

**Вывод.** Комплексное параллельное освоение нескольких графических дисциплин, а также применение различных графических методов и инновационных технологий способствует оптимизации процесса оперативной графической подготовки студентов технических специальностей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Твердохліб О.М. Порівняльний аналіз конструювання деталей машин у програмних середовищах Компас-3D та Inventor / О.М. Твердохліб, І.В. Вернер, О.М. Теліпка // Сборник научных трудов международной конференции «Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2019». – Днепр: НТУ «ДП», 2019. – С. 277 – 282.

2. Балашов С.В., Нікітюк Д., Горохова А.Р. Сучасні засоби Autodesk при проектуванні деталей машин / С.В. Балашов, Д. Нікітюк, А.Р. Горохова // Сборник научных трудов международной конференции «Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2019». – Днепр: НТУ «ДП», 2019. – С. 158 – 161.

3. Шевелев Ю.П. Эффективность комплексного применения в профессиональной подготовке специалистов различных типов графических программ при разработке геометрических моделей / Ю.П. Шевелев, В.А. Токарев // Геометрия и графика. М.: ИНФРА-М. 2013. V. 1. I. 3 – 4. – С. 40 – 43. DOI: 10.12737/2132.

4. Токарев В.А. Разработка моделей транспорта и средств переработки сырья для спутников планет в рамках инженерного образования / В.А. Токарев, И.И. Грабовский // Сборник научных трудов международной конференции «Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2018». – Днепр: НГУ, 2018. – С. 315 – 322.

УДК 331.101

## РОЗРОБКА НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ЕРГОНОМІЧНОГО АНАЛІЗУ УМОВ ПРАЦІ

**С.І. Чеберячко<sup>1</sup>, О.В. Дерюгін<sup>2</sup>, О.О. Третяк<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>доктор технічних наук, професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна, e-mail: [sicheb@ukr.net](mailto:sicheb@ukr.net)

<sup>2</sup>кандидат технічних наук, доцент кафедри управління на транспорті, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна, e-mail: [oleg.kot@meta.ua](mailto:oleg.kot@meta.ua)

<sup>3</sup>кандидат технічних наук, доцент кафедри управління на транспорті, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна, e-mail: [lenusia3366@gmail.com](mailto:lenusia3366@gmail.com)

**Анотація.** В роботі запропоновано кейс для розвитку у майбутнього фахівця з охорони праці комплексності системного творчого мислення, наполегливість у досягненні мети професійної та науково-дослідницької діяльності через вирішення низки взаємопов'язаних задач з аналізу робочих поз, встановлення ергономічних ризиків та ймовірності травмування, визначення витрат на придбання різноманітного обладнання, яке дозволяє зменшити травматизм чи захворювання опорно-рухового апарату та збільшити продуктивність праці та обґрунтувати доцільність його придбання порівнявши зі збитками на лікування і реабілітацію працівників. Такий підхід формує у студента образне мислення, вміння приймати відповідні обґрунтовані рішення. Виробити ефективну інформаційну систему супроводу процесів на всіх етапах управління навчальним процесом та забезпечити оперативний контроль параметрів навчального процесу, в якості яких виступає рівень оволодіння компетентностями і адекватно реагувати на їх відхилення від запланованих значень.

**Ключові слова:** ергономічний ризик, виробничі небезпеки, безпечна праця, ремонт автомобіля, метод "REBA".

## DEVELOPING A TRAINING PROGRAM FOR ERGONOMIC ANALYSIS OF WORKING CONDITIONS

Serhiy Cheberyachko<sup>1</sup>, Oleg Deryugin<sup>2</sup>, Olena Tretyak<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ph.D., Professor of Department of Labour Protection and Civil Safety, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine; e-mail: [sicheb@ukr.net](mailto:sicheb@ukr.net)

<sup>2</sup>Ph.D., Associate professor of Department of Transportation Management, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine, e-mail: [oleg.kot@meta.ua](mailto:oleg.kot@meta.ua)

<sup>3</sup>Ph.D., Associate professor of Department of Transportation Management, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine, e-mail: [lenusia3366@gmail.com](mailto:lenusia3366@gmail.com)

**Abstract.** The paper proposes a case for the development of the future specialist for the protection of the complexity of systemic creative thinking, perseverance in achieving the goal of professional and research activities by solving a number of interrelated problems in the analysis of working postures, establishing ergonomic risks and identity trauma, determining the cost of purchasing a variety of equipment that can help reduce injuries or diseases of the musculoskeletal system and increase productivity and substantiate the feasibility of yoga. with a loss of purchasing comparing the treatment and rehabilitation of workers. This approach shapes the student's imaginative thinking, ability to make informed decisions. To develop an effective information system of process support at all stages of management of the educational process and to provide operational control of the parameters of the educational process, in which the level of mastery of competencies acts and to adequately respond to their deviation from the planned values.

