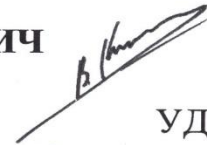


Міністерство освіти та науки України
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Державна служба України з питань праці
Національна академія наук України
Державна установа «Національний науково-дослідний інститут промислової
безпеки та охорони праці»

КАЛІНЧИК ВІТАЛІЙ ВАСИЛЬОВИЧ



УДК 331.452

**ПЛАНУВАННЯ ПРОФІЛАКТИЧНИХ ЗАХОДІВ НА ОСНОВІ
МОНІТОРИНГУ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА**

Спеціальність 05.26.01 «Охорона праці»

Галузь знань 26 – цивільна безпека

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття
наукового ступеня кандидата технічних наук

Київ – 2018

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти та науки України

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Ткачук Костянтин Нифонтович, Державна установа «Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці», старший науковий співробітник.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, доцент
Лапшин Олександр Олександрович, Криворізький національний університет, професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки;

кандидат технічних наук, доцент
Євтушенко Ольга Володимирівна, Національний університет харчових технологій, доцент кафедри екологічної безпеки та охорони праці.

Захист відбудеться «19» березня 2019 р. о 10:00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К26.802.01 при Державній установі «Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці» за адресою: 04060, Київ, вул. Вавілових, 13.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державної установи «Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці» за адресою: 04060, Київ, вул. Вавілових, 13.

Автореферат розісланий «13» лютого 2019 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
к. т. н.



В.В. Майстренко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Не зважаючи на певні позитивні зрушення, зокрема зниження рівня виробничого травматизму, залишається необхідність подальшого удосконалення системи управління охорони праці (СУОП) на підприємствах. Професійна захворюваність в Україні лишається складною гігієнічною та соціально-економічною проблемою. Результати досліджень вітчизняних та закордонних вчених переконливо свідчать про необхідність урахування комбінованого впливу фізичних факторів виробничого середовища (ФФВС) на здоров'я людини. На сьогодні відсутній комплексний науково-технічний підхід щодо впровадження системи контролю та оцінки впливу зазначених факторів на працівників переробної промисловості.

Протягом останніх років у зв'язку зі зростаючим споживчим попитом, підприємства з виробництва скла та скляних виробів збільшують обсяги виробництва та розширюють номенклатуру продукції. В процесі виробництва скла при виконанні певних видів робіт спостерігаються професійні захворювання (силікоз, силікатоз, металоконіоз та інші), зумовлені дією небезпечних та шкідливих виробничих факторів (НШВФ): запиленість, шум, вібрація, несприятливий мікроклімат тощо. Законодавство України зобов'язує роботодавця організувати функціонування СУОП, яка забезпечує моніторинг та оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацію робочих місць на відповідність вимогам нормативно-правових актів з охорони праці та державних санітарних правил і норм. За результатами проведеної оцінки необхідно вживати заходи з усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я працівників виробничих факторів.

Існуючі методики оцінки умов праці на робочих місцях не дозволяють оперативно оцінювати зміни рівнів виробничих факторів, не відповідають рівню розвитку сучасної науки й техніки та втратили свою актуальність. Разом з тим, рівні небезпечних і шкідливих для здоров'я працівників виробничих факторів можуть істотно змінюватися навіть при незмінних технологічних процесах. Отже, на підприємстві необхідно забезпечити постійне спостереження за тенденціями змін рівнів НШВФ, а також прогнозування розвитку цих змін. Тому підвищення ефективності планування профілактичних заходів з охорони праці на підприємствах з виготовлення скла і скляних виробів шляхом розробки та впровадження сучасної системи моніторингу ФФВС є актуальним науково-практичним завданням, що зумовило вибір теми і цільову спрямованість дисертаційної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертацію виконано відповідно до плану науково-дослідної роботи кафедри охорони праці, промислової та цивільної безпеки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» «Підвищення рівня ефективності управління охороною праці методами бенчмаркінгу» на 2017 – 2019 роки (№ ДР 0117U007246), в якій автор брав участь як виконавець.

Мета і завдання досліджень. Метою роботи є поліпшення умов праці на робочих місцях підприємств з виготовлення скла і скляних виробів шляхом обґрунтованого планування профілактичних заходів з охорони праці.

Відповідно до поставленої мети основними завданнями досліджень є:

- провести аналіз науково-методичних підходів до контролю НШВФ та оцінки їх впливу на працюючих;
- розробити комплексний підхід до проведення моніторингу ФФВС;
- дослідити закономірності змін рівнів НШВФ на підприємствах з виготовлення скла і скляних виробів з використанням моделей прогнозування;
- розробити алгоритм обґрунтування управлінських рішень зі зниження рівнів небезпечних та шкідливих факторів на робочих місцях;
- оцінити результати впровадження системи моніторингу та сформулювати рекомендації з удосконалення СУОП підприємств з виготовлення скла і скляних виробів.

Об'єкт досліджень – процеси формування безпечного виробничого середовища на підприємствах з урахуванням комбінованої дії фізичних факторів.

Предмет досліджень – підходи до виявлення та оцінювання НШВФ на підприємствах з виготовлення скла і скляних виробів та методи планування заходів зі зниження їх шкідливого впливу на працюючих.

Методи дослідження. При вирішенні поставлених завдань наукових досліджень застосовувались такі методи: аналіз і узагальнення відомих наукових результатів за темою дисертації, статистичний аналіз, математичне моделювання, прогнозування, експертне оцінювання.

Наукова новизна одержаних результатів.

вперше: отримано математичні залежності рівнів ФФВС для умов підприємств з виготовлення скла і скляних виробів, які відрізняються від існуючих, обґрунтованим вибором інтервалу контролю факторів з припустимою точністю прогнозу та дозволяють оперативно встановити класи умов праці на робочих місцях;

удосконалено: методи обґрунтованого планування заходів з поліпшення умов праці на робочих місцях, що базуються на комплексному використанні даних моніторингу виробничих факторів, методів прогнозування та експертних оцінок;

метод експоненціального згладжування для прогнозування рівнів НШВФ, який відрізняється від існуючих можливістю побудови математичних моделей нестационарних процесів із прийнятною точністю, що дало змогу використати його у реальних виробничих умовах;

набув подальшого розвитку підхід до моніторингу ФФВС на основі прогнозування змін значень НШВФ та визначення тривалості перевищення значень факторів гранично допустимих рівнів, визначених нормативними документами.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечується коректністю прийнятих у математичних моделях припущень та підтверджується прийнятною збіжністю теоретичних положень з результатами експериментальних досліджень, а також підтверджується впровадженням результатів роботи на підприємствах.

Практичне значення одержаних результатів:

- розроблено алгоритм обґрунтування управлінських рішень зі зниження рівнів НШВФ на робочих місцях підприємств з виготовлення скла і скляних виробів;
- розроблено математичні моделі виробничих факторів (шум, вібрація, запиленість, відносна вологість), що дозволило оцінити умови праці на робочих

місцях та обґрунтувати план заходів з охорони праці;

– розроблено узагальнену структуру системи моніторингу ФФВС, в якій реалізовано функцію моделювання та прогнозування рівнів НШВФ, що забезпечує наукове обґрунтування планування заходів, спрямованих на поліпшення умов праці.

Одержані результати було перевірено під час експериментального дослідження на підприємствах ПрАТ «Консюмерс-Скдо-Зоря» та ТОВ НВП «Горизонт».

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є результатом самостійно виконаних наукових досліджень автора. Представлені наукові, практичні та експериментальні результати, викладені у дисертації, отримані здобувачем одноосібно. У дисертаційній роботі здобувачем використані лише ті результати наукових праць, опублікованих у співавторстві, які становлять його індивідуальний внесок, а саме: [1] – запропоновано узагальнену модель оперативного прогнозування НШВФ; [2] – запропоновано процедуру вибору інтервалу контролю НШВФ; [3] – запропоновано методологію побудови системи моніторингу ФФВС; [4] – запропоновано застосування комплексного підходу до оцінювання функціонування СУОП; [5] – визначено методичні підходи до формування складу НШВФ.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися: на VII, IX та X Всеукраїнських науково-методичних конференціях (з участю студентів) «Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки», м. Київ, 2012–2014 рр.; на XIX Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах СНД», м. Переяслав-Хмельницький, 2014 р.; на III, IX, XII, XXVII, XXXVII Міжнародних науково-практичних інтернет-конференціях «Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах Європи та Азії», м. Переяслав-Хмельницький, 2014–2018 рр.; на III Міжнародній науково-практичній конференції «Академическая наука – проблемы и достижения», North Charleston, USA, 2014 р.

Публікації. За результатами виконаних досліджень опубліковано 18 наукових праць, з яких: 5 статей у наукових фахових виданнях України (з них 2 статті у виданнях України, які включено до міжнародних наукометричних баз), 10 тез доповідей в збірниках матеріалів конференцій, 3 статті в інших науково-технічних виданнях.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається з анотації, змісту, переліку умовних позначень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 132 найменувань та 3 додатків: містить 19 рисунків, 14 таблиць. Загальний обсяг роботи становить 145 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету й завдання дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, наведено дані щодо їх апробації та опублікування.

