

# Актуальні питання навчання

УДК 681.518.001.57:519.7

Н.В. Зачепа, О.П. Чорний, Ю.В. Зачепа, С.В. Сукач, С.А. Сергієнко

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук*

## ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

Вирішується актуальна задача оцінювання якості процесу навчання при підготовці фахівців технічних спеціальностей з метою розробки наукових основ організації процесу підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації фахівців технічних спеціальностей: лабораторного практикуму і застосування комп'ютерних тренажерів-імітаторів для отримання необхідних навиків безпечного виконання технологічних операцій. Розвинений підхід до оцінювання ефективності засвоєння інформації, який дозволяє формувати, розвивати та удосконалювати навчання працівників, тим самим підвищуючи як їх кваліфікацію, так і готовність до дотримання умов праці й вимог безпеки на робочих місцях під час виконання виробничих процесів.

**Ключові слова:** інформаційні технології, засвоєння технічної інформації, безпека праці.

### Вступ

Технологічні процеси на сучасному виробництві являють собою складні людино-машинні комплекси, у яких працівник може розглядатися як самостійна ланка в замкнутій системі керування в силу таких його якостей, як уміння справлятися із завданнями в непередбачених обставинах, прогнозувати хід подій і знаходити оптимальне рішення в складних ситуаціях.

Установлено [1, 2], що однією з основних причин травмування працівників є недоліки в навчанні працюючого безпечним прийомам праці. Статистика травматизму в будь-якій галузі народного господарства показує необхідність удосконалювання системи організаційних і технічних заходів та засобів щодо забезпечення необхідного рівня безпеки праці.

Попередження травматично-небезпечних ситуацій на виробництві залежить не тільки від ступеня вдосконалювання й ефективності систем керування або автоматики захисту, але й від професійної підготовки, тренуваності й досвіду персоналу. Від знань, навичок і вмінь працівника залежить ефективність, безпека й надійність виконання операцій технологічного процесу.

У цей час одним з ефективним напрямків по зниженню виробничого травматизму й підвищення ефективності процесу підготовки безпеки праці персоналу є використання автоматизованих навчальних систем (АНС), що представляють собою комплекс програмно-технічних та інформаційних засобів, орієнтованих на надання певного обсягу знань, відпрацювання необхідних навичок і вмінь, а також на контроль результатів підготовки фахівців [3].

У цьому сенсі великого значення набувають теорії та педагогічні технології навчання, які за сучасних умов ґрунтуються на інформаційних технологіях і знаходять своє відображення, зокрема, у конкретних електронних навчальних і контролюючих програмах. До них належать різного роду тренінги, контролюючі програми, лабораторні практикуми, тренажери, ігрові програми, наочно-орієнтовані середовища, навчальне моделювання, ділові ігри, групові семінари (тьюторіали), розбір ситуацій (кейс-стадії), психологічне тестування тощо [4]. Розробка подібних електронних ресурсів зумовлена необхідністю підготовки фахівців до повноцінної та ефективної участі в побутовій, суспільній і професійній галузях в умовах інформаційного суспільства.

**Мета роботи** – дослідження ефективності інформаційно-комунікаційних та мультимедійних технологій на процеси засвоєння технічної інформації, на основі якої у працівників формуються і розвиваються необхідні знання, навиків та вмінь щодо виконання виробничих процесів.

### Результати досліджень

Для оцінки засвоєння інформації були проведені експериментальні дослідження зі слухачами двох груп, направлених на підвищення кваліфікації за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Оцінка ефективності підготовки фахівців та набуття ними навиків безпечного виконання технологічних операцій на комп'ютерних тренажерах-імітаторах (КТІ) виконувалася з використанням моделі Дональда Кіркпатріка, яка включає чотири рівні контролю якості навчання [5]:

1. Оцінка реакції учасників на навчання.

2. Контроль рівня отриманих знань.

3. Демонстрація отриманих знань і навичок на практиці.

4. Оцінка результатів навчання.