**Keywords:** ergonomic risk, industrial hazards, safe work, car repair, "REBA" method.

**Вступ.** За даними Міжнародної асоціації ергономіки (МЕА) розробка програм, які дозволяють оцінити вплив статичних та динамічних параметрів

виробничого середовища на здоров'я та працездатність людини, через оцінку впливу на анатомічні, антропометричні, фізіологічні, психологічні та біомеханічні їх характеристики представляє значний інтерес для багатьох промислових галузей у світі [1]. Важливою є оцінка робочих поз, ритму, темпу, тривалості, інтенсивності роботи, яка спрямована на запобігання виникнення травм опорно-рухового апарату. Ці травми є одними з найпоширеніших у світі, які призводять до величезних фінансових витрат для суспільства. Одним із шляхів зменшення їх кількості є профілактика, яка спрямована перш за все на виявлення потенційно небезпечних ергономічних робочих ситуацій на ранній стадії та економічне обґрунтування доцільності запровадження безпечних ергономічних систем. Для цього процесу (ідентифікації, класифікації небезпек, оцінки ризику, обґрунтування доцільності витрат) важно обґрунтувати витрати на закупівлю ергономічного обладнання за формулою [2]:

$$F = [B_i(R_{EP}) + Z_i(R_{EP})] \rightarrow \min, \quad (1)$$

де  $R_{EP}$  – інтегральний показник ймовірності травмування;

$B_i(R_{EP})$  – витрати (вартість) на реалізацію ергономічного обладнання;

$Z_i(R_{EP})$  – витрати на захворювання/травми опорно-рухового апарату.

Це потребує відповідної фахової підготовки, яка б надавала майбутнім спеціалістам широкі знання з системного аналізу, методів оцінки умов праці, виробничого середовища, характеристик сучасних технічних систем, психофізіологічних та біомеханічних особливостей людини, захворювання опорно-рухового апарату. Зауважмо, сама оцінка ергономічних ризиків для зменшення кількості професійних захворювань досить складна, через неоднозначність/неоднорідність виробничих умов і потребує вміння модернізувати відомі методологічні підходи.

Дисципліна ергономіка викладається у багатьох університетах світу та є однією з головних складових різноманітних освітніх програм. Зокрема, безпека та гігієна праці, прикладна механіка, автомобілі, автомобільне господарство, транспортні технології, гірництво та інші [3]. До основних тем, які обов'язково повинні бути висвітлені відносять: критерії людиномашинних систем, організація робочого місця, психофізіологічні та біомеханічні характеристики людини, види ергономічних травм, методи оцінки ергономічних ризиків та інше [4]. Найбільше в сучасних програмах приділяється уваги до вивчення характерних ознак і розвитку захворювань опорно-рухового апарату, методів оцінки ергономічного ризику та практичних підходів до вдосконалення робочих місць та підвищення комфорту. Освітні заходи включають традиційні підходи: лекції, презентації, електронні плакати/листи; часто використовують активні методи – о дискусії, вирішення практичних завдань, інформаційні буклети. Однак проведенні

дослідження з оцінки ефективності методів викладання підтверджують недостатність надання тільки базових знань, важливо сформулювати вміння користуватись інструментами для покращення організації робочого місця та забезпечити необхідним обладнанням для реалізації запропонованих рішень [5]. Як приклад, у роботі відмічена ефективність навчання за новітнім підходом на основі спеціально розробленої програми, що дозволяє імітувати різні втручання в у виробничий процес у порівнянні з традиційним викладанням ергономіки.

### Мета роботи.

Метою є розробка програм, які дозволяють обґрунтувати рішення придбання ергономічного обладнання (на прикладі виконання технологічного процесу ремонту автомобіля працівником автосервісу).

