

$$C = \frac{\rho(0)}{\rho(l_o)} \cdot \left[ \frac{([\rho^2(0) - R_H^2] - X_H^2)^2 + 4\rho^2(0)X_H^2}{([\rho(0) + R_H]^2 + X_H^2)^2} \right] \cdot \exp\left(-2 \int_0^{l_o} \alpha(x) dx\right), (29)$$

де  $\alpha$  - стала згасання;

$l_o$  - фазова швидкість.

**Висновки.** Розроблений алгоритм знаходження зовнішніх характеристик коливальної системи на базі неоднорідної лінії. Розрахунки, проведені за даними формулами для експоненціальної лінії  $\rho(x) = \rho(0)e^{-\alpha x}$  при  $\alpha = 0,3$  на частоті 1800 МГц при  $X_H = -29,4$  Ом добре співпадають з експериментальними результатами.

#### Література.

1. Курилин Б.И. Отрезок неоднородной линии как колебательная система. / Б.И.Курилин // Радиотехника, -1969 - № 1.- С. 107- 109.
2. Фельдштейн А.Л. Синтез 4-х полюсников и 8-ми полюсников на СВЧ. / А.Л.Фельдштейн, Л.Р.Явич.- М.: Связь,1965.- 326 с.
3. Удод В.О. Синтез динамічних лінійних систем методом випадкових функцій. / В.О.Удод // Вісник СНАУ. - Вип 5., сер. "Механізація та автоматизація виробничих процесів".- Суми: Козацький вал.- 2000.- С.41-46.
4. Удод В.О. Аналіз похибок вимірювальних чотириполюсників за допомогою випадкових функцій. / В.О.Удод // Вісник САУ...- Вип. 2 , сер."Механізація та автоматизація виробничих процесів".- Суми: Козацький вал.-1998.- С.81-84.

УДК 658.5.011.56

### ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЦІНКИ УМОВ ПРАЦІ ЛЮДИНИ – ОПЕРАТОРА В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ

Пасько Н.Б.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Ергономічне проектування систем "людина-машина" передбачає одночасне урахування ергономічних умов до технічних засобів та до умов праці людини-оператора. Проектування умов праці на робочих місцях є невід'ємною частиною кваліметричного ергономічного проектування. Покращення умов праці дає можливість отримати не тільки оздоровчий, а й економічний ефект, так як при цьому активізується людський фактор, підвищується працездатність, зменшуються втрати робочого часу через хвороби та травми, знижується плинність кадрів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** З метою співставлення різноманітних умов праці та визначення її тяжкості на науковій основі була розроблена медико - фізіологічна класифікація труда за тяжкістю [1,7,8]. В основу цієї класифікації покладений підхід, згідно якому організм людини-оператора як єдина цілісна система інтегрально реагує на одночасну дію різноманітних виробничих факторів умов праці. Беручи за основу показники інтегральних реакцій, можна зробити висновки про рівень самих умов праці.

Відповідно до вказаного підходу, задача кількісної оцінки тяжкості праці може бути вирішена без проведення в кожному конкретному випадку спеціальних медико-фізіологічних досліджень. При цьому враховується, що несприятливі виробничі фактори, що впливають на працюючого в процесі роботи, формують певний функціональний стан організму. В цьому випадку шкідливі, важкі, напружені, небезпечні умови праці можуть бути приведені до "спільного знаменника" та оцінені об'єктивно через показники, що

формуються як реакція організму на конкретний вид діяльності в конкретних умовах. Вказані показники (наслідок впливу виробничого середовища) та фактори умов праці (причини) можуть бути представлені в балах, які відповідають мірі впливу умов праці на організм. Розроблені математичний апарат, карти умов праці та таблиці з критеріями оцінок їх факторів. Критерії розділені на дві групи – санітарно-гігієнічні та психофізіологічні фактори умов праці.

Комплексна оцінка факторів робочого середовища проводиться на основі класифікації тяжкості праці [1,2,7,8]. Під тяжкістю праці розуміють міру сукупного впливу всіх факторів робочого середовища на здоров'я людини-оператора і його працездатність.

Класифікація виділяє шість категорій тяжкості праці. Перша категорія полягає у виконанні робіт в умовах оптимального робочого середовища при сприятливому фізичному, розумовому та нервово-емоційному навантаженні. Друга категорія полягає у виконанні робіт в умовах, що відповідають гранично допустимим концентраціям і рівням виробничих факторів за діючими санітарними правилами, нормами та інженерно-психологічними вимогами. Перша та друга категорія відповідають комфортному робочому середовищу. Решта категорій відповідають відносно дискомфортному робочому середовищу, екстремальному та зверхекстремальному робочому середовищу.