*Перший рівень* направлений на оцінку задоволеності освітнім/навчальним процесом слухачів. Отримана на цьому рівні інформація має важливе значення, оскільки негативна реакція слухачів на процес навчання негативно позначиться на мотивації слухачів і застосуванні отриманих знань та навичок на практиці. Як правило, оцінку реакції учасників на навчання проводять анкетуванням. Анкетуванням оцінювали рейтинг курсу (актуальність і зміст курсу, застосовність отриманих знань та навичок на практиці тощо) та рейтинг викладача (компетентність викладача, доступність викладу матеріалу, комунікабельність тощо). Традиційне анкетування в системі професійної підготовки і перепідготовки персоналу використовується для оцінки якості проведених занять пост-фактум без подальшої дії на процес навчання.

Для повторюваних короткострокових курсів використовували статистичне управління якістю процесу навчання із застосуванням контрольних карт Шухарта. На рис. 1 наведена контрольна карта рейтингу курсу «Електробезпека», з якого проходять навчання керівники нижчої і середньої ланки енергоуправління та відповідальні особи щодо безпеки праці промислових підприємств. Як центральна лінія  $CL$  прийнято середній рейтинг курсу  $X_{CL} = 8,3$  бала (при оцінці по 10-ти бальній системі), отриманого з аналізу минулого раніше навчання. У результаті статистичної обробки інформації отримані верхня  $X_{UCL} = +3s$  й нижня  $X_{LCL} = -3s$  контрольні межі, де  $s = 0,61$  бала – середнє значення середніх квадратичних відхилень рейтингу курсу підгруп навчання. Процес навчання знаходиться в статистично керованому стані, якщо відхилення рейтингу від прийнятного викликане тільки випадковими причинами. Вихід рейтингу за контрольні межі є результатом дії особливих причин, які слід виявити, виключити або ослабити.

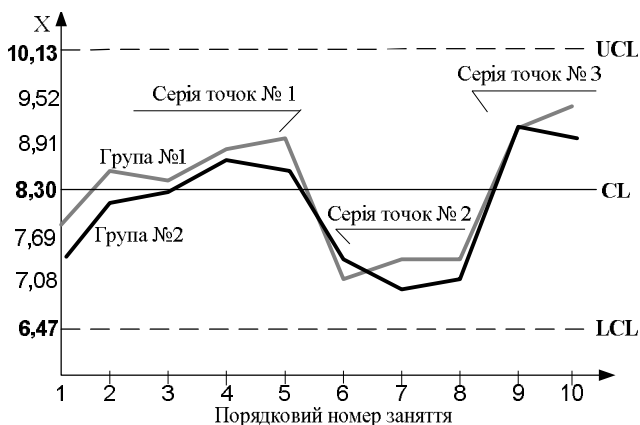


Рис. 1. Контрольна карта рейтингу курсу «Електробезпека»

На графіку рейтингу курсу можна виділити три серії точок. Перша серія точок №1, розташованих поблизу центральної лінії, свідчить про те, що процес навчання знаходиться в статистично керованому стані, його якість передбачена і навчання задовольняє вимогам, що пред'являються.

Проте, починаючи з шостої точки почала спостерігатися тенденція до втрати керованості процесу. На цьому етапі організаторам навчання необхідно було б відвідати одне із занять у ролі супервізора, проаналізувати програму навчання на предмет її актуальності та з'ясувати чи не входять в конфлікт час проведення занять з робочими обов'язками і можливостями слухачів. На жаль таких дій зроблено не було і, як наслідок, виникла критична ситуація виходу процесу навчання із стану статистичної керованості – три точки серії №2 знаходяться в небезпечній близькості від нижньої контрольної межі. Аналіз проведених занять виявив наступні невідповідні причини: надмірна кількість годин викладачем відводилася на теоретичну підготовку, тоді як слухачі ставили за мету відпрацювати практичні навички; починаючи з восьмого заняття проводилися без відриву від виробництва після роботи і в результаті стомлення засвоєння матеріалу слухачами було ускладнене. Після корекції програми курсу, а саме, введення АНС у вигляді КТІ та організації проведення занять проблеми були успішно вирішені, що сприяло якісному поліпшенню процесу навчання – серія точок №3 розташовані вище за центральну лінію і мають позитивну динаміку до верхньої контрольної межі.