### Матеріали і результати дослідження.

Для вирішення оптимізаційної задачі з організації безпечної системи праці з пошуку мінімуму функціоналу (1) припустимо, що витрати підприємства на придбання безпечних ергономічних систем безпечної праці залежать від ймовірності захворювання, яка представлена у вигляді:

$$B(R) = B_0 \exp[k \cdot (1 - R)], \quad (2)$$

де  $B_0$  – витрати на підприємстві для забезпечення ергономічних умов праці при забезпеченні максимально можливого значення показника безпеки  $R_{max}$ .

Інтегральний показник ймовірності захворювання визначимо відповідно до величини ергономічного ризику за кожною технологічною операцією за формулою [6]:

$$R_{EP} = 1 - \prod_{i=1}^n P_i, \quad (3)$$

де  $P_i$  – рівень ергономічного ризику травмування при виконанні  $i$ -ої технологічної операції [6]:

$$S_{EP} = \frac{(x_{max} + 1) - x_i}{x_{max}}, \quad (4)$$

де  $x_{max}$  – максимальна бальна оцінка, яка визначається за результатами обробки розташування працівників на робочому місці рf методом "REBA";

$x_i$  – бальна оцінка ергономічного ризику, яка визначена за методом "REBA" за відповідною операцією технологічного процесу.

В залежності від типу небажаної події підприємство понесе певні фінансові збитки, які регламентовані нормативними актами і пов'язані з неможливістю працівника виконувати виробничу діяльність в наслідок часткової або повної втрати працездатності, та відшкодування на лікування, реабілітацію, або на оздоровлення працівника.

Розмір вказаних збитків, виходячи з ймовірності її виникнення і величини ризику можна розрахувати за формулою [7]:

$$З(R_{EP}) = R_{EP} \cdot T_3 \cdot (O_n + b), \quad (5)$$

де  $O_n$  – середня оплата листків непрацездатності за день (станом на 2019 р 1834,59 грн.) [8];

$T_3$  – кількість днів непрацездатності;  $b$  – середньоденний виробіток одного працюючого (1972 грн.) [8].

З урахуванням випадкового характеру експлуатаційних процесів сумарна вартість всіх витрат, які пов'язані з досягненням прийнятної ймовірності травмування при виконанні виробничих завдань дорівнює:

$$F = B_0 \exp[k \cdot (1 - R_{EP})] + R_{EP} \cdot T_3 \cdot (O_n + b) \rightarrow \min, \quad (6)$$

Для визначення мінімуму отриманої функції необхідно взяти похідну від виразу (6) і вирішити рівняння:

$$\frac{\partial F(R_{EP})}{\partial R_{EP}} = 0, \quad (7)$$

після диференціювання виразу (6) отримуємо наступне рішення:

$$F = \frac{1}{k} \exp[k \cdot (1 - R_{EP})] + k + 2R_{EP} \cdot (O_n + b), \quad (8)$$

Даний підхід передбачає вирішення поставленої задачі у додатку Microsoft Office – Excel-2010.

Величину ергономічного ризику за кожною технологічною операцією визначали за допомогою методу "REBA" (*Rapid Entire Body Assessment worksheet*), (рис. 1) [9]. Він представляє собою спеціальний чек-лист, який розділений на дві частини "А" і "Б". До частини "А" відноситься оцінка незручності розташування тулубу, шиї та ніг працівника. Частина "Б" присвячена дослідженню несприятливому розташуванню плечей, ліктів та зап'ястя. Визначення бальних оцінок вказаних поз проводять, виходячи із аналізу фотознімків положення тулуба працівника на яких попередньо наносять структурну схему фіксації частин тулубу і кутів.

REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

**Оцінка «А». Аналіз положення шиї, тулуба, ніг**

**Крок 1. Аналіз положення шиї**  
 0°-20° +1, 20°+ +2, нахил назад +2  
 Оцінка положення шиї

**Коригування:**  
 - Якщо шия скручена: +1  
 - Якщо шия нахилена у бік: +1

**Крок 2. Аналіз положення тулуба**  
 0° +1, нахил назад +2, 30°-60° +3, 60°+ +4  
 Оцінка положення тулуба

**Коригування:**  
 - Якщо тулуб скручений: +1  
 - Якщо тулуб нахилено у бік: +1

**Крок 3. Аналіз положення ніг**  
 30°-60° +1, > 60° +2  
 Add +1, Add +2  
 Оцінка положення ніг

**Крок 4. Звернення до таблиці А**  
 Оцінка з таблиці «А»

**Крок 5. Зусилля навантаження**  
 - Якщо навантаження до 5 кг - +1;  
 - Якщо навантаження від 5 кг до 10 кг - +2;  
 - Якщо навантаження більше 10 кг - +3;  
 Оцінка зусилля/навантаження

**Крок 6. Отримання оцінки «А»**  
 Підсумуйте значення оцінок кроків 4 і 5. Знайдіть відповідний рядок в таблиці «С».  
 Інтерпретація отриманого результату:  
 1 - ризик відсутній;  
 2-3 - мінімальний ризик (потрібні незначні зміни);  
 4-7 - середній ризик (потрібно удосконалення технологій);  
 8-10 - високий ризик роботу виконувати не можна, потрібні кардинальні зміни;  
 11 - неприпустимий ризик (роботи заборонено)

**Бали**

**Таблиця «А»**

		Шия		
		1	2	3
Ротування тулуба	Ноги	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
	1	1 2 3 4	1 2 3 4	3 3 5 6
	2	2 3 4 5	3 4 5 6	4 5 6 7
	3	2 4 5 6	4 5 6 7	5 6 7 8
	4	3 5 6 7	5 6 7 8	6 7 8 9
5	4 6 7 8	6 7 8 9	7 8 9 9	

**Таблиця «В»**

		Передпліччя	
		1	2
Плече	Зап'ястя	1 2 3	1 2 3
	1	1 1 2 2	1 2 3
	2	1 1 2 3	2 3 4
	3	3 3 4 5	4 5 5
	4	4 4 5 5	5 6 7
	5	5 6 7 8	7 8 8
6	6 7 8 8	8 9 9	

**Таблиця «С»**

		Оцінка «В»											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Оцінка «А»	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	10	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

**Крок 15. Отримання загального результату**  
 Значення оцінки з таблиці «С» + Значення активності = Загальна оцінка за методом «REBA»

**Оцінка «В». Аналіз положення плеча, передпліччя, зап'ястя**

**Крок 7. Аналіз положення плеча**  
 20° +1, 20°+ +2, відведено назад +2, 20°-45° +3, 45°-90° +4, 90° +4  
 Оцінка положення плеча

**Коригування:**  
 - Якщо плече підняте: +1  
 - Якщо людина робить нахили: +1  
 - Якщо плече відведено назад: +1

**Крок 8. Аналіз положення передпліччя**  
 60°-100° +1, 0-60° +2  
 Оцінка положення передпліччя

**Крок 9. Аналіз положення зап'ястя**  
 15° +1, 15° +2, 15° +2  
 Оцінка положення зап'ястя

**Коригування:**  
 - Якщо зап'ястя закручено або сильно загнуте: +1

**Крок 10. Звернення до таблиці В**  
 Оцінка з Таблиці «В»

**Крок 11. Оцінка поверхні захвату інструменту:**  
 - Гарна поверхня рукоятки інструменту: +0;  
 - Прийнятна поверхня рукоятки інструменту: +1;  
 - Неприйнятна поверхня рукоятки інструменту: +2;  
 Оцінка поверхні захвату інструменту

**Крок 12. Отримання оцінки «В»**  
 Оцінка «В»

**Крок 13. Оцінка активності**  
 - Статична робота: +1;  
 - Динамічна робота: +2;  
 - Робота, яка пов'язана з великою кількістю повторів: +3

**Крок 14. Звернення до таблиці «С»**  
 Оцінка «В»

Рис. 1. - Загальний вигляд технологічної карти визначення ергономічного ризику при виконанні виробничої діяльності за методом "REBA"

Для прикладу, розглянемо операції шиномонтажу. Вихідними даними для розрахунків декілька фотографій, які характерні операціям: зривання гайок, підйом автомобіля домкратом, заміна колеса (рис. 2). Студент повинен нанести на фотографії лінії з розмітки поз для визначення кутів нахилу тулуба, та за допомогою електронної таблиці визначити показник ризику. Одержані результати заносяться у таблицю 1.