У **першому** розділі на підставі огляду літературних джерел проаналізовано особливості контролю ФФВС та узагальнено наукові та практичні дослідження з

організації та управління охороною праці на підприємствах в сучасних умовах.

Як свідчать результати проведеного аналізу, впровадження новітніх методів управління охороною праці відбувається повільно та недостатньо професійно, що не дозволяє розраховувати на покращення умов праці на підприємствах. Тому виникає необхідність розробки нових та удосконалення вже наявних інструментів реалізації положень законодавства України з охорони праці, і насамперед це стосується оцінювання виробничих ризиків, зумовлених впливом на працюючих множиною ФФВС, та обґрунтування профілактичних заходів. Вагомий внесок у розвиток методів управління охороною праці та удосконалення планування та реалізації заходів зі зниження виробничих ризиків внесли вітчизняні та закордонні вчені: А.О. Водяник, В.А. Глива, Г.Г. Гогіташвілі, В.Г. Здановський, О.Є. Кружилко, О.Є. Лапшин, О.О. Лапшин, О.Г. Левченко, В.В. Майстренко, С.В. Сукач, К.Н. Ткачук, W.E.Anderson, T.Aven, I.Heckmann, N.Worsell та інші. Результати цих досліджень дозволили значно поліпшити стан охорони праці, але, враховуючи зміни, що відбуваються на підприємствах, в умовах сьогодення необхідно розроблення новітніх підходів, які забезпечать врахування особливостей поточного моменту.

Якщо рівень виробничого травматизму на підприємствах України протягом останніх років незначно знизився, то професійна захворюваність залишається складною гігієнічною та соціально-економічною проблемою. В основних галузях економіки в умовах, що не відповідають санітарно-гігієнічним нормам і вимогам, працює кожен четвертий штатний працівник. При цьому найгірші умови праці мають місце у видобувній промисловості (вугільній) та обробній (хімічній, металургійній, машинобудуванні).

Виробництво скла та виробів зі скла протягом останніх років набирає обертів у зв'язку із зростаючим попитом з боку населення. Основними НШВФ, вплив яких може викликати професійне захворювання у працівників склоробних підприємств, є запиленість, шум, вібрація, несприятливий мікроклімат тощо. Аналіз фактичних умов праці свідчить, що пилова патологія стоїть на першому місці серед професійних захворювань. При виконання певних видів робіт в процесі виробництва скляних виробів (у тому числі – варіння скла), спостерігаються професійні захворювання (силікоз, силікатоз, металоконіоз та інші), зумовлені дією НШВФ. Перевищення рівнів шуму або вібрації призводить до психологічних розладів, захворювань вегетативних регуляторних систем, порушень зорової функції.

На сьогодні одним із методів оцінки виробничих ризиків є атестація робочих місць, за допомогою якої встановлюється відповідність виробничого середовища його нормативним характеристикам за окремими факторами. Практичний досвід свідчить, що існуюча методика атестації робочих місць не дозволяє судити про зміну параметрів НШВФ, а відповідно, і про зміну умов праці в період між атестаціями. Рівні небезпечних та шкідливих факторів можуть істотно змінюватися протягом робочої зміни навіть при незмінному технологічному процесі. Враховуючи вказане, можна вважати доцільним проведення систематичних спостережень змін факторів у визначені терміни. Важливим є підготовка та реалізація основних проектних рішень щодо системи збору та аналізу даних про фактичні рівні ФФВС. Ці рішення повинні враховувати особливості конкретного виробництва та

передбачають: розроблення організаційної структури контролю фізичних факторів; формування переліку контрольованих параметрів та обґрунтований вибір датчиків для їх вимірювання; розробку алгоритмів збору даних, їх автоматизованої обробки та представлення результатів обробки у вигляді, придатному для аналізу та планування заходів з поліпшення умов праці.

Результати аналізу науково-методичних підходів до контролю НШВФ та оцінки їх впливу на працюючих дозволили сформулювати мету та завдання наукових досліджень, які наведені вище.

У другому розділі викладено теоретичні засади побудови системи моніторингу ФФВС, для прогнозування рівнів фізичних факторів адаптовано метод експоненціального згладжування.

Комплексний підхід полягає в обов'язковому врахуванні всіх ФФВС, що наявні на робочих місцях підприємства, у забезпеченні оперативного збору даних про фактичні рівні цих факторів та їх подальшої обробки. Результатом комплексного підходу є формування засобів управління виробничими ризиками на основі ефективних технічних та організаційно-управлінських рішень. Тобто, можна зробити висновок, що система моніторингу ФФВС призначена для інформаційного забезпечення таких функцій СУОП як облік, аналіз, оцінювання показників виробничого середовища, а також прогнозування рівнів факторів для обґрунтованого планування профілактичних заходів з охорони праці. Схема планування та реалізації заходів з охорони праці, спрямованих на нормалізацію рівнів ФФВС, представлена на рисунку 1.

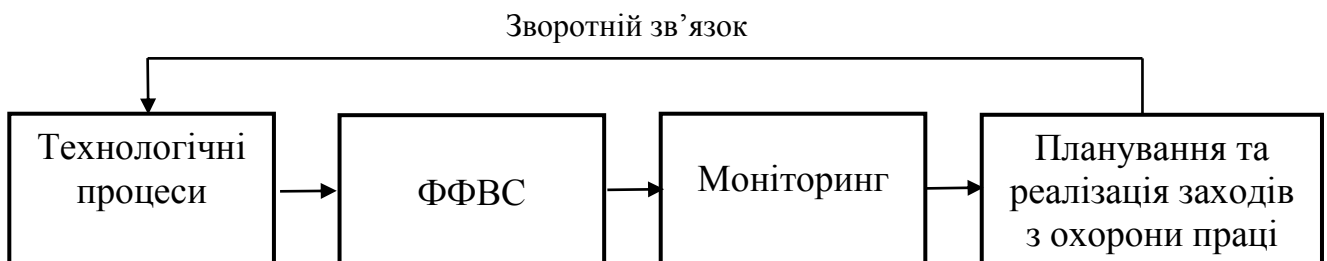


Рисунок 1 – Схема планування та реалізації заходів з охорони праці, спрямованих на нормалізацію рівнів ФФВС

Моніторинг ФФВС пропонується розглядати як одну з основних функцій СУОП, яка спрямована на підвищення оперативності та якості реагування у сфері охорони праці на всіх рівнях контролю, дотримання норм, правил та режимів безпечного функціонування виробничої системи. Залежно від кількісної характеристики (рівня, концентрації тощо) і тривалості впливу, ФФВС може стати шкідливим, а шкідливий виробничий фактор може стати небезпечним. Саме тому планування заходів з охорони праці здійснюється з метою зниження рівнів виявлених НШВФ.

Подальший розвиток підходу до моніторингу ФФВС пропонується на основі прогнозування змін значень НШВФ та визначення тривалості перевищення значень факторів гранично допустимих рівнів (ГДР) або гранично допустимих концентрацій (ГДК). Передбачено виконання наступного комплексу завдань: визначення множини

наявних на підприємстві ФФВС, які потребують контролю; збір даних про фактичні рівні виробничих факторів; моделювання динаміки змін значень ФФВС під час технологічного процесу; визначення інтервалів контролю для кожного з наявних факторів. Заключним етапом є формування даних, необхідних для вироблення обґрунтованого управлінського рішення. Структурну схему системи моніторингу ФФВС представлено на рисунку 2.



Рисунок 2 – Структурна схема комплексного моніторингу ФФВС

В процесі контролю стану умов праці важливим завданням є визначення інтервалів контролю НШВФ. Зниження цього інтервалу призводить до необґрунтованих витрат на моніторинг динаміки змін факторів, а з іншого боку, необґрунтоване завищення величини інтервалу контролю може зумовити випадки пропуску реєстрації перевищення значень факторів ГДР (ГДК).

За результатами аналізу значень НШВФ виділено три групи процесів: нестационарні; стаціонарні; умовно-стаціонарні.

Для НШВФ, динаміка рівнів яких являє собою нестационарний процес,

інтервал контролю визначається експертним методом (метод строгого ранжування).

Умовно стаціонарні процеси запропоновано розділити на дві групи:

- 1) математичне сподівання і дисперсія значень процесу не суттєво залежить від часу (варіація математичного сподівання в межах 15 %);
- 2) процеси, у значеннях яких можливо виділити трендову складову, а залишок буде задовольняти умові обмеження варіації математичного сподівання залишку в межах 15 %.

Величину $\bar{\Delta}$ тривалості викидів випадкового процесу $X(t)$ визначаємо при умові $F(\bar{\Delta}) = \delta$, де δ – довірна ймовірність.