*Другий рівень* присвячений вимірюванню отриманих в процесі навчання знань. За результатами навчання слухачів контролювали знання із застосуванням експрес-діагностики у формі тестування. Використовували тестові завдання із закритою і відкритою формою відповіді. Завдання із закритою формою відповіді (відповідь міститься в завданні і розпізнається слухачем) використовували для контролю знань до і після навчання [6].

В табл. 1 і 2 подані результати тестування слухачів (прізвища слухачів замінено, результати представлені у відносних одиницях) з курсу «Електробезпека», де на кожному занятті був наданий тест із 20 питань, що містили 5-6 відповідей. Таких тестів було проведено 10.

Результати такого тестування показують (рис. 2 і 3) наскільки змінилися знання і компетенції слухачів за весь термін підготовки. В даному випадку це двомісячні курси підвищення кваліфікації або 52 навчальних дні. Тестування дозволило достовірно та оперативно оцінити рівень підготовленості і при необхідності скоригувати програму навчання з урахуванням спроможності та зацікавленості слухачів до сприйняття інформації (заняття 6-8 згідно рис. 1) та пропусків в знаннях (згідно даних табл. 1 і 2).

Таблиця 1

Дані тестування слухачів групи №1 у в.о.

П.І.Б.	Дата/Бали									
	05.09	10.09	17.09	24.09	01.10	03.10	08.10	17.10	22.10	27.10
С 1	0,55	0,45	0,65	0,65	0,65	0,7	0,8	0,8	0,8	
С 2	0,45	0,55	0,7	0,7	0,7	0,6	0,8	0,8	0,85	
С 3	0,45	0,65	0,7	0,8	0,85	0,8	0,8	0,7	0,75	0,8
С 4	0,5	0,55	0,55	0,6	0,7	0,6	0,8	0,75	0,8	0,8
С 5	0,4	0,6	0,6	0,35	0,35		0,8		0,75	0,8
С 6	0,4	0,5	0,6	0,3	0,55	0,35	0,8	0,45	0,7	
С 7	0,45	0,6	0,55	0,55	0,65	0,65	0,6	0,65	0,7	0,75
<b>середнє</b>	<b>0,45</b>	<b>0,526</b>	<b>0,616</b>	<b>0,613</b>	<b>0,683</b>	<b>0,675</b>	<b>0,756</b>	<b>0,717</b>	<b>0,77</b>	<b>0,788</b>
<b>медіана</b>	<b>0,45</b>	<b>0,55</b>	<b>0,65</b>	<b>0,60</b>	<b>0,70</b>	<b>0,650</b>	<b>0,80</b>	<b>0,75</b>	<b>0,75</b>	<b>0,80</b>

Таблиця 2

Дані тестування слухачів групи №2 у в.о.

П.І.Б.	Дата/Бали									
	05.09	10.09	17.09	24.09	01.10	03.10	08.10	17.10	22.10	27.10
С 8	0,3	0,5				0,55	0,6	0,4	0,7	
С 9	0,45	0,45	0,65	0,7	0,6	0,75	0,75	0,75	0,65	0,75
С 10	0,15	0,35	0,7			0,6			0,7	
С 11	0,35	0,15	0,6	0,5	0,65	0,75	0,7	0,8	0,7	0,7
С 12			0,6				0,75		0,85	0,75
С 13	0,25	0,5	0,6	0,55		0,65		0,65	0,6	0,8
С 14	0,15	0,3	0,6	0,6	0,55	0,6	0,55		0,65	0,75
<b>середнє</b>	<b>0,34</b>	<b>0,427</b>	<b>0,654</b>	<b>0,636</b>	<b>0,521</b>	<b>0,646</b>	<b>0,693</b>	<b>0,70</b>	<b>0,70</b>	<b>0,754</b>
<b>медіана</b>	<b>0,32</b>	<b>0,45</b>	<b>0,60</b>	<b>0,65</b>	<b>0,525</b>	<b>0,625</b>	<b>0,725</b>	<b>0,75</b>	<b>0,675</b>	<b>0,75</b>

