

Харківський національний університет радіоелектроніки
Міністерства освіти і науки України
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця
Міністерства освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

СЕРДЮК НАТАЛІЯ МИКОЛАЇВНА

УДК 004.9; 681.518:061

ДИСЕРТАЦІЯ

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ, МЕТОД ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ
МОНІТОРИНГУ СТАНУ ВИРОБНИЧОГО ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМСТВА

05.13.06 – інформаційні технології
технічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.


Н.М.Сердюк

підпис, ініціали та прізвище здобувача

Науковий керівник Євланов Максим Вікторович, д. т. н., доцент

Дисертація є ідентичною іншим примірникам дисертації
Учений секретар спеціалізованої Вченої Ради К 64.055.03
К.т.н. доц. М. Ю. Лосєв



Харків – 2018

АНОТАЦІЯ

Сердюк Н.М. Математичні моделі, метод та інформаційна технологія моніторингу стану виробничого персоналу підприємства. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 «Інформаційні технології». – Харківський національний університет радіоелектроніки, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, Харків, 2018.

У дисертаційній роботі запропоновано рішення актуальної науково-прикладної задачі зменшення прямих та опосередкованих витрат, які викликані непрацездатністю виконавця впродовж здійснення професійною діяльністю, шляхом підвищення продуктивності виконання робіт з моніторингу стану виробничого персоналу підприємства. Об'єктом дослідження в роботі є процес моніторингу стану виробничого персоналу (МС ВП) підприємства, предметом дослідження – математичні моделі впливу виробничих чинників (ВЧ) на персонал, моделі оцінювання зміни стану персоналу та метод оцінювання працездатності виробничого персоналу підприємства.

Методи дослідження ґрунтуються на використанні методів системного аналізу – для визначення основних особливостей процесу моніторингу стану виробничого персоналу; теорія множин, математичний апарат інтегро-диференційного моделювання нелінійних процесів – для розробки математичних моделей негативного впливу виробничих чинників на персонал, визначення стану співробітника та вирішення функціональних задач оцінки зміни параметрів стану співробітника при виконанні професійної діяльності; методи вирішення задач класифікації – для розробки методу оцінювання працездатності виробничого персоналу; методи структурного та об'єктного візуального моделювання – для розробки елементів інформаційної системи моніторингу стану виробничого персоналу підприємства.

В роботі запропоновано математичну модель негативного впливу виробничих чинників на персонал, яка, на відміну від тих, що існують, враховує вплив гетерогенних шкідливих виробничих чинників на організм виконавців і дозволяє організувати збір, обробку та відображення великої кількості даних про цей вплив на співробітників підприємства. Ця модель дозволяє розглянути процес побудови інформаційної системи (ІС) МС ВП як формування єдиного цілісного і послідовного погляду на стан виробничого персоналу в ході професійної діяльності. Оскільки кожний процес може бути описаний за допомогою запропонованої моделі, то базова побудова ІС МС ВП може бути представлена як результат об'єднання формальних описів негативного впливу ВЧ по кожному з процесів підприємства. Таке об'єднання може проводитися на основі багатомірної моделі даних, яка дозволяє організувати збір, обробку та відображення інформації про сумісний вплив гетерогенних ВЧ.

Запропоновано математичну модель оцінювання змін параметрів поточного стану виконавця під час виконання своєї професійної діяльності, що, на відміну від тих, що існують, враховує результати негативного впливу виробничих чинників на персонал та характер спільної дії окремих виробничих чинників на організм виконавця, і це дозволяє кількісно оцінити зміни психофізіологічних параметрів стану виконавця. Ця модель ґрунтується на припущеннях щодо неможливості оцінювання змін параметрів стану виконавця за результатами прямих вимірювань.

Запропоновано математичну модель стану виробничого персоналу, який можна розглядати як головний показник ефективності використання персоналу, що характеризує час безвідмовної роботи і продуктивність. Модель стану ВП бере до уваги:

- початковий стан виконавців;
- зміну поточного стану виконавців під впливом виробничих чинників;
- наслідки, що виникають в результаті дії гетерогенних чинників на персонал, що дозволяє кількісно оцінити стан виконавців і зміни цього стану

і зменшити витрати через непрацездатність виробничого персоналу при плануванні переліку робіт підприємства.