Для обчислення з заданою точністю інтервалу контролю $\bar{\Delta}$ необхідно заздалегідь визначити вищевказані характеристики випадкового процесу $X(t)$. У разі, якщо ці характеристики заздалегідь не відомі, величину $\bar{\Delta}$ можна оцінити (зверху і знизу) виходячи із загальних припущень щодо випадкового процесу $X(t)$. На рисунку 3 представлено стаціонарний процес $X(t)$, який характеризується періодом стаціонарності T , що відображає динаміку значень концентрації пилу на умовному робочому місці зі шкідливими умовами праці.

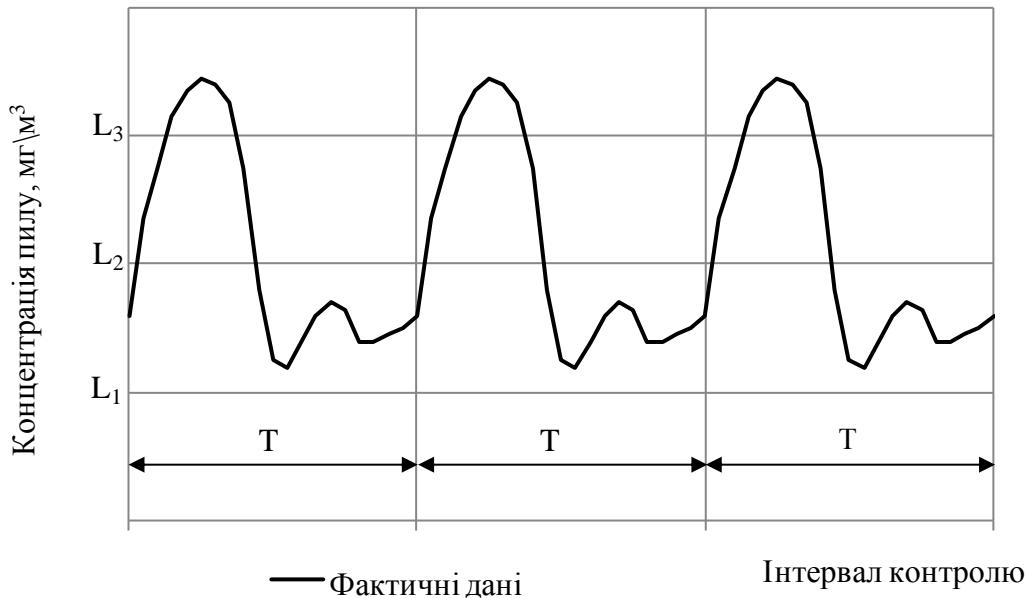


Рисунок 3 – Динаміка значень концентрації пилу на умовному робочому місці
 L_1, L_2, L_3 – граничні значення концентрації шкідливої речовини в повітрі
 робочої зони, що визначають підкласи умов праці відповідно 3.1, 3.2, 3.3;

T – період стаціонарності процесу динаміки змін значень шкідливої речовини.

За результатами обробки фактичних даних розраховано кількість вимірів:

$$n \approx \frac{2\varepsilon_\alpha}{\ln^2 \left[\frac{(1+R)(1-R+\beta)}{(1-R)(1+R-\beta)} \right]}, \quad (1)$$

де n – кількість вимірів; ε_α – аргумент функції Лапласа; R – коефіцієнт кореляції; α – довірчий коефіцієнт; $\beta = 1 - \alpha$.

Встановлено, що довжина вибірки n залежить від коефіцієнта кореляції R при заданих β і ε_α .

За визначеними значеннями нижніх оцінок коефіцієнта кореляції R встановлено: $\bar{\Delta} \approx 0,3 \cdot T$. Запропоновано прийняти крок дискретизації таким, щоб він був кратним періоду стаціонарності T , тобто обирається найбільше ціле число, що задовольняє умові:

$$\bar{\Delta}_K \leq 0,3 \cdot T. \quad (2)$$

Інтервал контролю $\bar{\Delta}_K$ відповідає найбільш несприятливій динаміці змін НШВФ. При цьому можна стверджувати, що з імовірністю $P=0,95$ всі можливі перевищення ГДР (викиди) будуть зафіксовані.

Для прогнозування стаціонарних та умовно-стаціонарних процесів запропоновано застосовувати метод експоненціального згладжування.

Суть моделі полягає в тому, що прогнозні значення постійно переглядаються при надходженні нових фактичних даних. У міру старіння спостережень модель експоненціального згладжування присвоює їм експоненціально-спадаючі вагові коефіцієнти, тому минулі спостереження мають менший вплив на прогнозні значення в порівнянні з останніми доступними даними.

Модель експоненціального згладжування стаціонарних процесів визначається рівнянням:

$$y(t) = S(t) + \varepsilon_t, \quad (3)$$

$$S(t) = a \cdot x(t-1) + (1-a) \cdot S(t-1),$$

де $S(t)$ – згладжене значення; a – коефіцієнт згладжування ($0 < a < 1$); початкові умови $S(1) = x(0)$.

При прогнозуванні умовно-стаціонарних процесів прогнозна модель має вигляд

$$Y(t) = \sum_{i=0}^n a_i t^i + S(t),$$

$$S(t) = a \cdot \left(x(t - \Delta t) - \sum_{i=0}^n a_i t^i \right) + (1-a) \cdot S(t - \Delta t), \quad (4)$$

$$S(0) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N ((x(t_0) + i \cdot \Delta t) - \sum_{i=0}^n a_i (t_0 + i \cdot \Delta t)^i).$$

Для оцінки точності прогнозування НШВФ за допомогою математичних моделей запропоновано використовувати абсолютну (e_a) та відносну (e_g) похибки, що розраховуються відповідно за формулами:

$$e_a^i(t) = x_i(t) - y_i(t), \quad (5)$$

$$e_g = \sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i(t) - y_i(t)}{x_i(t)} \right| \cdot 100\%, \quad (6)$$

де $x(t)$, $y(t)$ – відповідно фактичне та розрахункове значення НШВФ у i -й момент часу.

Точність прогнозування побудованої моделі (z_n) оцінюється за формулою:

$$z_n = 100 - e_g. \quad (7)$$

Для визначення накопиченої дози шкідливого фактору в організмі людини пропонується використовувати закон Хабера, згідно з яким ризик професійного захворювання (H) пропорційний концентрації речовини впливу (K) і часу впливу (T):

$$H = K \cdot T. \quad (8)$$

Для обґрунтування управлінських рішень автором розроблено алгоритм, представлений на рисунку 4.

Відповідно до цього алгоритму на основі даних про фактичні рівні ФФВС здійснюється оцінка умов праці, а результати обробки цих даних використовуються при плануванні заходів зі зниження рівнів НШВФ на робочих місцях.

Виконання етапів алгоритму забезпечує обґрунтоване планування заходів та прийняття відповідних управлінських рішень на основі зібраних даних про фактичні значення ФФВС. Особливістю розробленого алгоритму є такий аспект: якщо результати поточного контролю рівнів ФФВС на робочих місцях задовольняють вимогам чинних нормативних документів, вжиття заходів з управління не пропонується; в разі, коли спостерігається перевищення значень одного або декількох факторів відповідних ГДР (ГДК), активуються етапи робіт, які визначають планування заходів з поліпшення умов праці та обґрунтування відповідних управлінських рішень.