Розглянемо розроблену Товбіним Г.М., Макушиним В.Г. та викладену в [1,7] технологію оцінки робочих місць. Оцінку тяжкості праці на робочих місцях вказаним автором рекомендується виконувати в такій послідовності:

1. Визначити значення санітарно-гігієнічних та психофізіологічних факторів робочого середовища.
2. Отримані в п.1 значення санітарно-гігієнічних факторів робочого середовища порівняти з їх нормативними значеннями, визначити числові значення перевищення від норми для кожного фактора.
3. Кожний з факторів робочого середовища, що реально діє на людину оператора на даному робочому місці, оцінити за шестибальною системою.
4. Визначити інтегральну бальну оцінку важкості праці за формулою:

$$U_T = \left( X_{\max} + \frac{6 - x_{\max}}{6 \cdot (n - 1)} \cdot \sum_{i=1}^{n-1} x_i \right) \cdot 10, \quad (1)$$

де  $x_{\max}$  - найвища з отриманих бальних оцінок;

$x_i$  - бальна оцінка  $i$ -го фактора, що враховується;

$n$  - кількість факторів, що враховуються

5. Визначити категорію тяжкості, що відповідає отриманій в п.4 інтегральній бальній оцінці.
6. Оцінити значення показника втоми людини-оператора, що працює на даному робочому місці, та показника його працездатності за формулами:

$$Y = \frac{U_T - 15,6}{0,64}, \quad (2)$$

$$P = 100 - Y, \quad (3)$$

де  $Y$  – показник втоми, відн.один.;

15,6 та 0,64 - коефіцієнти регресії

$P$  – показник працездатності, відн.один.

7. Оцінити вплив факторів робочого середовища на якість діяльності людини оператора. Для цього характеристики безпомилковості й часу виконання задач в системі "людина-

машина" для операцій, що відповідають алгоритму діяльності людини-оператора на даному робочому місці, скоректувати поправочними коефіцієнтами з урахуванням отриманих значень категорій тяжкості праці.

8. Провести атестацію робочого місця з урахуванням значень бальних оцінок кожного фактора робочого середовища, отриманих в п.3. та значення категорії тяжкості праці. Дане робоче місце може бути атестоване, якщо значення бальних оцінок для всіх факторів робочого середовища на робочому місці не перевищує трьох. В іншому випадку робоче місце може бути атестоване тільки після розробки заходів з покращення умов праці на даному робочому місці.
9. Якщо на даному робочому місці категорія тяжкості праці вища другої і (або) є хоча б один фактор з оцінкою вище трьох, виконати проектування комплексу заходів з покращення умов праці на робочому місці. В першу чергу заходи розробляються для тих факторів робочого середовища, які отримали найвищі бальні оцінки.
10. Визначити очікувані нові значення бальних оцінок факторів робочого середовища, для яких проведено проектування заходів з покращення умов праці на робочому місці. У відповідності з пунктами 2-7 визначити нові значення інтегральної бальної оцінки, категорії тяжкості праці, показників втоми, працездатності та якості виконання алгоритму діяльності при новому стані робочого середовища.
11. Визначити очікуваний показник перспективного приросту продуктивності праці ( $\Delta \dot{I}_o$ ) за формулою

$$\Delta \dot{I}_o = \left( \frac{P_2}{P_1} - 1 \right) \times 0.2 \times 100 \% , \quad (4)$$

де  $P_1$  та  $P_2$  – показники працездатності до та після покращення умов праці, відн. один.;  
0,2 – коефіцієнт, отриманий емпіричним шляхом.

Не зважаючи на ряд недоліків методики, пов'язаних з визначенням деяких коефіцієнтів та ін., вважаємо, що вона може бути базовою для експрес-аналізу умов праці на робочих місцях.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Актуальною є задача перенесення розроблених математичних моделей, оцінки впливу факторів робочого середовища на якість діяльності людини-оператора та алгоритму оцінки робочого місця в область інформаційної технології, тобто створення комп'ютерної програми, що дозволяє підвищити якість ергономічного дослідження та проектування систем "людина-машина".

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Основною вимогою до створюваної системи є автоматизована реалізація алгоритму оцінки робочого місця. З методичної точки зору середовищем для реалізації вибраний табличний процесор MS Excel.

Комплекс складається з таких базових програмно-технологічних модулів:

- підтримка довідкових даних (довідник санітарно-гігієнічних факторів (СГФ) умов праці, довідник психофізіологічних факторів (ПФФ), довідник категорій тяжкості праці (КТП), довідник поправочних коефіцієнтів (ПК) для показників якості діяльності людини-оператора, заходів щодо покращення умов праці);
- опис санітарно-гігієнічних та психофізіологічних факторів заданого робочого середовища (РС);
- оцінка факторів, що впливають, за шестибальною шкалою.
- визначення інтегральної бальної оцінки важкості праці, показників втоми та працездатності;
- визначення категорії тяжкості праці в заданому робочому середовищі, поправочних коефіцієнтів;

- оцінка впливу факторів робочого середовища на якість діяльності людини-оператора;
- вибір заходів з покращення умов праці;
- визначення значень нових бальних оцінок, що відповідають запропонованим заходам;
- формування звіту з оцінки робочого місця (РМ).

Запропонована структура дозволяє ефективно реалізувати розроблені методику, алгоритми і моделі в системах автоматизованого проектування й експертизи різних людино-машинних систем. Архітектурно-функціональна структура програмного комплексу показана на рис. 1.

