость:

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

Подставив числовые показатели, мы получили:

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

Уравнение регрессии, которое определяет зависимость прогнозируемой успеваемости студентов от трех независимых факторов ( $H$ ,  $T$ ,  $M_{II}$ ), с кодированными переменными, учитывающие взаимодействие данных факторов, имеет вид:

$$M = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3 \quad (3)$$

Коэффициент  $b_n$  для модели (3) с учетом экспериментально полученных значений  $\bar{M}_i$  определяется:

$$b_n = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_{in} \ln \bar{M}_i \quad (4)$$

где  $X_{in}$  – код  $n$ -го фактора  $i$ -го эксперимента;  $\bar{M}_i$  – среднее значение результата  $i$ -го эксперимента при определенных значениях факторов;  $N$  – количество экспериментов.

По результатам экспериментальных исследований были получены значения коэффициентов уравнения регрессии (3):  $b_0=4,369$ ;  $b_1=0,078$ ;  $b_2=0,054$ ;  $b_3=0,005$ ;  $b_{12}=0,02$ ;  $b_{13}=0,014$ ;  $b_{23}=-0,001$ ;  $b_{123}=0,009$ .

После выполнения опытов проводится проверка повторяемости процессов при одинаковом числе параллельных опытов по критерию Кохрена. Проверка адекватности модели осуществляем с помощью критерия Фишера. Оценку значимости коэффициентов регрессии проводим с помощью критерия Стьюдента. После этого, полученная зависимость позволит разработать метод определения воздействия комбинированного обучения с привлечением интерактивных средств на успешность усвоения материала. Для этого необходимо осуществить переход к модели натуральных переменных, подставив уравнение (2) в модель (5).

$$\ln M = 4,369 + 0,078X_1 + 0,054X_2 + 0,005X_3 + 0,02X_1X_2 + 0,014X_1X_3 - 0,001X_2X_3 + 0,009X_1X_2X_3 \quad (5)$$

Упростив выражение (5), получим:

$$M = \exp(4,0641 + 0,1353 \cdot \ln H + 0,2535 \cdot \ln T + 0,0825 \cdot \ln M_{II} - 0,1156 \cdot \ln H \cdot \ln T - 0,0459 \cdot \ln H \cdot \ln M_{II} - 0,1409 \cdot \ln T \cdot \ln M_{II} + 0,1078 \cdot \ln H \cdot \ln T \cdot \ln M_{II}) \quad (6)$$

Как видно из модели (6), основными факторами, которые влияют на успешность усвоения практических упражнений  $M$ , отработанных комбинированным способом, является количество циклов отработки упражнения на реальном агрегате  $H$ , количество отработки упражнений на интерактивном тренажере  $T$ , и показатель успешности за последние годы обучения  $M_{II}$ , который определяет уровень интеллектуальных способностей студентов. Рассмотрим, как влияет каждый из перечисленных факторов на конечный параметр  $M$  в условиях различных методик выполнения практических упражнения комбинированным способом на рисунке 3.