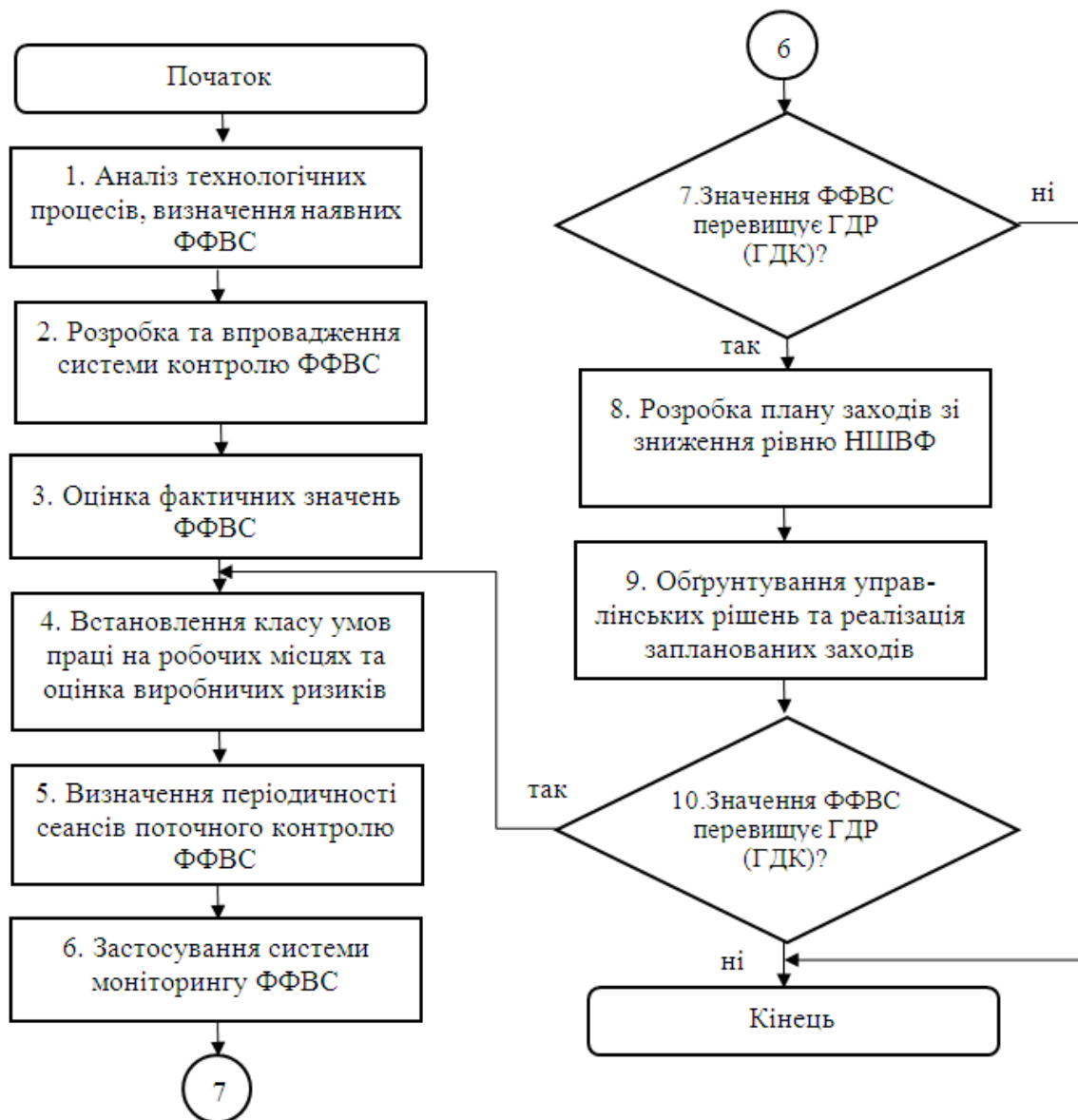


Рисунок 4 – Алгоритм обґрунтування управлінських рішень зі зниження рівнів небезпечних та шкідливих факторів на робочих місцях

У третьому розділі за результатами проведеного аналізу основних виробничих процесів на підприємстві з виготовлення скла та скляних виробів (транспортування, випалювання і плавлення, фасувально-пакувальні роботи, навантаження, розвантаження, відновлювальні роботи та реконструкція) виявлено такі НШВФ: вібрація (x_1), температура (x_2), запиленість (x_3), шум (x_4), освітленість (x_5), відносна вологість (x_6), електромагнітні випромінювання (x_7), інфрачервоне випромінювання (x_8).

Основні види обладнання та механізми, які зумовлюють появу НШВФ: щити керування, електрообладнання (висока електрична напруга); млин (запиленість); змішувач, вібросито, вентиляційне устаткування, дробарки (шум, вібрація); рухомі частини машин і механізмів (механічні фактори); скловарна піч, формувальні машини (несприятливий мікроклімат); джерела високої напруги, обладнання

диспетчеризації та управління (електромагнітні випромінювання).

Аналіз даних, які характеризують умови праці на підприємстві, та результати опитувань фахівців дозволили зробити висновок про те, що найбільш шкідливі умови праці спостерігаються на робочих місцях виробничих процесів з транспортування, підготовки і змішування матеріалів. В подальшому при проведенні опитування експертам було запропоновано оцінити (за убутанням ступеню шкідливого впливу) вплив НШВФ на працюючих, зайнятих у виробничих процесах з транспортування, підготовки і змішування матеріалів. Результати оцінювання впливу НШВФ на працюючих з використанням методу експертних оцінок представлено на рисунку 5.

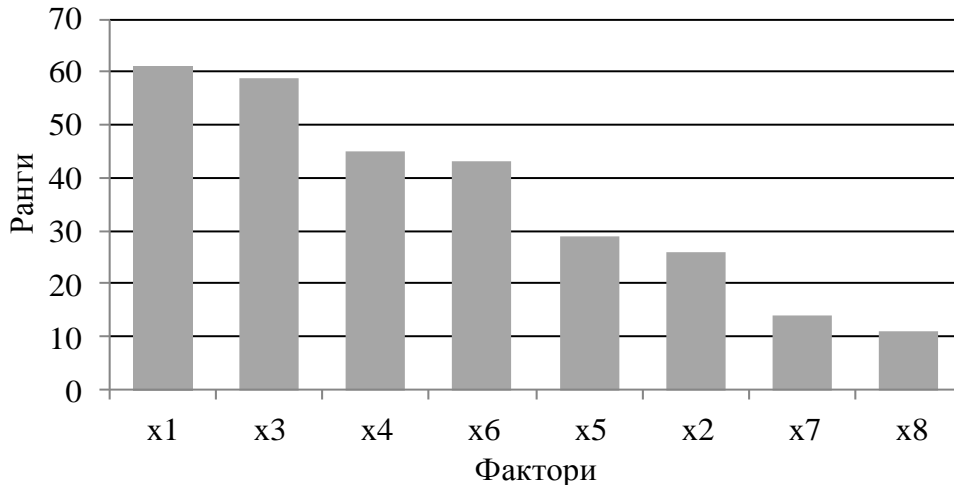


Рисунок 5 – Експертне оцінювання впливу НШВФ на працюючих, зайнятих у виробничих процесах з транспортування, підготовки і змішування матеріалів

Одержані результати експертного оцінювання використані в подальшому для побудови математичних моделей виявлених НШВФ, прогнозування та дослідження змін рівнів факторів.

Для визначення інтервалу контролю НШВФ проведено оцінку кількості вимірів, якої достатньо для визначення періоду стаціонарності. Для значень коефіцієнта кореляції: $R = 0,5$ за довірчим коефіцієнтом $\alpha = 0,95$, якому відповідає аргумент функції Лапласа $\varepsilon_{\alpha} = 1,95$ та величина $\beta = 1 - \alpha = 0,05$, розраховано кількість вимірів (n):

$$n = \frac{2 \cdot 1,95}{\ln^2 \left(\frac{1,5 \cdot 0,55}{0,5 \cdot 1,45} \right)} \approx 200. \quad (9)$$

За результатами розрахунків встановлено, що коефіцієнт кореляції між початковою вибіркою і вибіркою, сформованою з використанням визначеного інтервалу контролю, знаходиться в межах $0,74 \dots 0,88$, що задовольняє умові $R > 0,5$. Результати обробки даних про фактичні рівні наявних на підприємстві НШВФ наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Результати обробки даних про фактичні рівні НШВФ

НШВФ	Кількість замірів, n	Коефіцієнт кореляції, R	Період стаціонарності (T), хв.	Інтервал контролю ($\bar{\Delta}$), хв.
Шум	200	0,88	28	9
Вібрація	200	0,77	20	7
Запиленість	200	0,76	9	3
Температура	200	0,78	80	27
Відносна вологість	200	0,81	66	22
Освітленість	200	0,74	70	24
Електромагнітні випромінювання	200	0,75	88	30
Інфрачервоне випромінювання	200	0,76	92	31

Для виробничих процесів із транспортування, підготовки і змішування матеріалів отримані математичні моделі НШВФ представлені в таблиці 3.

Таблиця 3 – Математичні моделі НШВФ

НШВФ	Модель	Точність моделі, %
Шум	$y(t) = 0,3 \cdot x(t-9) + 0,7 \cdot S(t-10)$ $S(0) = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 x(9 \cdot (i-1) + 1)$	93,83
Запиленість	$y(t) = 2,2 + 0,367 \cdot t - 0,0065 \cdot t^2 - 0,000077 \cdot t^3 + 0,0000012 \cdot t^4$	90,24
Вібрація	$y(t) = 0,3 \cdot x(t-7) + 0,7 \cdot S(t-8)$ $S(0) = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 x(7 \cdot (i-1) + 1)$	91,03
Відносна вологість	$y(t) = 97,07 - 0,8 \cdot t + 0,0053 \cdot t^2 - 0,000067 \cdot t^3 + 0,3 \cdot (x(t-10) - 97,07 - 0,8 \cdot t + 0,0053 \cdot t^2 + 0,000067 \cdot t^3) + 0,7 \cdot S(t-11)$ $S(t-1) = 0,3 \cdot (x(t-10) - 97,07 - 0,8 \cdot t + 0,0053 \cdot t^2 - 0,000067 \cdot t^3) + 0,7 \cdot S(t-11)$ $S(0) = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 x(10 \cdot (i-1) + 1)$	95,66

Для факторів шуму та вібрації (стаціонарні процеси) моделі отримані методом експоненціального згладжування; для фактору запиленості (нестационарний процес) – модель отримана методом поліноміальної регресії, а для фактору вологості (умовно-стаціонарний процес) – комбінована модель, отримана методами поліноміальної регресії та експоненціального згладжування.