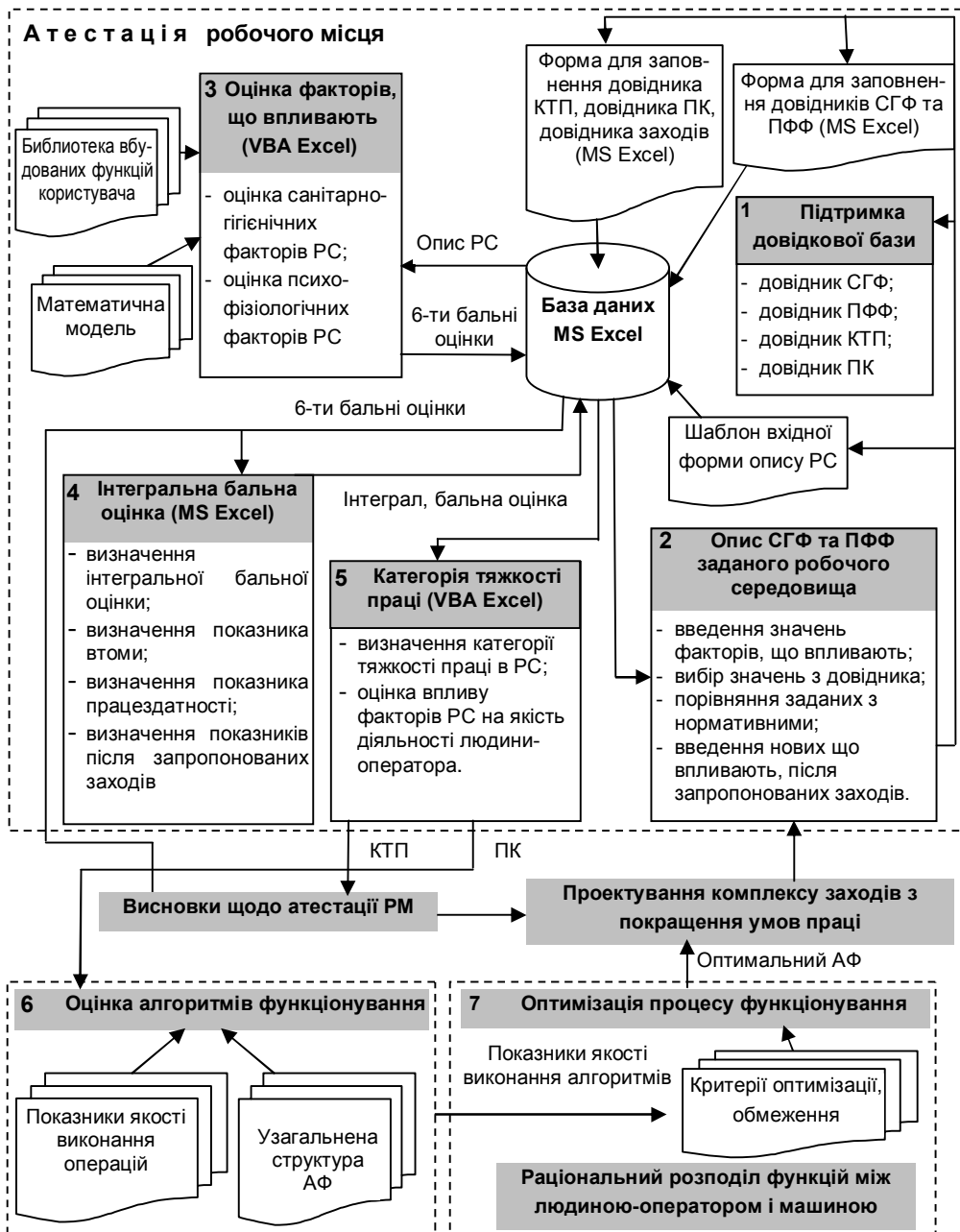


Рис. 1. Архітектурно-функціональна структура програмного комплексу "Аналіз робочого місця"

Структура регламентує послідовність функціонування програмної системи, формує схему рішення задач, визначає схему використання довідкових даних, схему взаємодії з іншими програмними модулями, забезпечує діалогову взаємодію з користувачем і коректне маніпулювання даними.

Програмний комплекс розроблений засобами Visual Basic for Application (VBA) з використанням бібліотечних функцій загальносистемного середовища MS Excel. Середовище автоматизації обране виходячи з того, що електронні таблиці є ідеальним засобом для виконання обчислень будь-якої складності без особливих витрат на програмування, забезпечують збереження великих масивів інформації типу реляційних баз даних – більше 60-ти тис. записів на кожному листі робочої книги.

В MS Excel входить потужний математичний апарат, спеціалізовані інформаційні технології статистичного аналізу, доступні графічні засоби представлення й аналізу даних. Інструментальні засоби програмування Visual Basic for Application дозволяють створювати готові додатки і спеціальні надбудови MS Excel, що забезпечує високий рівень автоматизації обробки інформації.