Використання цієї моделі дозволяє формалізувати стан ВП підприємства за допомогою психофізіологічних параметрів організму виконавців для подальшого аналізу з метою мінімізації непродуктивних витрат.

Для того щоб оцінити працездатність виробничого персоналу в певний момент часу по вимірюваним параметрам стану виконавців, вирішена задача класифікації одного стану з набору можливих станів, що визначається на основі багатьох незалежних параметрів.

Запропоновано метод оцінювання працездатності виробничого персоналу, який, на відміну від тих, що існують, класифікує стан виконавців на основі аналізу психофізіологічних параметрів стану організму в умовах недостатньої кількості накопичених даних, що дозволяє прийняти рішення про визначення стану відповідно до чинних правил визначення працездатності персоналу.

Практична значимість отриманих теоретичних результатів дисертаційної роботи підтверджено поліпшенням виконання робіт та процесів підприємства виробничим персоналом впродовж професійної діяльності за рахунок зменшення витрат, які викликані непрацездатністю людини-виконавця.

Запропоновано інформаційну технологію (ІТ) МС ВП, елементи якої дозволили автоматизувати рішення основних завдань під час проектування функціонального модуля МС ВП комплексної системи управління ПАТ «Харківміськгаз». Під час дослідної експлуатації функціонального модуля в режимі «прогноз» розроблені рішення використовувались для прогнозу стану співробітників до моменту закінчення зміни. На основі цих розроблених рішень приймалися управлінські рішення щодо працездатності працівника при виконанні професійної діяльності, задля збереження здоров'я співробітника та зменшення витрат, що можуть виникнути внаслідок його

непрацездатності.

Запропоновані моделі та метод дозволяють організувати збір та аналіз даних про вплив чинників виробничого середовища на персонал підприємства, а також, на основі припущень щодо неможливості оцінювання змін параметрів стану виконавця за результатами прямих вимірювань, дозволяють визначити стан та оцінити зміни стану персоналу підприємства. Позитивними особливостями запропонованих моделей та методу є можливість їх адаптації до можливих змін організації праці на підприємстві без зміни забезпечувальної частини системи МС ВП, що проектується.

Під час досвідної експлуатації функціонального модуля моніторингу стану виробничого персоналу підприємства комплексної системи управління ПАТ «Харківміськгаз» в режимі «оцінювання» данні про стан виконавців та дію ВЧ використовувалися для оперативного оцінювання зміни стану виконавців бригади № 4 впродовж виконання робіт підприємства, та в режимі «прогноз» розроблені рішення використовувалися для прогнозу зміни стану виконавця на момент закінчення зміни. Аналіз даних, що отримані при оперативному оцінюванні зміни стану виконавців та результати прогнозу зміни стану виконавців, які наведені в роботі (розділ 4), відрізняються на 20 % у бік більш несприятливого прогнозу зміни стану виконавця на момент закінчення зміни. Це говорить про превентивний характер моделі стану виробничого персоналу, тобто про своєчасне попередження можливого погіршення здоров'я, та, як наслідок, виникнення непрацездатності виконавця. На основі даного прогнозу можливе своєчасне прийняття управлінського рішення, яке дозволить зберегти здоров'я та скоротити прямі та опосередковані витрати, які викликані непрацездатністю виконавця впродовж виконання професійної діяльності.

Використання розроблених у дисертаційній роботі методів дає можливість підвищення продуктивності виконання робіт з моніторингу стану виробничого персоналу підприємства та скоротити прямі та опосередковані витрати, які викликані непрацездатністю людини-виконавця впродовж

виконання професійної діяльності. Достовірність отриманих практичних результатів підтверджена експериментальними дослідженнями моделей, методу та інформаційної технології МС ВП.

На підставі проведених досліджень і практичної реалізації представлених моделей, методу та інформаційної технології розроблено методичне та інформаційне забезпечення, що використовується в навчальному процесі при підготовці магістрів та бакалаврів усіх спеціальностей Харківського національного університету радіоелектроніки.

Матеріали дисертації достатньо повно викладені у 20 роботах: з них 9 статей у виданнях, які зазначені в переліку фахових видань України з технічних наук (5 публікацій, що входять до наукометричних баз) та 11 тез доповідей міжнародних конференцій.

Ключові слова: модель, метод, інформаційна технологія, система моніторингу, професійна діяльність, виробничі чинники, параметри стану виконавця.