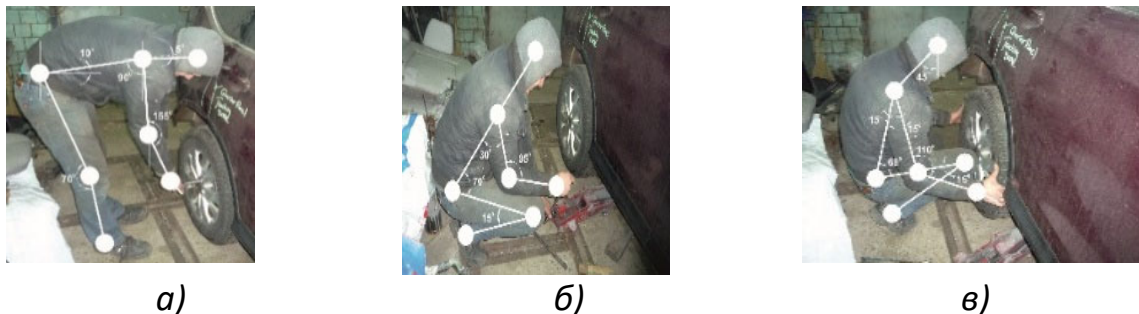


Рис. 2. - Фотографії з виконання технологічних операцій шиномонтажу: зривання (затягування) гайок (а), Установка (зняття) домкрату і підйом (опускання) автомобіля (б), Зняття (установка) колеса (в)

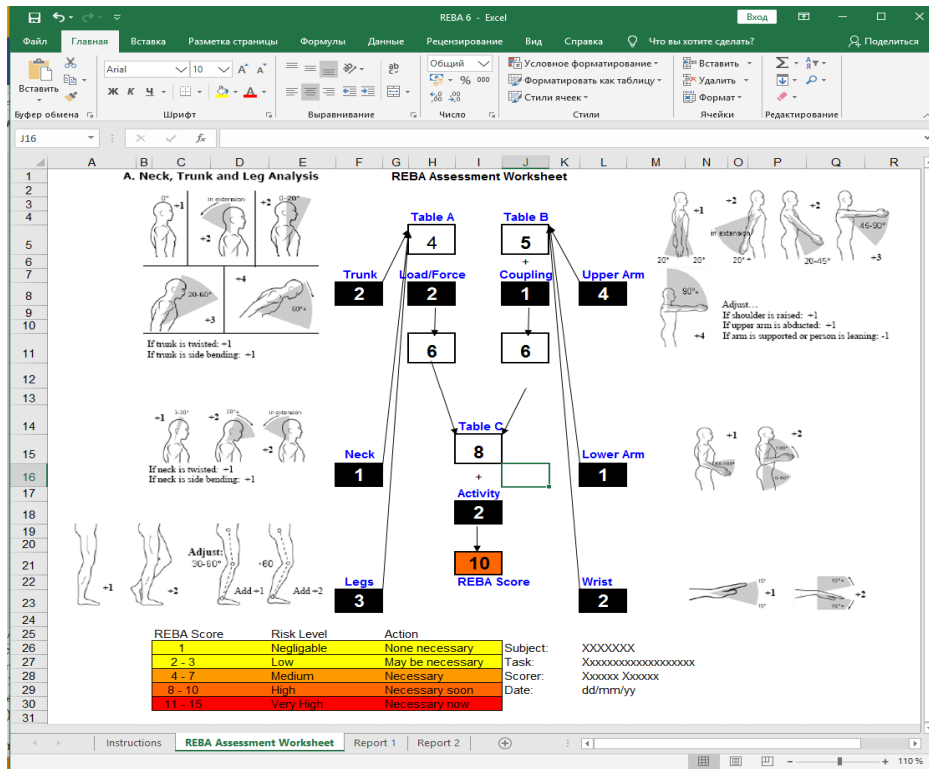
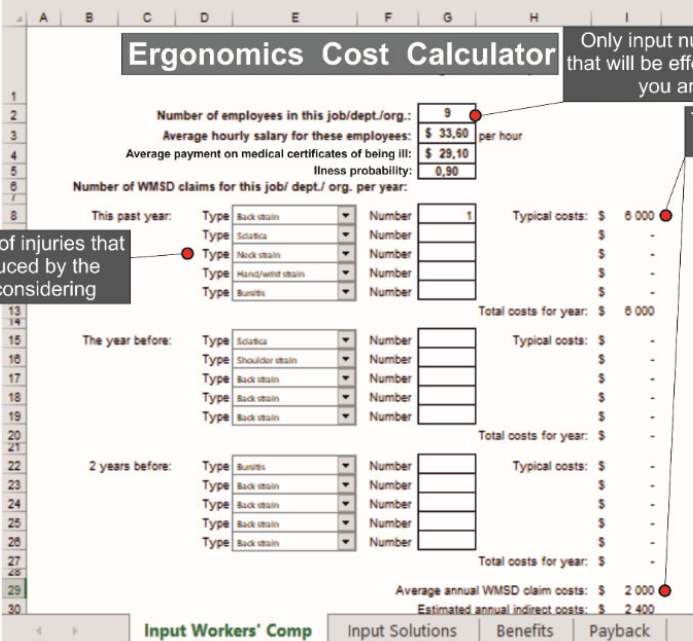