Всі дані, необхідні для автоматизації аналізу та атестації робочого місця подаються у вигляді таблиці (бази даних) MS Excel. Структура даних та їх розміщення на листах книги показані на рис. 2.

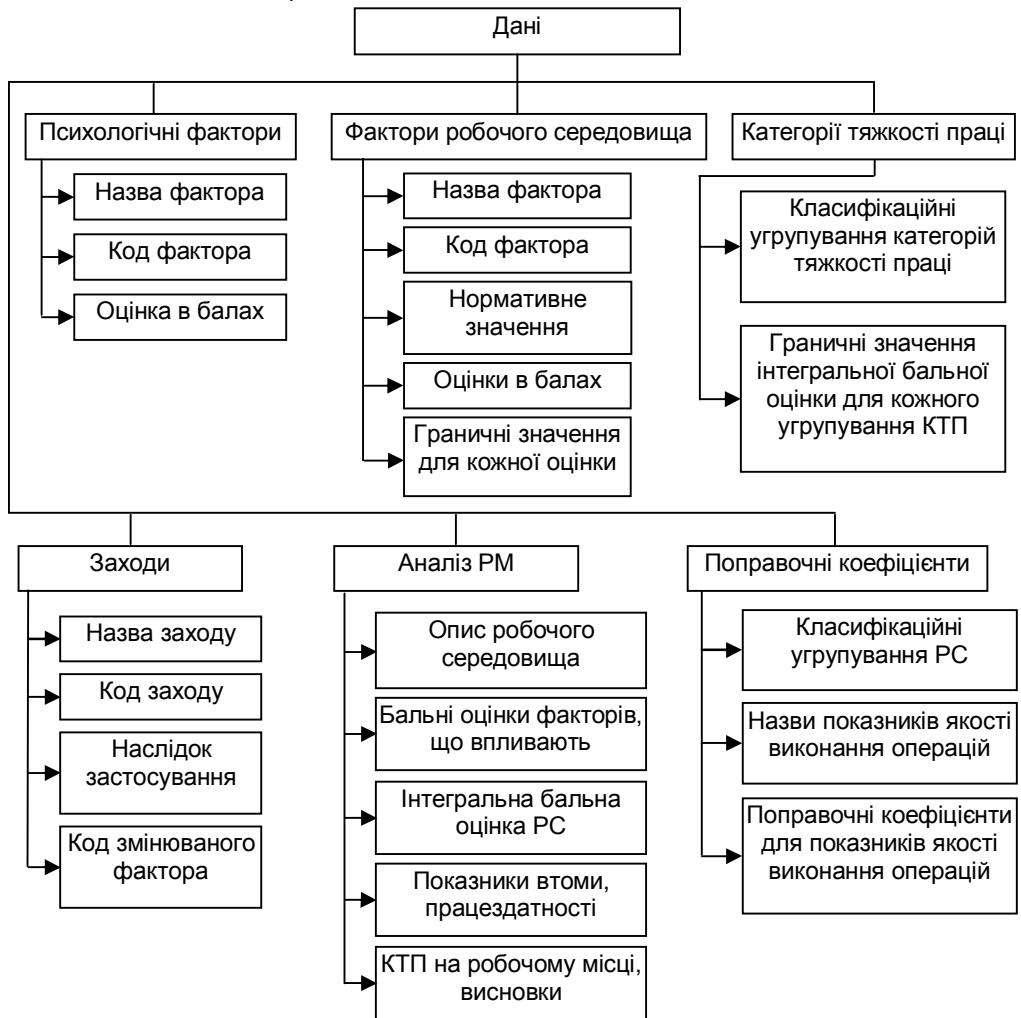


Рис.2. Організація даних на листах книги MS Excel для аналізу РМ

Атестація робочого місця здійснюється в два етапи. На першому етапі вводиться опис робочого середовища, задаються початкові значення факторів, що впливають. При цьому можливий вибір даних з довідника. Якщо для фактора відоме нормативне значення та спосіб порівняння з існуючим, визначається відхилення заданого значення від нормативного значення (блок 2 на рис.1). Для кожного заданого фактора, що впливає, визначається бальна оцінка (блок 3 на Рис.1). За формулою (1) обчислюється інтегральна бальна оцінка (блок 4 на рис.1), за формулами (2) та (3) – показники втоми та працездатності, відповідно. Далі визначається категорія тяжкості праці, що відповідає отриманій інтегральній бальній оцінці та поправочний коефіцієнт для оцінки впливу факторів робочого середовища на якість діяльності людини-оператора (блок 5 на рис.1). Блок 3 та блок 5 реалізовані процедурами VBA.

Показники якості виконання операцій можуть бути уточнені отриманими поправочними коефіцієнтами. Алгоритм діяльності оцінюється програмним комплексом "Оцінка алгоритмів функціонування" [3] (блок 6 на рис.1).