SUMMARY

Serdyuk, N. Mathematical model, method and information technology health monitoring of the production personnel on the enterprise. – Qualifying scientific work on the manuscript rights.

A thesis for the candidate degree in technical sciences in the specialty 05.13.06 «Information Technologies». – Kharkiv National University of Radio Electronics, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Kharkiv, 2018.

In the dissertation the solution of the actual scientific and practical task is the models development and the method the production personnel health monitoring (PP HM) on the enterprise during the performance of professional activity are proposed. The object of the research in the work is the process the production personnel health monitoring on the enterprise, the subject of the study – the

mathematical models about influence production factors (PF) on personnel, models that evaluate the changes staff's status the method qualitative assessment the efficiency the production personnel on the enterprise.

Research methods are based on the using me system analysis methods – to determine the main features on the process of production personnel health monitoring; the sets theory, the mathematical apparatus from the integro-differential modeling nonlinear processes – for development mathematical models about negative influence from production factors on the personnel, determination the status the employee and solution functional tasks for assessing the change employee's state in performance the professional activities; methods for solving the problems of classification – to develop a method for qualitative assessment efficiency employees; methods of structural and object visual modeling – for the development the elements information system for production personnel health monitoring on enterprise.

In the work the mathematical model about negative influence production factors on personnel is proposed, which, unlike existing ones, takes into account heterogeneous harmful production factors influence on the organism of employees and allows to organize gathering, processing and displaying large data amounts about this impact on enterprise's employees. The proposed model allows us to formulate the basic building concept the information system (IS) PP HM as a forming concept single holistic and consistent representation of the impact PF on the personnel on the enterprise during the professional activity. Since each process can be described by proposed model, the basic concept of the IS PP HM can be presented as the result from combining formal descriptions negative impact of PF on each process in enterprise. Such an association can be carried out on the basis of a multidimensional data model, which allows organizing the collection processing and displaying large data amounts on the coherent heterogeneous PF impact.

The mathematical model estimation about changes parameters about the current status employee in the course of his professional activity is proposed, it, in contrast to the existing ones, takes into account the results negative influence

production factors on the personnel and the nature joint action the production factors on organism of the performer, and this allows quantifying changes in the psycho-physiological parameters performer's state. This model is based on the assumptions impossibility evaluating changes parameters employee's state by the results of direct measurements.

The mathematical model about production personnel's state is proposed, which can be considered as the main indicator efficiency using the personnel, characterizing the time of failure-free operation and productivity. Model the state of the PP takes into account:

- the initial performer's state;
- the change performer's current status under the influence of production factors;
- the action heterogeneous factors' consequences arising on the personnel, which allows to quantify the performers' state and changes in this state and reduce losses due to the inability of the production personnel in planning the works' list on the enterprise.

The use of this model allows to formalize the state of the enterprise's PP using the psychophysiological parameters organism's the performers for further analysis in order to minimize unproductive costs.

In order to qualitatively evaluate production personnel's performance at a certain point in time, the task about classifying one state from a set of possible states, determined on the basis many independent parameters', is solved by the measured parameters of the state of the performers.

The qualitative estimation's method the production's personnel efficiency, which, in contrast to the existing ones, categorizes the state of performers on the basis on psychophysiological parameters analysis condition organism's in the conditions insufficient amount accumulated data, which allows to make a decision about determination of the state in accordance with the current rules about staff's capacity determination, is proposed.

The obtained theoretical results' practical significance the dissertation work

is confirmed by the professional activity's improvement, by reducing the losses caused by the disability of the person-performer. In particular, the practical solution to theoretical research is as follows.

The information technology (IT) of the HM PP was proposed, the elements of which allowed to automate the solution of the main tasks during the design the functional module HM of the PP of the complex management system of Public Company «KharkivMiskGaz». During the experimental operation of the functional module in the «forecast» mode, developed solutions were used to forecast the status of employees until the end of the change. On the basis of these developed decisions, a managerial decision was made as to the employee's ability to work in the course of his professional activities, in order to maintain the health of the employee and reduce the costs that may arise as a result about his disability.

The proposed models and method allow to organize the collection and analysis the data on influence by the factors from the production environment on the enterprise's personnel, as well as, based on assumptions about the evaluating changes' impossibility parameters about executor's state based on the results of direct measurements, to determine the state and assess the changes in the status enterprise's personnel. Positive features of the proposed models and method is the possibility of their adaptation to possible changes in the organization the work in the enterprise without changing the security part of the system HM of the planned PP.