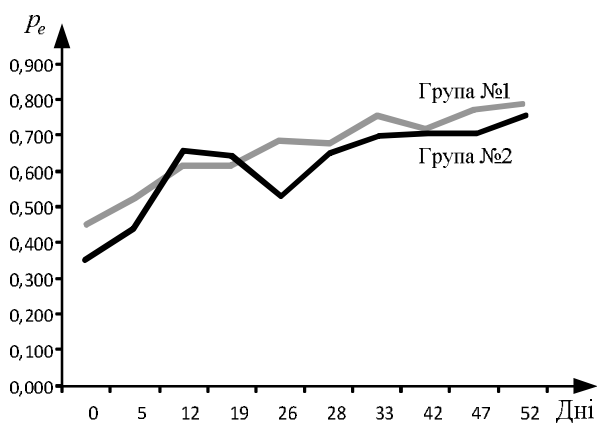


Рис. 2. Середнє значення успішності слухачів груп №1 і №2 за даними тестування

Метою *третього рівня* є оцінка застосовності отриманих знань і навичок у практичній діяльності. Якісне застосування результатів навчання на практиці можна оцінити за допомогою оцінки результатів виконання практичних та лабораторних робіт, випускних робіт фахівців, тематика яких безпосередньо пов'язана із вирішенням проблем конкретного

підрозділу підприємства, що є місцем роботи слухача. Захист роботи чи складання іспиту перед комісією, в яку входять керівники фахівця дозволяє оцінити ступінь засвоєння матеріалу та наскільки відпрацьовані практичні навички.

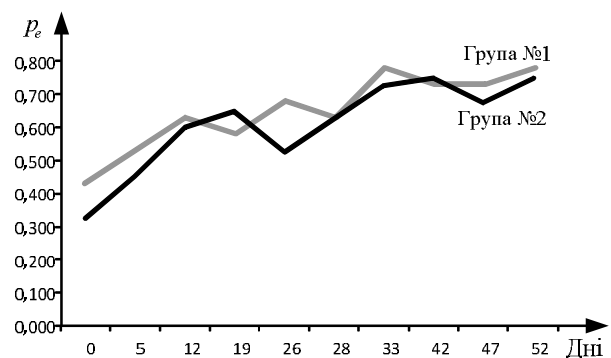


Рис. 3. Медіана значення успішності слухачів груп №1 і №2 за даними тестування

Для вище вказаних груп слухачів був проведений експеримент, метою якого було порівняння ефективності набуття практичних навичок виконання

технологічних операцій шляхом виконання лабораторного практикуму на фізичних лабораторних стендах та КТІ тотожних реальним фізичним стендам.

Слухачі відпрацювали чотири лабораторних роботи: 1. Електробезпека трифазних мереж змінного струму напругою до 1000 В; 2. Захисне заземлення та занулення в трифазних мережах напругою до 1000 В; 3. Контроль ізоляції в електроустановках; 4. Напряга кроку та напряга дотику.

Слухачі групи №1 відпрацювали лабораторні роботи на фізичному стенді, слухачі групи №2 – на КТІ. При захисті лабораторної роботи слухачам був запропонований тест з 10 завдань, який включав питання з теорії процесів у досліджуваних системах та електричних колах, а також виконання лабораторної роботи. Результати відповідей, а саме кількість правильних відповідей слухачами, наведені у табл. 3 і 4.

Таблиця 3

Підсумки відповідей слухачів групи №1 за результатами лабораторного практикуму на фізичному стенді

П.І.Б.	Лабораторна робота			
	1	2	3	4
С 1	4	3	3	2
С 2	4	2	6	6
С 3	8	6	7	4
С 4	4	4	2	3
С 5	6	7	4	5
С 6	6	6	6	4
С 7	5	7	6	2
<b>Середнє</b>	<b>5,9</b>	<b>5,0</b>	<b>5</b>	<b>3,3</b>

Таблиця 4

Підсумки відповідей слухачів групи №2 за результатами лабораторного практикуму на КТІ

П.І.Б.	Лабораторна робота			
	1	2	3	4
С 8	8	4	5	6
С 9	6	5	6	7
С 10	7	6	5	8
С 11	1	4	7	9
С 12	9	6	5	5
С 13	9	3	6	8
С 14	4	4	6	7
<b>Середнє</b>	<b>6,3</b>	<b>4,5</b>	<b>5,7</b>	<b>7,1</b>

Підсумки відповідей показані на рис. 4, при розташуванні виконання лабораторних робіт у хронологічному порядку. Аналіз кривих показує, що існує чітка тенденція до погіршення результатів тестування у першій групі, і покращення результатів тестування у другій групі.