Якщо отримана категорія тяжкості праці вища другої і (або) є хоча б один фактор з оцінкою вище трьох, здійснюється перехід до другого етапу. При цьому виконується проектування комплексу заходів з покращення умов праці на робочому місці. Після запропонованих заходів виконується введення нових значень факторів, що впливають, (блок 2 на рис.1) й повторюється виконання блоків 3, 4, 5. За формулою (4) визначається очікуваний показник перспективного приросту продуктивності праці та робляться висновки щодо атестації робочого місця.

Для зниження темпу роботи одним із запропонованих заходів може бути раціональний розподіл функцій між людиною-оператором та машиною. В [4,5] авторами розглянуті підходи щодо організації інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень про закріплення функцій за операторами автоматизованих систем.

Зменшення нервово-емоційного навантаження досягається вибором оптимального алгоритму функціонування системи "людина-машина" (блок 7 на рис.1). Постановка задачі оптимізації алгоритмів функціонування наводиться в [6].

Підтримка бази даних MS Excel у програмному комплексі забезпечується модулями "Підтримка довідкової бази" (блок 1 на рис.1) та "Опис СГФ та ПФФ заданого робочого середовища" (блок 2 на рис.1). Інтерфейс користувача представлений при цьому формами введення даних для заповнення довідників та формою введення опису факторів робочого середовища, що впливають.

#### **Приклад атестації робочого місця із застосуванням програмного комплексу.**

Як приклад, розглянемо задачу проектування умов праці на робочому місці на дільниці обробки труб. Приклад взятий з [1], стор.390. Проектування проводиться відповідно до пунктів наведеного алгоритму оцінки робочого місця.

В результаті аналізу основних факторів, що визначають умови праці на робочому місці, визначений склад факторів, що підлягають урахуванню, визначені їх значення. Значення факторів заносяться в базу даних MS Excel, автоматично виконується порівняння цих значень з нормативними та визначаються бальні оцінки виділених факторів (Рис.3, Рис.4).

Так як серед отриманих бальних оцінок діючих факторів є значення, що перевищують значення трьох, то пропонується ряд заходів з покращення умов праці. Назви заходів та нові значення факторів заносяться до бази даних MS Excel (рис.5,рис.6). Визначаються нові значення бальних оцінок факторів робочого середовища. Відповідно до наведеного алгоритму визначається інтегральна бальна оцінка, показник втоми, показник працездатності та категорія тяжкості праці на робочому місці (рис.7).

|                                                                                                                          | A           | B                                                                                                                       | C                   | D        | E               | F                                         | G                                  | H             | I                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------|-----------------|-------------------------------------------|------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------|
| 10                                                                                                                       |             | Оцінювання санітарно-гігієнічних та фізіологічних факторів                                                              |                     |          |                 |                                           |                                    |               |                                                       |
|                                                                                                                          | Код фактора | Назва фактора                                                                                                           | Нормативне значення | Значення | Час дії, години | Спосіб порівняння з нормативним значенням | Порівняння з нормативним значенням | Бальна оцінка | Фактична бальна оцінка з урахуванням часу дії фактора |
| 11                                                                                                                       |             |                                                                                                                         |                     |          |                 |                                           |                                    |               |                                                       |
| 12                                                                                                                       | 101         | Температура повітря на робочому місці в приміщенні, оС, теплий період                                                   | 20                  | 22       | 8 різниця       |                                           |                                    | 2             | 2                                                     |
| 13                                                                                                                       | 107         | Промисловий шум, дБА                                                                                                    | 80                  | 93       | 7 різниця       |                                           | 13                                 | 5             | 4,375                                                 |
| 14                                                                                                                       | 108         | Ультразвук, перебільшення ГДР, дБ                                                                                       | 0,5                 | 2        | 7 різниця       |                                           | 1,5                                | 3             | 2,625                                                 |
| 15                                                                                                                       | 109         | Поверхнева щільність інфрачервоного (теплого) випромінювання, ккал/см2 *хвилину=6,978-103                               | 0                   | 0,4      | 8 різниця       |                                           |                                    | 3             | 3                                                     |
| 16                                                                                                                       | 110         | Освітленість РМ: рівень освітленості РМ при освітленості на рівні санітарних норм в залежності від розміру об'єкта в мм | 400                 | 360      | 8 частка        |                                           | 0,9                                | 3             | 3                                                     |
| 17                                                                                                                       | 201         | Фізичне навантаження. Зовнішня механічна робота, загальна (з участю м'язів корпусу і ніг) Дж *105                       | 0                   | 9        | 8 різниця       |                                           |                                    | 3             | 3                                                     |
| 18                                                                                                                       | 250         | Доля зосередженого спостереження від часу робочої зміни, %                                                              |                     | 30       | 8 різниця       |                                           |                                    | 2             | 2                                                     |
| 19                                                                                                                       |             |                                                                                                                         |                     |          |                 |                                           |                                    |               | 20                                                    |
| <div> <div>Категорія Тяжесті_труда</div> <div>Заходи</div> <div>Поправочні коефіцієнти</div> <div>Аналіз РМ</div> </div> |             |                                                                                                                         |                     |          |                 |                                           |                                    |               |                                                       |