During the experimental operation of the functional module for production personnel health monitoring of the integrated management system the Public Company «KharkivmiskHAZ» in the «estimation» mode, information on executors' state and the operation of the HF was used for the operational assessment status's change on the brigade № 4 executives during the performance of the company's work, and in the «forecast» developed solutions were used to forecast changes in the status of the artist until the end of the change. The data's analysis, that were obtained during the operative changes' assessment in the status performers and the results of the forecast performers' statua change given in the work (section 4) differ

by 20% in the direction more unfavorable forecast changes in the status the performer until the end of the change. This indicates the preventive nature of the model production personnel's state, that is, the timely prevention of possible health's deterioration, and, as a consequence, the performer's emergence disability. On the forecast's basis, it is possible to timely make a management decision that will save health and reduce the direct and indirect losses caused by the disability of a person-performer during the performance of professional activities.

The use of the methods developed in the dissertation provides an opportunity to increase the efficiency production personnel's using and to reduce the direct and indirect losses caused by person-performer's disability during the performance of professional activity. Reliability of the obtained practical results is confirmed by experimental researches of models, method and information technology of HM of the PP.

On the researches' basis and practical presented models' implementation, method and information technology, methodological and informational support is used, which is used in the educational process in masters' preparation and bachelors of all specialties of the Kharkov National University of Radio Electronics.

The materials of the thesis are sufficiently elaborated in 20 papers: 9 of them in the publications, which are listed in the list of professional editions of Ukraine on technical sciences (5 works are included in the scientific-metric bases) and 11 papers in International Conference Proceedings.

Keywords: model, method, information technology, monitoring system, professional activity, production factors, parameters of the employee's status.

Список публікацій здобувача:

1. Сердюк Н. Н. Модели типа Гаммерштейна для описания нелинейного воздействия группы факторов на организм человека / Н. Н. Сердюк // Научно-технический журнал. Радиоэлектроника и информатика. – 2006. - № 1. С.111–113. (3 д.стор./ 0,1875 ум.-др. арк.).

2. Дзюндзюк Б. В. Модели автоматизированной системы управления условиями труда на рабочем месте оператора радиоэлектронных средств / Б. В. Дзюндзюк, Н. Н. Сердюк // Восточно–Европейский журнал передовых технологий. – 2007. – № 1/4 (25). – С. 87–96. (10 д.стор./ 0,625 ум.-др. арк.).

3. Сердюк Н. Н. Функциональная задача оценки влияния вредных производственных факторов на человека / Н. Н. Сердюк // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 4/4 (64). – С.22-25. (4 д.стор./ 0,25 ум.-др. арк.). (*Index Copernicus, BASE, Ulrichsweb, Driver, WorldCat, DOAJ, EBSCO, FreeFullPDF, eLIBRARY, Bielefeld Academic Search Engine*).

4. Евланов М. В. Формирование и анализ требований к информационно-аналитической системе управления безопасностью труда на предприятии / М. В. Евланов, Н. Н. Сердюк // Технологический аудит и резервы производства. – 2015. – № 4/3 (24). – С. 41-46. (7 д. стор. / 0,4375 ум.-др. арк.). (*Index Copernicus, EBSCO, Ulrich's Periodicals Directory, BASE, ResearchBib, DOAJ, WorldCat, CrossRef, Directory Indexing of International Research Journals, DRJI, OAJI, Open Access Articles, WorldWideScience.org, JURN та ину.*).

5. Сердюк Н. Н. Разработка модели определения и прогнозирования состояния человека как основного показателя в системе мониторинга безопасности труда на предприятии / Н. Н. Сердюк // Технологический аудит и резервы производства. – 2016. – № 5/2 (31). – С. 10-17. (8 д.стор./ 0, 5 ум.-др. арк.). (*Index Copernicus, EBSCO, Ulrich's Periodicals Directory, BASE, ResearchBib, DOAJ, WorldCat, CrossRef, Directory Indexing of International Research Journals, DRJI, OAJI, Open Access Articles, WorldWideScience.org, JURN та ину.*).

6. Сердюк Н. Н. Прогнозирование состояния здоровья человека на производстве / Н. Н. Сердюк // Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник. Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – 2004. – № 128. – С. 48-52. (5 д.стор./ 0,3125 ум.-др. арк.).