Рис. 3. - Приклад розрахунку загальної величини ергономічного ризику при виконанні технологічної операції відкручування гайок

Таблиця 1 - Розрахунок ймовірності захворювання

№ п/п	Сутність технологічного процесу	Результат, отриманий за методом "REBA"	Загальна величина ймовірності захворювання
1.	Зривання (затягування) гайок	10	0,833
2.	Установка (зняття) домкрату і підйом (опускання) автомобіля	5	0,333
3.	Зняття (установка) колеса	12	0,917

Наступним кроком, виходячи з ймовірності захворювання, середньої оплати листків непрацездатності за день, середньоденного заробітку одного працюючого визначаються ймовірні збитки підприємства за електронним калькулятором (рис. 4). Калькулятор дозволяє розрахувати кошторис витрат, виходячи із виду захворювання, зокрема болі в спині, міжхребцевої кили, тунельного синдрому, стенозуючого лігаментиту та інших, що задається у лівій колонці калькулятора (рис. 4). В дільницях на проти – встановлюється кількість травмованих чи захворілих, далі визначаються затрати кожним елементом і в кінці загальна сума. Величина ймовірності захворювання/травмування впливає на складність перебігу та кількість днів лікування. Звідси і збільшення витрат.



**Ergonomics Cost Calculator**

Number of employees in this job/dept./org.: 9

Average hourly salary for these employees: \$ 33.80 per hour

Average payment on medical certificates of being ill: \$ 29.10

Illness probability: 0.90

Number of WMSD claims for this job/ dept./ org. per year:

This past year: Type: Back strain Number: 1 Typical costs: \$ 6 000

Type: Sciatica Number: Typical costs: \$ -

Type: Neck strain Number: Typical costs: \$ -

Type: Hand/wrist strain Number: Typical costs: \$ -

Type: Sprits Number: Typical costs: \$ -

Total costs for year: \$ 6 000

The year before: Type: Sciatica Number: Typical costs: \$ -

Type: Shoulder strain Number: Typical costs: \$ -

Type: Back strain Number: Typical costs: \$ -

Type: Back strain Number: Typical costs: \$ -

Type: Back strain Number: Typical costs: \$ -

Total costs for year: \$ -

2 years before: Type: Sprits Number: Typical costs: \$ -

Type: Back strain Number: Typical costs: \$ -

Type: Back strain Number: Typical costs: \$ -

Type: Back strain Number: Typical costs: \$ -

Type: Back strain Number: Typical costs: \$ -

Type: Back strain Number: Typical costs: \$ -

Total costs for year: \$ -

Average annual WMSD claim costs: \$ 2 000

Estimated annual indirect costs: \$ 2 400

Input Workers' Comp Input Solutions Benefits Payback

Only input number of employees that will be effected by the solutions you are considering

These values will be calculated for you

Select only the types of injuries that are likely to be reduced by the solutions you are considering

Рис. 4. – Вигляд калькулятору з розрахунку кошторису затрат підприємства на травми чи захворювання