Рис.3. Значення санітарно-гігієнічних та фізіологічних факторів РС

|    | A           | B                                                             | C               | D             | E                                                     | F | G | H |
|----|-------------|---------------------------------------------------------------|-----------------|---------------|-------------------------------------------------------|---|---|---|
| 22 |             | Оцінювання психологічних та антропометричних факторів         |                 |               |                                                       |   |   |   |
| 23 |             |                                                               |                 |               |                                                       |   |   |   |
|    | Код фактора | Назва фактора                                                 | Час дії, години | Бальна оцінка | Фактична бальна оцінка з урахуванням часу дії фактора |   |   |   |
| 24 |             |                                                               |                 |               |                                                       |   |   |   |
| 25 | 302         | Прості дії за заданим планом з можливістю корегування         | 8               | 2             | 2                                                     |   |   |   |
| 26 | 402         | РМ стаціонарне, поза вільна, маса переміщуваних вантажів 5 кг | 8               | 2             | 2                                                     |   |   |   |
| 27 |             |                                                               |                 |               | 4                                                     |   |   |   |
| 28 |             |                                                               |                 |               |                                                       |   |   |   |

Рис.4. Значення психологічних та антропометричних факторів РС

Категорія тяжкості праці після запропонованих заходів дорівнює 2, що відповідає комфортному робочому середовищу. Поправочні коефіцієнти для оцінки впливу факторів робочого середовища на якість діяльності людини-оператора в цьому випадку становлять 1. Тому характеристики безпомилковості й часу виконання операцій, що відповідають алгоритму діяльності людини-оператора на даному робочому місці, не змінюються.

Очікуваний показник перспективного проросту продуктивності праці в результаті становить 14,6% (рис.7).

Для візуалізації результатів використаємо майстер діаграм. Вплив такого фактора робочого середовища, як виробничий шум, на показники тяжкості праці на робочому місці показаний діаграмами на рис.8 та рис.9.

| Оцінювання санітарно-гігієнічних та фізіологічних факторів |                                                                                                                         |                     |                                                                                                    |               |                                     |                                                                                 |  |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--|
| Код фактора                                                | Назва фактора                                                                                                           | Нормативне значення | Заходи                                                                                             | Нові значення | Бальна оцінка з урахуванням заходів | Фактична бальна оцінка з урахуванням часу дії фактора та запропонованих заходів |  |
| 101                                                        | Температура повітря на робочому місці в приміщенні, оС, теплий період                                                   | 20                  | Застосування ефективної вентиляції та кондиціонування повітря                                      | 18            | 1                                   | 1                                                                               |  |
| 107                                                        | Промисловий шум, дБА                                                                                                    | 80                  | Забезпечення операторів тампонами із бавовняної вати                                               | 85            | 3                                   | 2,625                                                                           |  |
| 108                                                        | Ультразвук, перебіщення ГДР, дБ                                                                                         | 0,5                 | Застосування якісного ріжучого знаряддя. Зменшення швидкості різання. Збільшення швидкості подачі. | 0,5           | 1                                   | 0,875                                                                           |  |
| 109                                                        | Поверхнева щільність інфрачервоного (теплого) випромінювання, ккал/см2 *хвилину=6,978-103                               | 0                   | Виключення дії контакту робочого з нагрітою трубою                                                 | 0             | 1                                   | 1                                                                               |  |
| 110                                                        | Освітленість РМ: рівень освітленості РМ при освітленості на рівні санітарних норм в залежності від розміру об'єкта в мм | 400                 | Застосування комбінованої системи освітлення                                                       | 420           | 1                                   | 1                                                                               |  |
| 201                                                        | Фізичне навантаження. Зовнішня механічна робота, загальна (з участю м'язів корпусу і ніг) Дж.*105                       | 0                   | Застосування подюючих роликових конвеєрів                                                          | 4             | 1                                   | 1                                                                               |  |
| 250                                                        | Доля зосередженого спостереження від часу робочої зміни, %                                                              |                     |                                                                                                    | 30            | 2                                   | 2                                                                               |  |
|                                                            |                                                                                                                         |                     |                                                                                                    |               |                                     | 9,5                                                                             |  |

Рис.5. Значення санітарно-гігієнічних та фізіологічних факторів РС після запропонованих заходів

| Заходи, нові значення психологічних та антропометричних факторів |                                                                  |             |                 |                                     |                                                                                 |   |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---|
| Заходи                                                           | Назва фактора                                                    | Код фактора | Час дії, години | Бальна оцінка з урахуванням заходів | Фактична бальна оцінка з урахуванням часу дії фактора та запропонованих заходів |   |
| Розробка оптимального алгоритму дії                              | Прості дії за індивідуальним планом                              | 301         | 8               | 1                                   | 1                                                                               |   |
| Організація стаціонарного робочого місця                         | РМ стаціонарне, поза вільна, маса переміщуваних вантажів до 5 кг | 401         | 8               | 1                                   | 1                                                                               |   |
|                                                                  |                                                                  |             |                 |                                     |                                                                                 | 2 |

Рис.6. Значення психологічних та антропометричних факторів РС після запропонованих заходів

З рисунків видно, що застосування тільки заходів зі зменшення виробничого шуму, залишаючи незмінними інші фактори, що впливають, (рис.3, рис.4), не створює комфортного робочого середовища (значення категорії тяжкості праці не менше 3).