Експериментальні дослідження проведено з використанням отриманих моделей прогнозування (див. табл. 3) на основі даних вимірювання рівнів НШВФ на підприємстві з виготовлення скла і скляних виробів на робочих місцях транспортування, підготовки і змішування матеріалів. Графічне представлення фактичних та розрахункових значень концентрації пилу наведено на рисунку 6.

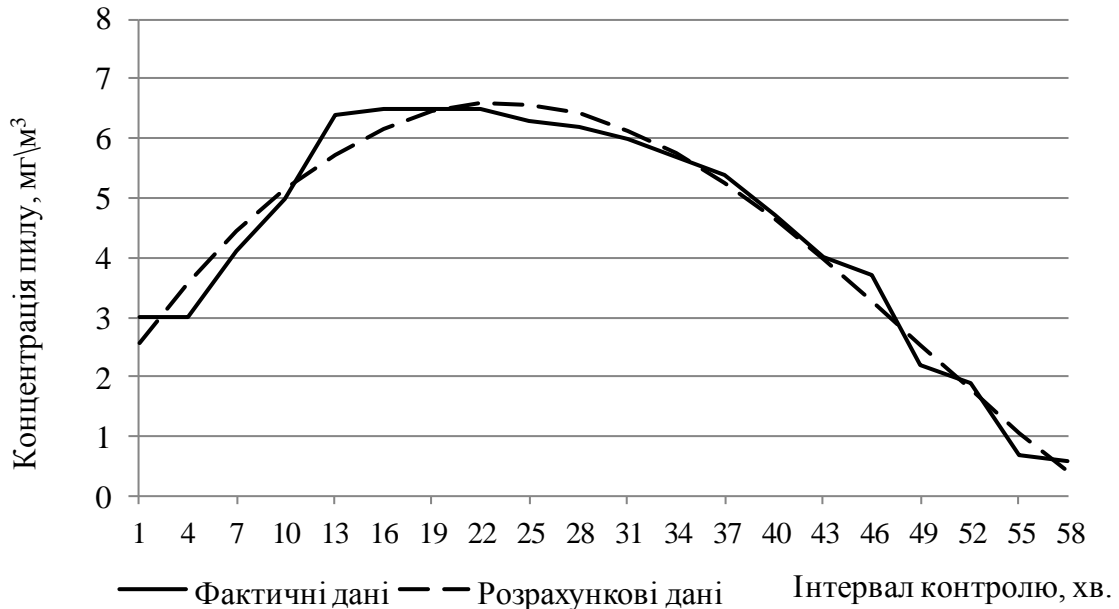


Рисунок 6 – Динаміка значень концентрації пилу на робочих місцях (фактичні та розрахункові дані)

Враховуючи те, що основним фактором запиленості в робочих зонах транспортування, підготовки і змішування матеріалів є діоксид кремнію (концентрація понад 60 %), його ГДК становить 1 мг/м^3 . Отже, у вказаних робочих зонах роботи виконуються в умовах праці підкласу 3.1 (перевищення ГДК у 1,1 ... 3,0 разів) та підкласу 3.2 (перевищення ГДК у 3,1 ... 10,0 разів), що вимагає проведення заходів з поліпшення умов праці.

Таким чином встановлено, що на основі початкових даних з урахуванням визначеного інтервалу контролю для кожного фактору отримано математичну модель заданої точності (див. табл. 3, рис. 6). Використання отриманих таким чином математичних моделей досліджуваних НШВФ дозволяє: по-перше, адекватно оцінити умови праці на робочих місцях; по-друге, забезпечити обґрунтоване планування заходів з поліпшення умов праці; по-третє, оцінити результати реалізації запланованих заходів.

В процесі аналізу встановлено перевищення фактичних значень ФФВС відповідних значень ГДР (ГДК) у всіх контрольованих факторів, які можна вважати НШВФ, результати представлено в таблиці 4.

Таблиця 4 – Клас умов праці для робочих місць технологічного процесу транспортування, підготовки і змішування матеріалів

НШВФ	Клас (підклас) умов праці	
	До проведення заходів	Після проведення заходів
Шум	3.2	3.1
Вібрація	3.4	3.1
Запиленість	3.2	3.1
Відносна вологість	3.1	3.1
Загальний	3.4	3.1

З метою виявлення причин, що призвели до перевищення рівнів виробничих факторів, проведено аналіз технологічних процесів. Рівень ризику заподіяння шкоди здоров'ю працюючих зменшується при скороченні часу впливу НШВФ (захист часом), при застосуванні ефективних засобів індивідуального захисту. Як видно з табл. 4, найбільш небезпечні та шкідливі умови зумовлені дією таких факторів як вібрація, шум та запиленість, отже, насамперед необхідно планувати заходи щодо зниження рівню саме цих факторів.

Джерелом шуму та вібрації на робочих місцях транспортування, підготовки і змішування матеріалів є: змішувач, вібросито, вентиляційне устаткування та дробарки. Джерелом збільшення концентрації пилу та відносної вологості повітря є процес завантаження та розвантаження млина, приготування шихти. Найбільш небезпечним фактором є вібрація. Графічну інтерпретацію динаміки рівня вібрації на робочих місцях транспортування, підготовки і змішування матеріалів протягом робочої зміни представлено на рисунку 7.

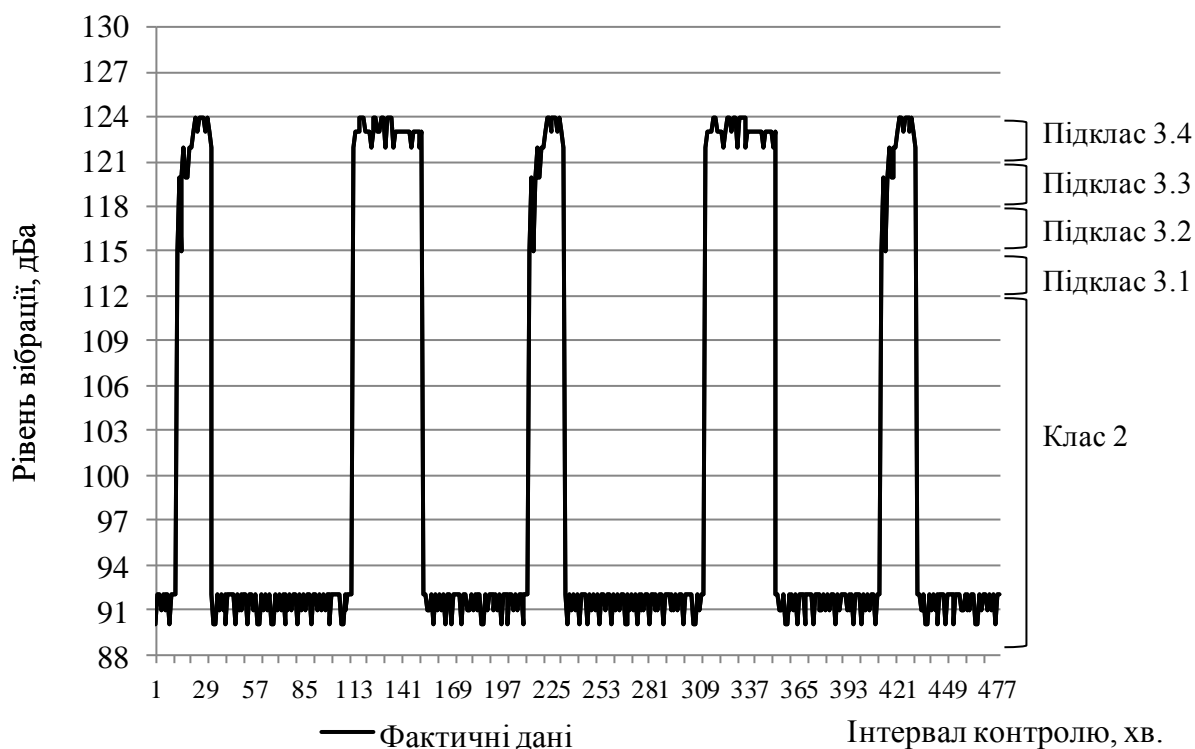


Рисунок 7 – Динаміка рівня вібрації на робочих місцях транспортування, підготовки і змішування матеріалів протягом робочої зміни

Встановлено, що на протязі 141 хв. рівень вібрації перевищує ГДР (112 дБа). Причому 7 хв. – перевищення в межах 3 дБа (підклас 3.1), 12 хв. – перевищення 6 ... 9 дБа (підклас 3.3), 122 хв. – перевищення 9 ... 12 дБа (підклас 3.4).

Заходи зі зниження шкідливого впливу вібрації мають бути спрямовані на внесення конструктивних змін у обладнання та у технологічні процеси.

Для зниження рівня вібрації та шуму рекомендовано монтаж спеціальних захисних екранів на змішувачах, віброситі та дробарці, що дозволить знизити рівень вібрації на 5 дБ та рівень шуму на 10 дБа.