Середнє значення різниці відповідей між групами для перших трьох робіт досить незначна, і тільки для четвертої роботи стрімко зростає (табл. 5). Тому для перевірки якості отриманих результатів проведемо їх статистичну оцінку.

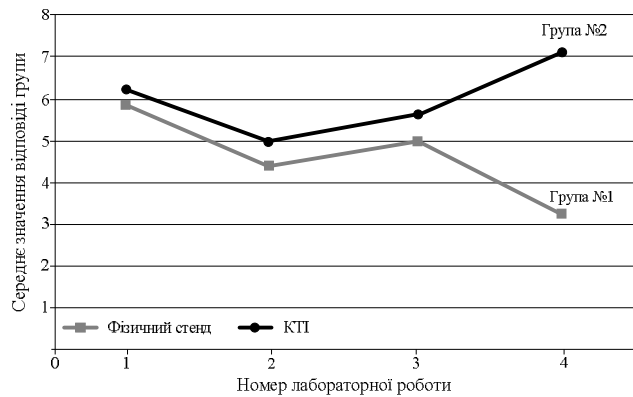


Рис. 4. Розподіл відповідей при тестуванні груп слухачів

Таблиця 5

Середнє значення відповідей по групі слухачів

	Л. р. 1	Л. р. 2	Л. р. 3	Л. р. 4
Група №1	5,9	5,5	5	3,3
Група №2	6,3	5,6	5,7	7,1
<b>Різниця</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>0,7</b>	<b>3,8</b>

Середнє значення розрахуємо як  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ , де  $x$  – значення відповідей за табл. 3 і 4. Незміщена оцінка дисперсії [5]:

$$\tilde{\sigma}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Межі довірчих інтервалів

$$\bar{x} - \frac{t_{1-\alpha/2} \tilde{\sigma}}{\sqrt{n}} < x < \bar{x} + \frac{t_{1-\alpha/2} \tilde{\sigma}}{\sqrt{n}}$$

де  $1-\alpha/2$  – квантиль розподілу Стюдента. Приймаючи коефіцієнт вірогідності  $\alpha = 0,05$ , знаходимо для першої групи, з дев'ятьма ступенями свободи,  $t_{1-\alpha/2} = 2,262$ ; для другої групи, з шістьма ступенями свободи,  $t_{1-\alpha/2} = 2,447$ .

Враховуючи довірчі інтервали побудуємо розподіл відповідей слухачів (рис. 5).

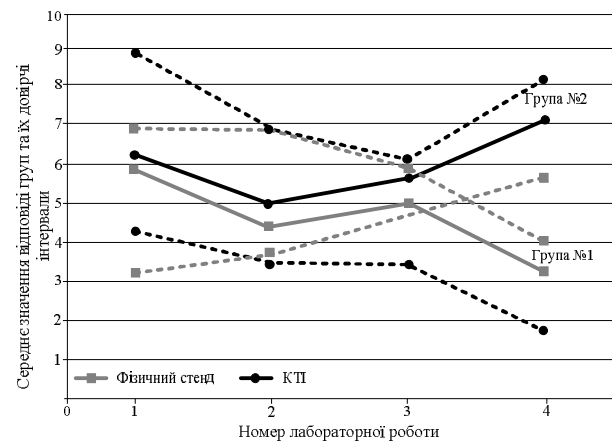


Рис. 5. Розподіл відповідей і їх довірчі інтервали при тестуванні груп студентів

Використання КТІ збільшує коефіцієнт умови-воду, це спостерігається як кумулятивний ефект після третьої лабораторної роботи – стрімке зростання кількості вірних відповідей у групі, яка виконувала лабораторний практикум на КТІ (рис. 5).

Можна стверджувати, що на цьому етапі відбувається засвоєння теоретичних положень і слухачі починають свідомо виконувати завдання лабораторного практикуму, а не суто за програмою методичних вказівок.