Для розрахунку кошторису на придбання обладнання пропонується розглянути три варіанти з підвищення безпеки (зниження ймовірності захворювання/травмування) на робочому місці. Перший – використання різноманітних механічних пристроїв (гідравлічного домкрату, пневматичного ключа), які зменшують фізичне навантаження через механізацію окремих видів робіт. Другий – використання пневмо-гідро-інструменту, зокрема підйомник, який дозволяє працювати у природній позі, зменшити фізичне навантаження на плечі і передпліччя та інше. Третій – заміщення певних виробничих операцій робототехнікою (рис. 5). Сумарні фінансові витрати на придбання обладнання розраховуються, виходячи із його вартості, розходів на інженерні заходи (підготовка місця для розміщення, монтаж, наладка, первинний запуск і т. д.) навчання персоналу, сервісне обслуговування та інші непередбачені витрати, наприклад – модернізація відповідно до конкретних умов.



Рис. 5. – Розрахунок кошторису різних варіантів ергономічних систем

Попередні кроки дозволяють економічно обґрунтувати вибір відповідного варіанту, знайшовши точку перетину кривих залежностей витрат на обладнання за формулою (4) і збитків на лікування розрахованою за формулою (5). Дана процедура виконується автоматично після визначення відповідних фінансових витрат (рис. 6). Також програма дозволяє оцінити кількість місяців для окупності вибраного варіанту, виходячи з підвищення продуктивності праці. Оцінка проводиться, виходячи зменшення результативності від 50% до 85%, через незручні робочі пози, значне психофізіологічне навантаження, яке відчуває робітник в процесі виконання роботи. Наявність ергономічного обладнання дозволяє скоротити казані відсотки.

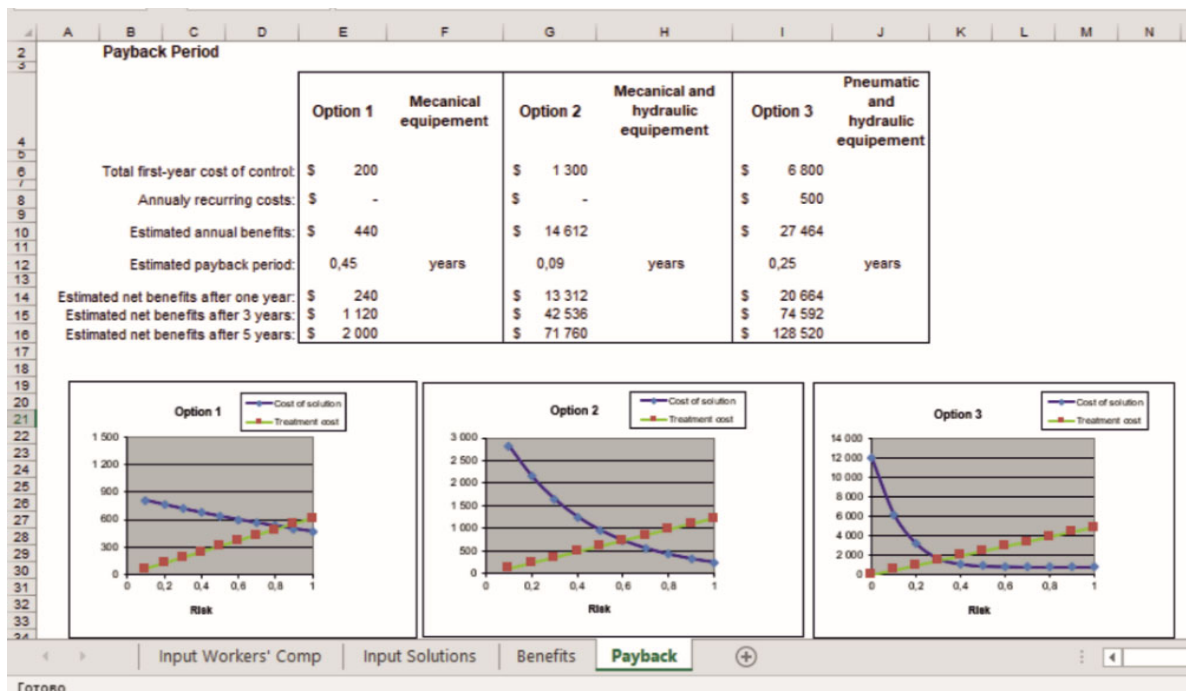


Рис. 6. - Результати економічного обґрунтування витрат на закупівлю ергономічного обладнання для визначення найбільш доцільного варіанту, виходячи із заданого рівня ймовірності травмування у порівнянні із затратами на лікування та реабілітацію працівників