Хронометражними спостереженнями встановлено, що технологічний час роботи джерел підвищеної вібрації становить - 141 хв. за зміну, причому робота організована в 5 технологічних циклів (середня тривалість становить $141/5 = 28$ хв.). Таким чином, технологічний час роботи перевищує допустимий сумарний час дії вібрації (при 5 робочих віброциклах сумарний час повинен складати $13 \times 5 = 65$ хв. при рівні перевищення в 12 дБа). Такі умови праці за фактором вібрації віднесено до підкласу 3.4 (шкідливі умови праці). Для зниження рівня вібрації запропоновано два альтернативні варіанти заходів:

1) режим праці на основі 8 одногодинних вібраційних циклів, за умови регулярного проведення технологічних перерв не менш 10 хв. кожна в умовах монтажу захисних екранів на вказане вище обладнання. При цьому перевищення ГДР складе не більше 8 дБа. За кожну годину допустимий час роботи в умовах підвищеної вібрації становитиме 19 хвилин. Загальний час роботи в умовах підвищеної вібрації за зміну становитиме $19 \times 8 = 152$ хв. Така тривалість роботи відповідає вимогам технології (технологічний час впливу вібрації (141 хв. за зміну);

2) режим праці на основі 7 вібраційних циклів тривалістю 1 год. 10 хв. з 6 перервами тривалістю 10 хв. кожна. За кожен цикл допустимий час роботи в умовах підвищеної вібрації становитиме 20 хв. Загальний час роботи в умовах підвищеної вібрації за зміну становитиме $20 \times 7 = 140$ хв. Крім того, реалізація вказаного заходу можлива за умови технологічного суміщення в часі роботи дробарки та вібросита.

Реалізація запропонованих заходів дозволила привести умови праці на робочих місцях транспортування, підготовки і змішування матеріалів за фактором вібрації з підкласу 3.4 до підкласу 3.1 (див. таблицю 4).

Для зниження рівня шуму (крім вказаних вище заходів) пропонується провести акустичну обробку приміщень спеціальними облицювальними матеріалами, що дозволило знизити рівень шуму ще на 10 дБа і таким чином, за фактором шуму встановити підклас умов праці 3.1.

Для зниження рівня запиленості запропоновано використання рукавних фільтрів з ефективністю очищення в межах 95 ... 99 % при завантаженні та розвантаженні млина, приготуванні шихти і дозування сировинних компонентів шихти а також при її транспортуванні. Реалізація запропонованого заходу дозволила знизити загальний рівень запиленості не менше ніж на 20 %.

Також запропоновано провести роботи по герметизації устаткування (застосування ущільнень для сполучних елементів), періодичний огляд, локалізацію шкідливих виділень за рахунок місцевої вентиляції, застосування аспіраційних установок тощо. В результаті реалізації запропонованих заходів за фактором запиленості досягнуто умови праці, що відповідають підкласу 3.1.

Отже, комплексне виконання заходів з поліпшення умов праці дозволило знизити шкідливий вплив НШВФ та отримати загальну оцінку умов праці, що відповідають підкласу 3.1.

У **четвертому** розділі викладено результати впровадження системи моніторингу ФФВС на підприємствах. Схему управління охороною праці на підприємстві з використанням системи моніторингу ФФВС подано на рисунку 9.

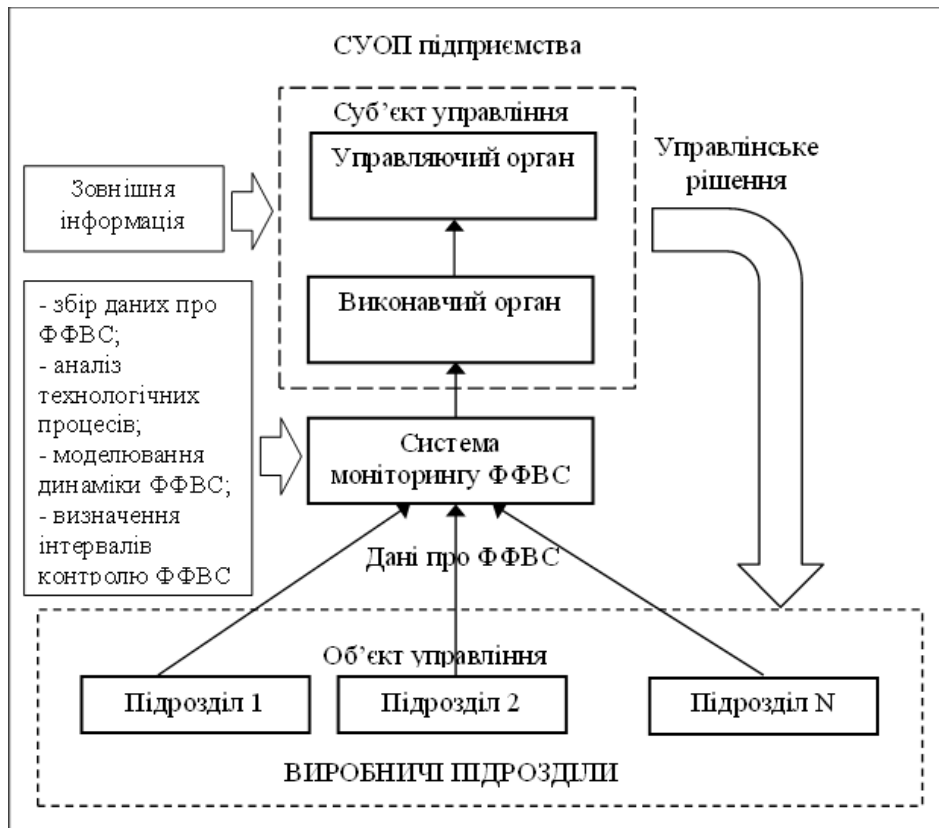


Рисунок 9 – Схема управління охороною праці на підприємстві з використанням системи моніторингу ФФВС

Дані про значення ФФВС, отримані з робочих місць підрозділів, надходять до системи моніторингу. Після обробки цих даних (у тому числі, проведення необхідних розрахунків), результати обробки подаються до виконавчого органу, який проводить їх аналіз та узагальнення, в разі потреби (виявлення перевищення ГДР або ГДК) – розробляє пропозиції та обґрунтування управлінських рішень, спрямованих на поліпшення умов праці на робочих місцях. Управляючий орган на підставі отриманих пропозицій та з урахуванням даних про можливі зміни технологічних процесів, режимів роботи обладнання та умов праці, а також з урахуванням зовнішньої інформації (зміни в законодавстві, новітні досягнення, наукові та прикладні розробки з охорони праці тощо) приймає рішення, спрямовані на поліпшення умов праці на робочих місцях. Реалізація управлінського рішення здійснюється через план заходів, який доводиться до виконавців у встановленому порядку.

Враховуючи особливості збору, передачі та обробки даних, що характеризують контрольовані параметри, доцільно в основу побудови системи моніторингу ФФВС покласти принципи реалізації адаптивних систем збору і

передачі інформації. До складу первинних пристроїв збору даних входять: вимірювачі шуму, вібрації, запиленості, освітленості, параметрів мікроклімату, інфрачервоного та електромагнітного випромінювань.

Отримані від вимірювачів дані після перетворення «аналог-частота» обробляються мікроконтролером, який забезпечує передачу даних через локальну мережу до серверу, що функціонує у центрі обробки даних системи моніторингу ФФВС. Центр обробки даних системи моніторингу ФФВС забезпечує: адміністрування та конфігурацію системи моніторингу ФФВС; збір і накопичення отриманих даних; обробку даних (візуалізацію, формування звітів, верифікацію, аналіз, моделювання тощо); інформаційну взаємодію із іншими системами.

Економічний ефект від впровадження системи моніторингу ФФВС розраховано як суму окремих ефектів:

$$E = \Delta E_{zn} + \Delta E_{nn} + \Delta E_{\text{дв}}, \quad (10)$$

де ΔE_{zn} – економія заробітної плати; ΔE_{nn} – економічний ефект від зниження кількості днів непрацездатності; $\Delta E_{\text{дв}}$ – економічний ефект від скорочення додаткових відпусток.

В результаті розрахунку часткових ефектів від реалізації заходів з поліпшення умов праці на підприємстві з виготовлення скла і скляних виробів в робочих зонах транспортування, підготовки і змішування матеріалів, отримано загальний ефект:

$$E = 11880 + 5265 + 3835 = 20980 \text{ грн.} \quad (11)$$

Також досягнуто соціальний ефект, який полягає у поліпшенні умов праці, що відповідають підкласу 3.1.