Змінюючи значення двох факторів, що впливають, (наприклад, виробничий шум та ультразвук), графіком поверхні можна зобразити залежність від них одного з показників тяжкості праці на робочому місці.

На рисунку 10 наведені вхідні дані та результати обчислень для моделювання робочого середовища. Для побудови графіка поверхні можна використати програмне середовище STATISTICA 6.0.

|    |                             |                                                                                                                                                                       |                                        |                                 |                                     |                                             |                   |                            |
|----|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|----------------------------|
| 56 | A                           | B                                                                                                                                                                     | C                                      | D                               | E                                   | F                                           | G                 | H                          |
| 57 |                             |                                                                                                                                                                       |                                        |                                 |                                     |                                             |                   |                            |
| 58 | Значення впливових факторів | Максимальний бал ( $X_{\max}$ )                                                                                                                                       | n, кількість факторів, що враховуються | Сума балів без максимального    | Інтегральна бальна оцінка ( $U_T$ ) | Категорія тяжкості праці на робочому місці: | Показник втоми, Y | Показник працездатності, P |
| 59 | Початкові                   | 4,375                                                                                                                                                                 | 9                                      | 19,625                          | 50,394                              | 4                                           | 54,365            | 45,635                     |
| 60 | Після впровадження заходів  | 2,625                                                                                                                                                                 | 9                                      | 8,875                           | 32,490                              | 2                                           | 26,391            | 73,609                     |
| 61 |                             |                                                                                                                                                                       |                                        |                                 |                                     |                                             |                   |                            |
| 62 |                             |                                                                                                                                                                       |                                        |                                 |                                     |                                             |                   |                            |
| 63 | Значення впливових факторів | Висновок щодо атестації робочого місця                                                                                                                                |                                        | Приріст продуктивності праці, % |                                     |                                             |                   |                            |
| 64 | Початкові                   | РМ не атестоване, так як значення бальних оцінок деяких факторів перевищує 3 і категорія тяжкості праці становить 4, що відповідає екстремальному робочому середовищу |                                        |                                 |                                     |                                             |                   |                            |
| 65 | Після впровадження заходів  | Атестоване                                                                                                                                                            |                                        | 12,3                            |                                     |                                             |                   |                            |
| 66 |                             |                                                                                                                                                                       |                                        |                                 |                                     |                                             |                   |                            |