7. Сердюк Н. Н. Архитектура информационно-аналитической системы управления безопасностью производства / Н. Н. Сердюк // Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник. Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – 2014. – № 167. – С. 17-22. (6 д.стор./ 0,375 ум.-др. арк.). (*Scientific Electronic Librar*).

8. Сердюк Н. Н. Оценка здоровья человека при совместном действии вредных производственных факторов / Н. Н. Сердюк // Вестник национального технического университета «ХПИ». Сборник научных трудов. Тематический выпуск: «Новые решения в современных технологиях». – Харьков : НТУ «ХПИ», 2010. – № 17. – С. 46-50. (4 д.стор./ 0,25 ум.-др. арк.).

9. Евланов М. В. Модели и метод определения состояния организма сотрудника предприятия / М. В. Евланов, Н. Н. Сердюк // Вестник национального технического университета «ХПИ». Сборник научных трудов. Серия: «Механико-технологические системы и комплексы», Харьков : НТУ «ХПИ», 2015. – № 21 (1130). – С. 163-170. (8 д.стор./ 0,5 ум.-др. арк.) (*Index Copernicus, Ulrich's Periodical Directory та инш.*)

10. Сердюк Н. Н. Информационные технологии в управлении условиями труда / Н. Н. Сердюк // Материалы Междунар. научн. конф. «Современные информационные системы. Проблемы и тенденции развития» (Украина, Харьков– Туапсе, 2-5 октября 2007 г.). – Харьков : ХНУРЭ, 2007. – С. 247-248. (0,0125 ум.-др. арк.).

11. Сердюк Н. Н. Системы поддержки принятия решений в управлении условиями труда промышленности / Н. Н. Сердюк // Матеріали Міжнар. наук.-метод. конф. «Безпека людини в сучасних умовах» (Україна, Харків, 3-4 грудня 2009 р.). – Харків : НТУ «ХПІ», 2009. – С. 42-43. (0,0125 ум.-др. арк.).

12. Сердюк Н. Н. Перспективы создания информационных систем в управлении условиями труда на предприятии / Н. Н. Сердюк // Материалы Междунар. научн.-техн. конф., посвященной 75-летию В. В. Свиридова «Информационные системы и технологии» (Украина, Морское – Харьков, 22-29 сентября 2012 г.). – Харьков : НТМТ, 2012. – С. 103. (0,0062 ум.-др. арк.).

13. Сердюк Н. Н. Анализ существующих информационных технологий в области охраны труда / Н. Н. Сердюк // Матеріали IV Міжнар. наук.-метод. конф. «Безпека людини в сучасних умовах» (Україна, Харків, 6-7 грудня 2012 р.). – Харків : НТУ «ХП», 2012. – С.7-8. (0,0125 ум.-др. арк.).

14. Сердюк Н. Н. Проблемы создания информационных систем и технологий управления условиями труда на предприятии / Н. Н. Сердюк // Материалы 2-й Международ. научн.-техн. конф. «Информационные системы и технологии» (Украина, Евпатория-Харьков, 16-22 сентября 2013 г.). – Харьков : НТМТ, 2013. – С. 63-64. (0,0125 ум.-др. арк.).

15. Сердюк Н. Н. Особенности разработки информационных систем управления условиями труда / Н. Н. Сердюк // Матеріали V Міжнар. наук.-метод. конф. «Безпека людини в сучасних умовах» (Україна, Харків, 5-6 грудня 2013 р.). – Харків : НТУ «ХП», 2013. – С.164-165. (0,0125 ум.-др. арк.).

16. Сердюк Н. Н. Необходимость создания системы мониторинга безопасности производства / Н. Н. Сердюк // Материалы 3-й Международ. научн.-техн. конф. «Информационные системы и технологии» (Украина, Харьков, 15-21 сентября 2014 г.). – Х. : «ФОП Андреев К.В.», 2014. – С.63-64. (0,0125 ум.-др. арк.).

17. Сердюк Н. Н. Особенности архитектурных решений информационной системы управления безопасностью труда / Н. Н. Сердюк // Матеріали IV Міжнар. наук.-техн. конф. «Інформаційні управляючі системи та технології» (Україна, Одеса, 22-24 вересня 2015 р.). – Одеса : «ВидавІнформ» ОНМА, 2015. – С. 272-273. (0,0125 ум.-др. арк.).