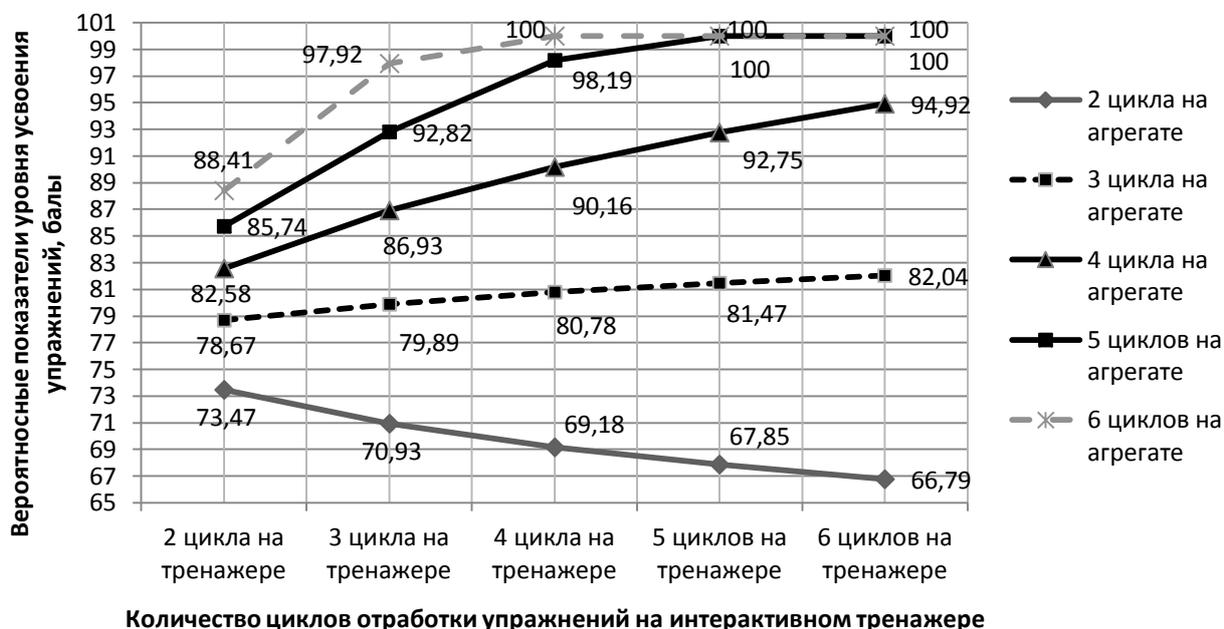


Рис.3. Графическая зависимость влияния независимых факторов  $H$  и  $T$  на результат прогнозируемой успешности, при постоянном показателе  $M_{II}$  (51 бал)

Графическая зависимость (рис. 3) открывает нам полную сущность комбинированного способа отработки специальных практических упражнений. На представленной графической зависимости отражены вероятностные показатели успешности усвоения упражнения, которые мы получили подставив в конечную модель (6) необходимые значения факторов  $H$  и  $T$ , при постоянном показателе  $M_{II}$ . Значение параметра  $M_{II}$  принимаем минимально положительным для того, чтобы конечный результат прогнозируемой модели, воспроизводил вероятностные показатели усвоения практической упражнения студента с самыми низкими интеллектуальными способностями.

Из представленной зависимости видно, что лучшего результата усвоения практической упражнения можно достичь при количестве отработок на реальном агрегате и тренажере = 6. Однако, в пределах часов отведенных учебным планом, выполнить такое количество практических упражнений, с одновременной пользой для студентов, почти невозможно. Для этого необходимо привлекать трех и более преподавателей и несколько единиц техники, что приведет к нерациональному использованию человеческих и материальных ресурсов. Соответственно, необходимо найти оптимальное соотношение количества отработок упражнения на агрегате и тренажере. Из практики проведения практических занятий установлено, что во время одного занятия, каждый студент группы в состоянии отработать предложенные программой практические упражнения в количестве не более 8 раз. Проанализировав графическую зависимость (рис. 3), можно сделать вывод, что оптимальным соотношением циклов отработки упражнения на тренажере и агрегате, которая = 8, является 4:4. Как видно, данное соотношение циклов отработки практической упражнения комбинированным способом предоставляет высокие вероятностные показатели успеваемости при одновременной экономии материальных ресурсов, затраченных на работу с агрегатами пожарных автомобилей.

**Выводы.** В результате проведенной работы получена модель определения влияния количества и видов отработок практических упражнений на успеваемость

студентов. Модель предоставляет возможность создания фундаментального подхода для определения оптимального количества часов и расходных материалов при надлежащей подготовке будущих специалистов оперативно-спасательной службы. С использованием полученной модели становится возможным определение ориентировочного уровня усвоения упражнений, задавая значение трех независимых факторов:  $N$ ,  $T$ ,  $M_{\text{п}}$ . Это даст нам основания для внесения изменений в рабочие планы, с целью повышения уровня знаний при минимизации времени обучения, материальных и человеческих ресурсов.

### Литература

1. Рак Т.Е., Рак Ю.П., Ренкас А.И., Придатко А.В. Информационные технологии и интерактивные средства обучения при подготовке современного пожарного-спасателя. Сборник тезисов международной конференции «Новые информационные технологии в образовании для всех: Киев – 2010.
2. Придатко А.В., Ренкас А.И. Исследование эффективности и аспекты внедрения интерактивных средств обучения для организации учебного процесса ЛГУБЖД. Сборник научных трудов Львовского государственного университета безопасности жизнедеятельности. Львов - 2010.
3. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – 416 с.
4. Семенов С. А. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. Учебно-методическое пособие. М.: ИПЦ МИТХТ, 2001 г., 93 с.
5. Винарский М.С., Лурье М.В. Планирование эксперимента в технологических исследованиях. – К.: Техніка, 1975. – 168 с.
6. Биндер К., Хеерман Д.В. Моделирование методом Монте-Карло в статистической физике. Пер. с англ. В.Н. Задкова. – М.: Наука. Физматлит, 1995. – 144 с.
7. Бушуев С.Д., Бушуева Н.С., Бабаев Н.А., Яковенко В.Б. и др. «Креативные технологии управления проектами и программами» под ред. проф. Бушуева С.Д.: Монография. – К.: «Саммит-Книга», 2010.-768с.

В статье представлено описание учебной технологии с использованием интерактивных тренажеров и результаты проведенных экспериментальных исследований эффективности комбинированного отработки практических упражнений с пожарной техники. Опираясь на результаты исследований 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.

*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

Придатко Александр Владимирович - капитан службы гражданской защиты, преподаватель кафедры пожарной и аварийно-спасательной техники, Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности МЧС Украины.  
Тел. +38067-769-01-06. E-mail: [a\\_prydatko@ukr.net](mailto:a_prydatko@ukr.net)