Результати впровадження системи моніторингу ФФВС, на підприємствах з виготовлення скла і скляних виробів свідчать про підвищення оперативності та забезпечення потрібної точності даних про фактичні рівні ФФВС. Реалізована функція моделювання та прогнозування рівнів НШВФ забезпечує наукове обґрунтування планування заходів, спрямованих на поліпшення умов праці. Для удосконалення СУОП підприємства, у складі якої є система моніторингу ФФВС, необхідно:

- забезпечити розвиток системи моніторингу ФФВС, як обов'язкового елемента СУОП підприємства (розробити та затвердити документи, що регламентують обов'язки посадових осіб, що беруть участь у зборі та обробці даних системою моніторингу; встановити порядок контролю за технічним станом системи моніторингу, а також впровадження нових типів датчиків);
- розробити методичні рекомендації з оцінки виробничих ризиків на робочих місцях зі шкідливими та небезпечними умовами праці;
- провести оцінку ефективності застосування колективних та індивідуальних засобів захисту, що застосовуються на підприємстві;
- започаткувати дієвий контроль стану здоров'я працівників, що працюють в умовах дії НШВФ з урахуванням рівня їх фізичної активності.

ВИСНОВКИ

За результатами виконаних автором досліджень сформульовано наступні висновки.

1. Проведений аналіз свідчить про необхідність подальшого удосконалення СУОП на підприємствах, що зумовлено змінами, які відбуваються в економіці та соціальній сфері нашої держави. Професійна захворюваність в Україні лишається складною гігієнічною та соціально-економічною проблемою, характерною особливістю сучасного вітчизняного виробництва є шкідливі і небезпечні умови праці. В процесі виробництва скла та скляних виробів при виконанні певних видів робіт спостерігаються професійні захворювання (силікоз, силікатоз, металоконіоз та інші), зумовлені дією НШВФ: запиленість, шум, вібрація, несприятливий мікроклімат тощо.

2. Встановлено, що моніторинг небезпечних та шкідливих факторів – одна з основних функцій СУОП, яка спрямована на підвищення оперативності реагування у сфері охорони праці, дотримання норм, правил та режимів безпечного функціонування виробничої системи. Розроблено структурну схему комплексного моніторингу ФФВС, що включає виконання завдань, спрямованих на виявлення випадків перевищення рівнів контрольованих факторів над гранично допустимими рівнями, а також формування даних, необхідних для вироблення обґрунтованих управлінських рішень.

3. Розроблено алгоритм визначення інтервалу контролю НШВФ, що базується на виявленні закономірностей динаміки їх значень. Для прогнозування змін значень факторів запропоновано застосування удосконаленого методу експоненціального згладжування, який дозволив побудувати із заданою точністю прогнозні моделі таких факторів як шум, вібрація, запиленість та відносна вологість.

4. Розроблено алгоритм обґрунтування управлінських рішень для конкретних виробничих умов, застосування якого забезпечує дієвий контроль ФФВС на робочих місцях та дозволяє здійснювати планування заходів з охорони праці з урахуванням науково обґрунтованих інтервалів контролю факторів. Практичне використання розробленого алгоритму дозволило підвищити ефективність планування заходів з охорони праці та забезпечило обґрунтованість відповідних управлінських рішень.

5. Визначено групу НШВФ для підприємств з виготовлення скла і скляних виробів та побудовано математичні моделі прогнозу значень цих факторів з використанням методу експоненціального згладжування, що дозволило оцінити динаміку змін значень НШВФ протягом робочої зміни. Встановлено, що отримані математичні моделі прогнозу НШВФ мають похибку не більшу 10 % і можуть бути використані при плануванні заходів з охорони праці.

6. Показано на прикладі робочих місць технологічного процесу транспортування, підготовки і змішування матеріалів, що використання алгоритму обґрунтування управлінських рішень зі зниження рівнів НШВФ дозволяє адекватно оцінити стан охорони праці на підприємстві, а також виявляти недоліки в організації роботи та розробити план заходів з поліпшення умов праці.

7. На основі даних системи моніторингу проведено обґрунтоване планування заходів зі зниження рівню НШВФ. Зокрема, для зниження рівня вібрації та шуму рекомендовано: монтаж спеціальних захисних екранів, внесення змін до

технологічних процесів та організації роботи обладнання, акустичну обробку приміщень спеціальними облицювальними матеріалами. В результаті реалізації запланованих заходів досягнуто зниження рівнів НШВФ, що дозволило привести робочі місця до менш шкідливого підкласу умов праці.

8. Встановлено, що економічний ефект від впровадження результатів роботи на підприємствах з виготовлення скла і скляних виробів становить понад 20000 грн. на рік. Ефект досягнуто за рахунок зниження кількості днів непрацездатності, скорочення додаткових відпусток, економія заробітної плати. Визначено основні напрямки удосконалення та подальшого розвитку системи моніторингу ФФВС.

Основні положення і результати дисертації опубліковані у роботах:

Статті у наукових фахових виданнях:

1. Ткачук К.Н., Калінчик В.В. Адаптивні системи прогнозування параметрів системи управління охороною праці. *Вісник НТУУ «КПІ». Гірництво*. Київ, 2012. Вип. 22. С. 208–213.

(Особистий внесок здобувача: запропоновано узагальнену модель оперативного прогнозування НШВФ).

2. Ткачук К.Н., Калінчик В.В. Контроль состояния электротехнического оборудования. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2013. № 1. С. 66–72.

(Особистий внесок здобувача: запропоновано процедуру вибору інтервалу контролю НШВФ).

3. Ткачук К.Н., Калінчик В.В. Моніторинг небезпечних факторів виробничої системи. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2013. № 2. С. 66–70.

(Особистий внесок здобувача: запропоновано методологію побудови системи моніторингу ФФВС).

У науково-метричних виданнях:

4. Ткачук К.Н., Калінчик В.В. Механізми побудови системи моніторингу небезпечних та шкідливих факторів виробничих об'єктів. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2014. № 1. С. 85–89. (Включено до наукометричної бази даних РІНЦ).

(Особистий внесок здобувача: запропоновано застосування комплексного підходу до оцінювання функціонування систем управління охороною праці).

5. Ткачук К.Н., Калінчик В.В. Формування факторного поля небезпечних та шкідливих чинників виробничої системи. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2017. № 1. С. 46–50. (Включено до наукометричних баз даних Index Scopus, РІНЦ, WorldCat, General Impact Factor).

(Особистий внесок здобувача: визначено методичні підходи до формування складу НШВФ).

Тези доповідей на науково-практичних конференціях:

6. Ткачук К.Н., Калінчик В.В. Определение шага дискретизации при контроле параметров электрооборудования. *Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки* : зб. тез доп. VII Всеукраїнської наук.-метод. конф. (з участю студентів), м. Київ, 13-14 листопада 2012 р. Київ: Основа, 2012. С. 156–162.

(Особистий внесок здобувача: обґрунтовано вибір інтервалу контролю НШВФ).

7. Ткачук К.Н., Калінчик В.В., Реброва Л.В. Моніторинг параметрів системи управління охороною праці. *Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки* : матеріали ІХ наук.-метод. конф., (з участю студентів), м. Київ, 12-13 листопада 2013 р. Київ: Основа, 2013. С. 251–254.

(Особистий внесок здобувача: обґрунтовано необхідність моніторингу в структурі СУОП).

8. Ткачук К.Н., Калінчик В.В., Выходцев А.В. Контроль опасных факторов производственных систем. *Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки* : зб. тез доп. Х Всеукраїнської наук.-метод. конф. (з участю студентів), м. Київ, 13-15 травня 2014 р. Київ: Основа, 2014. С. 299–302.

(Особистий внесок здобувача: обґрунтована структура контролю НШВФ).

9. Калінчик В.В. Контроль небезпечних факторів виробничих систем. *Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах СНД*. Матеріали ХІХ міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Переяслав-Хмельницький, 30-31 січня 2014 р. Переяслав-Хмельницький, 2014. С. 260–262.

10. Ткачук К.Н., Калінчик В.В. Методология построения системы мониторинга опасных факторов производственных объектов. *Академическая наука – проблемы и достижения* : матеріали ІІІ міжнар. наук.-практ. конф., North Charleston, 20-21 лютого 2014 р. North Charleston, SC, USA: CreateSpace, 2014. Vol. 1. P. 154–157.

(Особистий внесок здобувача: розроблено методологію системи моніторингу НШВФ).

11. Калінчик В.В. Система безперервного контролю небезпечних та шкідливих факторів виробничих об'єктів. *Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах Європи та Азії* : матеріали ІХ міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Переяслав-Хмельницький, 30-31 грудня 2014 р. Переяслав-Хмельницький, 2014. С. 263–265.

12. Ткачук К.Н., Калінчик В.В. Комплексний підхід до побудови системи моніторингу небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища. *Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах Європи та Азії* : матеріали ХІІ міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Переяслав-Хмельницький, 30-31 березня 2015 р. Переяслав-Хмельницький, 2015. С. 143–145.

(Особистий внесок здобувача: обґрунтовано комплексний підхід до побудови системи моніторингу НШВФ).