18. Сердюк Н. Н. Основные архитектурные решения информационной системы управления безопасностью труда / Н. Н. Сердюк // Материалы 4-й Международ. научн.-техн. конф. «Информационные системы и технологии» (Украина, Харьков, 21-27 сентября 2015 г.). – Х. : «ФОП Андреев К.В. 2015. – С.104-105. (0,0125 ум.-др. арк.).

19. Сердюк Н. Н. Задача определения состояния сотрудника в информационной системе управления безопасностью труда на предприятии /

Н. Н. Сердюк // Материалы 5-й Междунар. научн.-техн. конф. «Информационные системы и технологии» (Украина, Харьков, 12-17 сентября 2016 г.). – Х. : «Друкарня Мадрид», 2016. – С. 71-72. (0,0125 ум.-др. арк.).

20. Сердюк Н. Н. Модель негативного влияния производственных факторов на персонал предприятия / Н. Н. Сердюк // XIII Mezinárodní vědecko-praktická conference «Aplikované vědecké novinky» (Česká republika, Praha, 22-30 červenců 2017). – Praha : «Publishing House Education and Science», 2017. – Volume 3. – S. 13-18. (0,3125 ум.-др. арк.).

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	17
ВСТУП.....	18
1 АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО МОНІТОРИНГУ СТАНУ ВИРОБНИЧОГО ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМСТВА ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	25
1.1 Аналіз концепції автоматизованого управління персоналом як ресурсом підприємства.....	25
1.2 Аналіз опису станів виробничого персоналу як показника застосування персоналу	33
1.3 Аналіз реалізуємості задач моніторингу стану виробничого персоналу у типових системах управління персоналом.....	39
1.4 Висновки по розділу та постановка задач дисертаційного дослідження.....	50
2 РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ОПИСУ СТАНУ ВИРОБНИЧОГО ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМСТВА.....	56
2.1 Розробка концептуального опису інформаційної технології моніторингу стану виробничого персоналу підприємства.....	56
2.2 Розробка загальної моделі стану виробничого персоналу.....	59
2.3 Розробка моделей, які описують зміни стану виробничого персоналу, що враховує дію чинників на організм людини.....	63
2.4 Розробка математичної моделі негативного впливу виробничих чинників на персонал.....	69
2.5 Висновки по розділу.....	74
3 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ ПОТОЧНОГО СТАНУ ВИКОНАВЦЯ ВПРОДОВЖ ВИКОНАННЯ ПРОФЕСІЙНОЮ ДІЯЛЬНОСТІ ТА МЕТОДУ	

ОЦІНЮВАННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ПЕРСОНАЛУ..	76
3.1 Розробка математичної моделі оцінювання зміни параметрів поточного стану виконавця	76
3.2 Визначення залежності реакції організму людини-виконавця через вплив виробничих чинників.....	83
3.3 Розробка математичної моделі, яка враховує наслідки, що виникають у результаті дії гетерогенних виробничих чинників на персонал.....	87
3.4 Розробка методу оцінювання працездатності виробничого персоналу.....	92
3.5 Висновки по розділу.....	104
4 РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ВИРОБНИЧОГО ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМСТВА ТА АПРОБАЦІЯ ОДЕРЖАНИХ РІШЕНЬ.....	107
4.1 Розробка моделі архітектури інформаційної системи моніторингу стану виробничого персоналу підприємства.....	107
4.2 Опис основних архітектурних рішень інформаційної системи моніторингу стану виробничого персоналу.....	121
4.3 Опис результатів розробки основних елементів забезпечувальної частини інформаційної системи.....	128
4.4 Апробація отриманих результатів у процесі управління виробничим персоналом публічного акціонерного товариства «Харківміськгаз»....	133
4.5 Висновки по розділу.....	156
ВИСНОВКИ.....	158
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	161
ДОДАТОК А.....	175
ДОДАТОК Б.....	181
ДОДАТОК В.....	193
ДОДАТОК Г.....	197
ДОДАТОК Д.....	204

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АСУП – автоматизована система управління підприємством;

БД – база даних;

ВП – виробничий персонал;

ВЧ – виробничий чинник;

ЕМВ – електромагнітне випромінювання;

ІС – інформаційна система;

ІС МС ВП – інформаційна система моніторингу стану виробничого персоналу;

ІТ МС ВП – інформаційна технологія моніторингу стану виробничого персоналу;

ІЧ – інфрачервоний;

ОВ – оптичне випромінювання;

СД – сховище даних;

СУБД – система управління базою даних;

УФ – ультрафіолетовий;

ШВЧ – шкідливий виробничий чинник;

ERP – Enterprise Resource Planning;

ERP II – Enterprise Resource and Relationship Processing;

HMRS – Human Resource Management Systems;

IAB (негативний вплив) – негативний вплив виробничих чинників на персонал;

MRP – Material Requirement Planning\$

OLAP – online analytical processing;

UML – Universal Modeling Language.