Рис. 7. Результати та висновки щодо атестації робочого місця

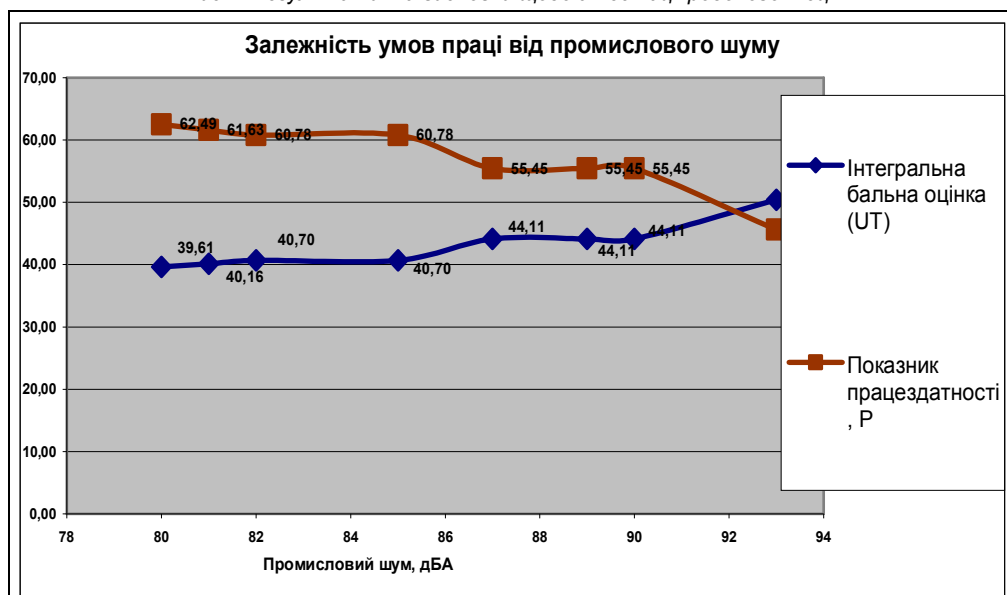


Рис. 8. Вплив виробничого шуму на показники тяжкості праці на робочому місці

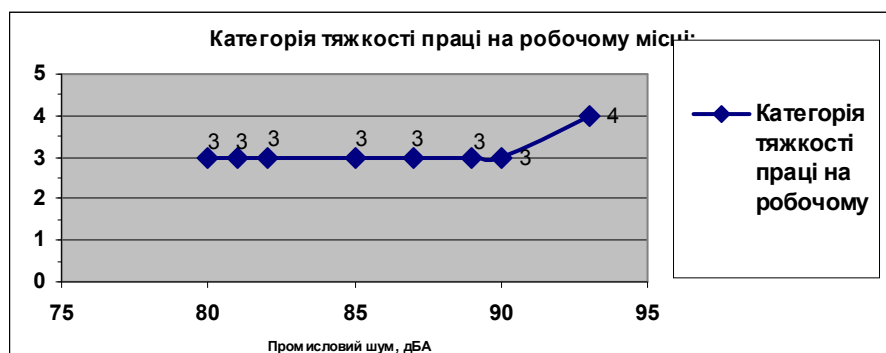


Рис. 9. Вплив виробничого шуму на категорію тяжкості праці на робочому місці

|     |                      |                                   |                                |                                             |                   |                            |
|-----|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|----------------------------|
| B17 |                      |                                   |                                |                                             |                   |                            |
|     | A                    | B                                 | C                              | D                                           | E                 | F                          |
| 1   | Промисловий шум, дБА | Ультразвук, перебільшення ГДР, дБ | Інтегральна бальна оцінка (ІТ) | Категорія тяжкості праці на робочому місці: | Показник втоми, Y | Показник працездатності, P |
| 2   | 93                   | 2                                 | 50,39                          | 4                                           | 54,37             | 45,63                      |
| 3   | 90                   | 1,7                               | 45,22                          | 3                                           | 46,28             | 53,72                      |
| 4   | 89                   | 1,5                               | 45,22                          | 3                                           | 46,28             | 53,72                      |
| 5   | 87                   | 1,3                               | 45,22                          | 3                                           | 46,28             | 53,72                      |
| 6   | 85                   | 1                                 | 41,48                          | 3                                           | 40,44             | 59,56                      |
| 7   | 82                   | 0,8                               | 40,94                          | 3                                           | 39,59             | 60,41                      |
| 8   | 81                   | 0,6                               | 40,39                          | 3                                           | 38,74             | 61,26                      |
| 9   | 80                   | 0,5                               | 39,84                          | 3                                           | 37,88             | 62,12                      |

Рис.10. Значення факторів, що впливають, та показники робочого середовища

**Використання та апробація.** Технологія використовувалася при вирішенні задач моделювання діяльності операторів, розподілу функцій між операторами в гнучких інформаційно – виробничих комплексах, а також в системах, що навчають, типу "студент – комп'ютер".

**Висновки.** Запропонована Excel-технологія аналізу робочого місця відрізняється від відомих раніше розробок в ергономічному проектуванні:

- можливістю автоматизованої атестації робочого місця;
- можливістю моделювати умови праці в системі "людина-машина";
- можливістю розширення джерел вхідних даних про якість виконання окремих операцій (поправочні коефіцієнти ).

### Література.

1. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания: Справочник/ [А. Н. Адаменко, А. Т. Ашерев, И. Л. Бердников и др.]; под общ. ред. А. И. Губинского и В. Г. Евграфова.-М.: Машиностроение, 1993– 528 с.: ил.
1. Эргономика и безопасность труда / [Л. П. Боброва-Голикова, О. М. Мальцева, Н. А. Коханова, А. Н. Строкина]. - М.: Машиностроение, 1985. - 112 с, ил.
2. Лавров Е.А., Пасько Н.Б., Excel – технология эргономического моделирования дискретных человеко-машинных систем/ Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія "Механізація та автоматизація виробничих процесів". – Суми: СНАУ, 2008. - Вип. 1(17). – С. 82-94.
3. Е.А.Лавров, Н.Б.Пасько Подход к поддержке принятия решений о распределении функций между операторами АСУ// Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Сер. Системы управления. - Харків, 2008 - 2/2 (32) - 2008. - С. 63-67
4. Лавров Е.А., Пасько Н.Б. Автоматизация распределения функций между операторами АСУ/ Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (8-25 квітня 2008р.), С.238
5. Лавров Е.А., Пасько Н.Б. Оптимізація алгоритмів функціонування при ергономічному проектуванні автоматизованих технологічних комплексів.// Вісник Сумського державного аграрного університету. Науково-методичний журнал "Механізація та автоматизація виробничих процесів". Випуск 4, 1999. – с. 89-93.
6. Макушин В.Г. Количественная оценка тяжести труда: Межотраслевые методические рекомендации. [Текст]. / Макушин В.Г. и др. – Изд. 3-е доп. и перераб. – М.: Экономика, 1988. – 120 с.: табл.
7. Падерно П.И., Попечителей Е.П. Надёжность и эргономика биотехнических систем / Под общ. ред. проф. Е.П. Попечителя. СПб.: ООО «Техномедиа» / Изд-во «Элмор», 2007. – 264 с.