13. Ткачук К., Калінчик В. Аналіз виробничої системи та формування складу впливаючих шкідливих і небезпечних факторів. *Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах Європи та Азії* : матеріали ХХVІІ міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. м. Переяслав-Хмельницький, 29-30 червня 2016. Переяслав-Хмельницький, 2016. С. 198–201.

(Особистий внесок здобувача: сформовано склад впливаючих шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища).

14. Калінчик В. Експертне оцінювання впливу небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища. *Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах Європи та Азії* : матеріали ХХХVІІ

міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Переяслав-Хмельницький, 29-30 червня 2017 р. Переяслав-Хмельницький, 2017. С. 20–22.

15. Ткачук К.Н., Калінчик В.В. Прогнозування, як складова функція системи моніторингу небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища. *Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах Європи та Азії* : матеріали III міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Переяслав-Хмельницький, 30 квітня 2018 р. Переяслав-Хмельницький, 2018. С. 25–27.

(Особистий внесок здобувача: обґрунтована необхідність прогнозування, як складової системи моніторингу НШВФ).

В інших науково-технічних виданнях

16. Калінчик В.В. Моделі та методи прогнозування параметрів системи управління охороною праці. Київ, 2011. 22 с. Деп. в ДНТБ України 19.05.11. № 25–Ук – 2011.

17. Ткачук К.Н., Калінчик В.В. Моделі прогнозування розвитку небезпечних і шкідливих чинників виробничих об'єктів. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Кременчук: КрНУ, 2014. Вип. 6/2014. Ч. I (89). С. 143–147.

(Особистий внесок здобувача: обґрунтовано вибір методів, які можуть бути використані для прогнозування розвитку НШВФ).

18. Калінчик В.В. Вибір принципів побудови системи контролю шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2016. № 1. С. 116–121.

АНОТАЦІЯ

Калінчик В.В. Планування профілактичних заходів на основі моніторингу фізичних факторів виробничого середовища. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.26.01 – «Охорона праці». – Державна установа «Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці», Київ, 2019.

У дисертаційній роботі вирішене актуальне науково-практичне завдання, яке полягає у підвищенні ефективності управління охороною праці на підприємствах з виготовлення скла і скляних виробів шляхом розробки системи моніторингу фізичних факторів виробничого середовища.

Для прогнозування динаміки виробничих факторів запропоновано модифікований метод експоненціального згладжування та метод поліноміальної регресії. Розроблено алгоритм обґрунтування управлінських рішень, який дозволяє здійснювати науково-обґрунтоване планування заходів з поліпшення умов праці. Отримано математичні моделі прогнозу небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які мають точність понад 90 %.

На основі даних системи моніторингу проведено обґрунтоване планування заходів з поліпшення умов праці. Економічний ефект від впровадження результатів роботи на підприємстві становить понад 20000 грн. на рік.

Ключові слова: охорона праці, моніторинг, умови праці, фізичний фактор, планування, математична модель.

АННОТАЦИЯ

Калинчик В.В. Планирование профилактических мероприятий на основе мониторинга физических факторов производственной среды. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.01 – «Охрана труда». – Государственное учреждение «Национальный научно-исследовательский институт промышленной безопасности и охраны труда», Киев, 2019.

В диссертационной работе решена актуальная научно-практическая задача, которая заключается в повышении эффективности управления охраной труда на предприятиях по изготовлению стекла и стеклянных изделий путем разработки системы мониторинга физических факторов производственной среды. Актуальность поставленной задачи обусловлена тем, что существующие методики оценки условий труда на рабочих местах не позволяют оперативно оценивать уровни производственных факторов. Вместе с тем, уровни опасных и вредных для здоровья работников производственных факторов могут существенно меняться даже при неизменных технологических процессах.

Научная новизна исследования заключается в том, что впервые получены математические зависимости уровней физических факторов производственной среды, которые отличаются от существующих обоснованным выбором интервала контроля факторов с допустимой точностью прогноза. Использование полученных зависимостей позволяет оперативно установить классы условий труда на рабочих местах. Усовершенствованы методические подходы к планированию мероприятий по улучшению условий труда на рабочих местах, предложен для практического применения метод экспоненциального сглаживания для прогнозирования уровней опасных и вредных производственных факторов. Получил дальнейшее развитие подход к мониторингу физических факторов производственной среды.

Практическое значение полученных результатов заключается в том, что разработан алгоритм обоснования управленческих решений по снижению уровней опасных и вредных факторов на рабочих местах предприятий по изготовлению стекла и стеклянных изделий. На основе данных мониторинга разработаны математические модели производственных факторов (шум, вибрация, запыленность, влажность), что позволило оценить условия труда на рабочих местах, и обосновать план профилактических мероприятий.

Показано, что мониторинг опасных и вредных производственных факторов обеспечивает действенный контроль соблюдения норм, правил и режимов безопасного функционирования производственной системы. Выявление закономерностей изменений значений производственных факторов позволило обосновать выбор интервалов их контроля.

Для прогнозирования значений опасных и вредных производственных факторов предложено применение модифицированного метода экспоненциального сглаживания и метода полиномиальной регрессии.

Разработан алгоритм обоснования управленческих решений для конкретных производственных условий, применение которого обеспечивает действенный контроль опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах и

позволяет осуществлять научно-обоснованное планирование мероприятий по улучшению условий труда.

Обоснованы приоритетные направления подготовки планов мероприятий по охране труда на предприятии по изготовлению стекла и стеклянных изделий. Экспериментально исследованы математические модели прогноза опасных и вредных производственных факторов, что позволило оценить изменения значений этих факторов в течение рабочей смены.

Установлено, что различные опасные и вредные производственные факторы имеют разную продолжительность периода стационарности и соответственно требуют разного интервала их контроля, что связано с особенностями технологических процессов производства. Для каждого из выявленных факторов рассчитаны интервалы стационарности, что позволило существенно уменьшить количество измерений в течение рабочей смены. Получены математические модели прогноза опасных и вредных производственных факторов (вибрация, шум, запыленность, относительная влажность), которые имеют точность более 90% и могут быть использованы в процессе планировании мероприятий по улучшению условий труда на предприятии. Применение алгоритма обоснования управленческих решений по снижению уровней опасных и вредных производственных факторов позволяет адекватно оценить состояние охраны труда на предприятии, а также выявлять недостатки в организации работы и разработать план мероприятий по охране труда.

На основе данных системы мониторинга проведено обоснованное планирование мероприятий по снижению уровней опасных и вредных производственных факторов. В частности, для снижения уровня вибрации и шума рекомендуется: монтаж специальных защитных экранов, внесение изменений в технологические процессы и организацию работы оборудования, выполнить акустическую обработку помещений специальными облицовочными материалами.

Для рационального внедрения результатов работы на предприятии разработана схема управления охраной труда с использованием системы мониторинга физических факторов производственной среды, подготовлены соответствующие рекомендации. Аппаратную реализацию системы предложено выполнить на базе типовых аналоговых датчиков измерения шума, вибрации, запыленности и других факторов. Такой подход сочетает в себе простоту реализации, надежность работы и невысокую стоимость разработки, монтажа и эксплуатации системы мониторинга.

Экономический эффект от внедрения результатов работы на предприятиях по изготовлению стекла и стеклянных изделий составляет более 20000 грн. в год. Социальный эффект заключается в улучшении условий труда путем реализации мероприятий по снижению уровней физических факторов (вибрация, шум, запыленность и относительная влажность), что позволило отнести рабочие места к менее вредному классу условий труда.

Ключевые слова: охрана труда, мониторинг, условия труда, физический фактор, планирование, математическая модель.

ABSTRACT

V.V. Kalinchyk. Planning of preventive measures based on monitoring of the physical factors of production environment. – Manuscript.

A thesis for a Candidate Degree in Technical Sciences (PhD): Specialty 05.26.01 – Labor Safety. – National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» – Public Agency «National Scientific and Research Institute of Industrial Safety and Labor Safety», Kyiv, 2019.

The thesis covers the up-to-date scientific and practical challenges. It targets increasing of the effectiveness of the labor safety management at glass companies through the development of a physical factors monitoring system in the production environment.

A modified method of exponential smoothing and a polynomial regression method were used to predict the dynamics of production factors. I developed an algorithm to take managerial decisions for planning the measures to improve working conditions. The obtained mathematical models for the hazardous and harmful factors forecast have a precision of over 90%.

The planning of the measures to decrease the level of hazardous and harmful factors is based on monitoring system data. The economic impact of implementing the thesis results glass manufacturing company showed the saving of over UAH 20000 per year.

Key words: labor safety, monitoring, labor conditions, physical factor, planning, mathematical model.

Підписано до друку 08 лютого 2019 р.
Формат 60x90¹/₁₆. Папір офсетний. Друк різнографічний.
Кількість умовних друкованих аркушів 1,6.
Тираж 100 екз. Замовлення № 1549.
Об'єкт видавничої діяльності занесено до державного реєстру № 620049 13.10.2008.
ПРІНТЦЕНТР, м. Київ, вул. Політехнічна, 16