ВСТУП

На цей час більшість інформаційних систем (ІС) управління підприємствами засновано за принципом модульності. Призначення та перелік функцій основних модулів таких систем тепер стандартизовані і відповідають особливостям процесів на підприємстві, вимогам нормативно-правової бази та принципам організації для збору, переробки, зберігання і відображення даних. Прикладом таких систем є ERP і ERP II-системи планування та управління ресурсами, що дозволяють управляти діяльністю підприємства: виробництвом, збутом продукції, фінансами та персоналом. Персонал є одним з важливіших та найскладніших об'єктів для управління підприємством, тому що, на відміну від матеріальних, технологічних та фінансових ресурсів, персонал має здатність приймати рішення і критично оцінювати вимоги до нього. Специфічний вид управлінської діяльності, об'єктом якої є персонал, отримав назву управління персоналом.

На сьогодні управління персоналом розглядається як пріоритетний напрямок, що спирається на використання особистих та групових якостей персоналу для досягнення мети підприємства. Виробничий персонал (ВП) – це виконавці, що впроваджують в життя рішення керівництва, реалізують плани підприємства, займаються створенням матеріальних цінностей або здійсненням виробничих послуг. Помилка щодо визначення стану та працездатності виробничого персоналу може привести до значних соціальних, іміджевих, економічних втрат. Не всі системи управління персоналом дозволяють вести облік та контролювати показники застосування виробничого персоналу, які характеризують якість професійного життя виконавців. А функціональні задачі таких систем, що існують, орієнтовані на ведення звітної та довідкової документації, щодо стану працівників підприємства. Жодна система не реалізує задачі моніторингу стану виробничого персоналу: обліку та контролю стану персоналу та також

оцінювання зміни цього стану під впливом чинників виробничого середовища під час професійної діяльності.

Проблемам розробки моделей та методів контролю, аналізу та прогнозування застосування виробничого персоналу, які характеризують якість професійного життя виконавців, присвячені наукові праці Р.М. Баєвського, Б.О. Мініна, Ю.Г. Григор'єва, Г.І. Тихонової тощо. Проблемам створення ІС та ІТ управління підприємствами та їх процесами щодо зменшення непродуктивних витрат, які виникають внаслідок непрацездатності кваліфікованого персоналу підприємства присвячена велика кількість досліджень, серед яких можна виділити роботи спеціалістів корпорацій SAP, Oracle, Microsoft, IFS. В Україні проблемі створення ІС та ІТ управління підприємствами та їх процесами присвячені праці таких учених як О.А. Павлов, В.М. Левикін, О.Є. Федорович, Н.В. Ткачук, С.Г. Антощук, М.Д. Годлевський та інші.

Актуальність теми. Сучасні підходи до управління персоналом підприємств та організацій передбачають автоматизацію вирішення сукупності функцій управління персоналом в межах відповідних інформаційних систем. Такі системи відносять до окремого типу ІС – ІС управління персоналом (HRMS). Призначення та перелік функцій HRMS стандартизовані і відповідають основним особливостям процесів управління персоналом на підприємстві, вимогам нормативно-правової бази та принципам побудови сучасних ІС управління підприємствами.

Однак в теперішній час підходи до управління персоналом зазнали серйозних змін. Так значну увагу у США та країнах Євросоюзу зараз приділяють вирішенню проблеми зменшення непродуктивних витрат, що виникають внаслідок непрацездатності кваліфікованого персоналу підприємства. Вирішення цієї проблеми вимагає створення нових моделей, методів та функціональних задач HRMS, які дозволили б автоматизувати вирішення задач визначення стану та працездатності виробничого персоналу.

Між тим, переважна більшість сучасних HRMS орієнтовані на ведення звітної та довідкової документації, щодо стану працівників підприємства.