Оцінити застосування отриманих при навчанні знань з практики можна й у формі коучинга, коли в ході прямого спостереження за працівником на робочому місці викладач або відповідна особа, наприклад, енергетик цеху чи керівник відділу безпеки праці, інспектує та дає рекомендації щодо ліквідації пропусків у засвоєнні матеріалу.

Останній, *четвертий рівень* направлений на виявлення змін в економічних показниках підрозділу або підприємства в результаті навчання. Розрахувати економічну ефективність навчання дуже складно, оскільки на ці показники впливає велика кількість чинників, ізолювати які практично неможливо. Тому оцінка ефективності на останньому рівні проводиться у край рідко.

### Висновки

Таким чином, оцінка ефективності навчання є надійним інструментом контролю результативності підготовки і перепідготовки фахівців, дозволяє реалізувати стратегію забезпечення і підтримки високої якості процесу навчання, тим самим підвищуючи як кваліфікацію працівників, так і їх готовність до

дотримання умов праці й вимог безпеки на робочих місцях під час виконання трудових і виробничих процесів.

Встановлена, статистично підтверджена, ефективність проведення практичної підготовки на КТІ тотожних реальним фізичним стендам.

### Список літератури

1. Засухин И.Н. Количественная оценка состояния охраны труда. Анализ травматизма при различных нарушениях / И.Н. Засухин // *Справочник специалиста по охране труда*. – 2004 – № 2. – С. 7–11.
2. Экспертиза условий труда – основа профилактики травматизма / Б. Збышко // *Охрана труда и социальное страхование* – 2002 – № 7 – С. 1–3.
3. Адаптированные автоматизированные системы обучения. Модель обучаемого – Режим доступа: <http://sites.google.com/site/adaptivnyeobucaiesistemy/model-obucaемого>
4. Чорний О.П. Віртуальні лабораторні комплекси – технологія підвищення якості підготовки фахівців / О.П. Чорний, М.В. Загірняк, А.М. Гуржій, С.А. Сергієнко, М.Г. Несен, Д.Й. Родькін; Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2017. – 232 с. – ISBN 978-617-639-116-6.
5. Гласе Дж. Статистические методы в педагогике, и психологии. Пер. с англ. / Дж. Гласе, Дж. Стэнли; М.: Прогресс, 1976. – 147 с.
6. Сивякова Г.А. Дистанционное тестирование в вузах – за и против / Г.А. Сивякова, А.П. Черный // *Вестник Карагандинского государственного индустриального университета*. – Темиртау: КГИУ, 2017. – Вып. 1(17). – С. 132-139.

Надійшла до редколегії 25.07.2017

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. М.І. Адаменко, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків.

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Н.В. Зачепа, А.П. Черный, Ю.В. Зачепа, С.В. Сукач, С.А. Сергиенко

*В работе решается актуальная задача оценивания качества процесса обучения при подготовке специалистов технических специальностей с целью разработки научных основ организации процесса подготовки, переподготовки и повышения квалификации инженеров технической направленности: лабораторного практикума и применения компьютерных тренажеров-имитаторов для получения необходимых навыков безопасного выполнения технологических операций. Развитый подход к оценке эффективности усвоения информации, который позволяет формировать, развивать и совершенствовать обучение учащихся, тем самым повышая как их квалификацию, так и готовность к соблюдению условий труда и требований безопасности на рабочих местах при выполнении производственных процессов.*

**Ключевые слова:** информационные технологии, усвоение технической информации, безопасность труда.

## ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF THE TRAINING PROCESS AND ENHANCEMENT OF SAFETY LEVEL IN THE PERFORMANCE OF TECHNOLOGICAL OPERATIONS

N.V. Zachepa, O.P. Chorny, Iu.V. Zachepa S.V. Sukach, S.A. Sergienko

*The task of assessing the quality of the training process during the training of specialists of technical specialties is being addressed in order to develop the scientific basis for the organization of the process of training, retraining and advanced training of specialists of technical specialties: laboratory workshop and the use of computer simulators to obtain the necessary skills for the safe execution of technological operations. A developed approach to assessing the effectiveness of information acquisition, which allows the formation, development and improvement of employee training, thereby increasing both their qualifications and the readiness to observe working conditions and safety requirements in the workplace during the implementation of production processes.*

**Keywords:** information technologies, assimilation of technical information, safety of work.