Даний підхід допомагає майбутньому фахівцеві сформувати компетенцію зі здатності до системного творчого мислення, наполегливості у досягненні мети професійної та науково-дослідницької діяльності, за рахунок знаходження творчого підходу до формування певного комплексу дій в яких використовуються ресурси для перетворення вхідної інформації – робочих поз при виконанні виробничих операцій у вихідну – обґрунтування доцільності фінансових витрат на придбання обладнання для зменшення ймовірності травмування чи захворювання працівників. В якості інструмента реалізації навчальної моделі нами використано декілька взаємозв'язаних програм, які розташовані у середовищі Excel і дозволяють, послідовно виконуючи певні кроки, які потребують відповідальних рішень і розуміння відповідних процесів отримати кінцевий результат. Запропонована нами навчальний кейс складається з п'яти послідовних кроків: аналізу фотознімків, визначення ергономічних ризиків, розрахунку ймовірності травмування чи захворювання, визначення кошторису витрат на обладнання і лікування, обґрунтування прийнятного рішення, що дозволяє сформувати у майбутнього фахівця образне мислення, що є важливою складовою для досягнення успіху.

**Висновки.** В роботі запропоновано кейс для розвитку у майбутнього фахівця з охорони праці комплектності системного творчого мислення, наполегливості у досягненні мети професійної та науково-дослідницької діяльності через вирішення низки взаємопов'язаних задач з аналізу робочих поз, встановлення ергономічних ризиків та ймовірності травмування, визначення витрат на придбання різноманітного обладнання, яке дозволяє зменшити травматизм чи захворювання опорно-рухового апарату та збільшити продуктивність праці та обґрунтувати доцільність його придбання порівнявши зі збитками на лікування і реабілітацію працівників. Такий підхід формує у студента образне мислення, вміння приймати відповідні обґрунтовані рішення. Виробити ефективну інформаційну систему супроводу процесів на всіх етапах управління навчальним процесом та забезпечить оперативний контроль параметрів навчального процесу, в якості яких виступає рівень оволодіння компетентностями і адекватно реагувати на їх відхилення від запланованих значень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Karwowski, E. International encyclopedia of ergonomics and human factors. Second Edition. (2002). New York, "Taylor & Francis", 3728 p.
2. Голінько В. І. Соціально-економічний моніторинг умов праці : навч. посіб. / В. І. Голінько; М-во освіти і науки України, Держ. вищий навч. заклад "Нац. гірничий ун-т". - Дніпро: НГУ, 2017. - 151 с.
3. Verbeek, J., Pulliainen, M., Kankaanpää, E. A systematic review of occupational safety and health business cases. (2009). Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, vol. 35(6), pp. 305-312.
4. Rivilis, I., Van Eerd, D., Cullen, K., Cole, D.C., Irvin, E., Tyson, J., Mahood, Q. Effectiveness of participatory ergonomic interventions on health outcomes: a systematic review. (2008). Applied Ergonomics, vol. 39(3), pp. 342-358.
5. Nyman, T., Grooten, W.J., Wiktorin, C., Liwing, J., Norrman, L. Sickness absence and concurrent low back and neck-shoulder pain: results from the MUSIC-Norrtälje study. (2007). European Spine Journal, vol. 16(5), pp. 639-640.
6. Минько В.М. Математическое моделирование в охране труда: Монография. Калининград: КГТУ, 2008. – 245 с.
7. Савченко О. Лікарняні та декретні. [Електронний ресурс]. 2016. Режим доступу: <https://i.factor.ua/ukr/journals/bn/2018/october/issue-43-44/article-40242.html>.
8. Панасюк І.В. Визначення економічних наслідків виробничого травматизму та професійних захворювань / І.В. Панасюк, Клапцов Ю.В., Мікітенко Л.І. // . К.: КНУТД, 2013. – 23 с.
9. A Step-by-Step Guide to the REBA Assessment Tool. (2007). Retrived from <https://ergo-plus.com/reba-assessment-tool-guide/>.