Ці та ряд інших недоліків зумовили необхідність проведення наукових досліджень процесу моніторингу стану виробничого персоналу підприємства, що забезпечить можливість визначення стану людини-виконавця та оцінювання зміни цього стану. Тому розробка моделей, методу та інформаційної технології моніторингу стану виробничого персоналу підприємства є актуальною науково-прикладною задачею, оскільки можливість визначення стану виконавця та оцінювання зміни цього стану дозволить зменшити прямі та опосередковані витрати, які викликані непрацездатністю виконавців впродовж професійної діяльності.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження, представлені в даній роботі, проводилися автором на кафедрі інформаційних управляючих систем Харківського національного університету радіоелектроніки (ХНУРЕ) в рамках держбюджетної теми «Теорія, методи і моделі управління життєвим циклом інтелектуальних інформаційних середовищ регіональних соціо-економічних об'єктів» (№ ДР 0115U002430).

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є зменшення прямих та опосередкованих витрат, що викликані непрацездатністю виконавця впродовж професійної діяльності шляхом підвищення продуктивності виконання робіт з моніторингу стану виробничого персоналу підприємства.

Поставлена мета передбачає вирішення таких завдань:

– аналіз особливостей моделей, методів та інформаційних систем управління персоналом та основних підходів до автоматизації цього виду управління;

– розробка математичної моделі негативного впливу виробничих чинників на персонал;

– розробка математичної моделі оцінювання зміни параметрів поточного стану виконавця впродовж професійної діяльності;

- розробка математичної моделі стану виробничого персоналу;
- розробка методу оцінювання працездатності виробничого персоналу;
- розробка прикладної інформаційної технології моніторингу стану виробничого персоналу підприємства;
- практична апробація отриманих рішень в ході управління виробничим персоналом підприємства.

Об'єкт дослідження – процеси моніторингу стану виробничого персоналу підприємства.

Предмет дослідження – математичні моделі та методи оцінювання зміни стану виробничого персоналу та працездатності виконавців підприємства.

Методи дослідження. У процесі дисертаційного дослідження застосовувалися: методи системного аналізу – для визначення основних особливостей процесу моніторингу стану виробничого персоналу; теорія множин, математичний апарат інтегро-диференційного моделювання нелінійних процесів – для розробки математичних моделей негативного впливу виробничих чинників на персонал, визначення стану співробітника та вирішення функціональних задач оцінки зміни параметрів стану співробітника при виконанні професійної діяльності; методи вирішення задач класифікації – для розробки методу оцінювання працездатності виробничого персоналу; методи структурного та об'єктного візуального моделювання – для розробки елементів інформаційної системи моніторингу стану виробничого персоналу підприємства.

Наукова новизна отриманих результатів. Основні результати, які визначають наукову новизну дисертаційної роботи:

а) вперше:

- розроблено математичну модель стану виробничого персоналу, що враховує початковий стан виконавців, зміну поточного стану впродовж виконання професійної діяльності та наслідки, які виникають в результаті дії гетерогенних чинників на персонал, що дозволяє кількісно оцінити стан

виконавців та зміни цього стану і зменшити витрати через непрацездатність виробничого персоналу при плануванні переліку робіт підприємства та дозволяє засобами запропонованої інформаційної технології реалізувати функції моніторингу стану виробничого персоналу;

б) удосконалено:

– математичну модель негативного впливу виробничих чинників на персонал, яка, на відміну від існуючих, враховує вплив гетерогенних шкідливих виробничих чинників на виконавців і дозволяє організувати збір, обробку і відображення інформації про цей вплив на співробітників підприємства та реалізувати функцію обліку чинників виробничого середовища;

– математичну модель оцінювання змін параметрів поточного стану виконавця впродовж виконання професійної діяльності, яка, на відміну від існуючих, враховує результати негативного впливу виробничих чинників на персонал та характер спільної дії окремих виробничих чинників на організм виконавця, що дозволяє кількісно оцінити зміни психофізіологічних параметрів стану виконавця та реалізувати функцію аналізу зміни поточного стану виробничого персоналу;

в) набув подальшого розвитку:

– метод оцінювання працездатності виробничого персоналу, який, на відміну від існуючих, класифікує стан виконавців на основі аналізу психофізіологічних параметрів стану в умовах недостатньої кількості накопичених даних, що дозволяє запропонованій інформаційній технології реалізувати функцію оцінки стану виконавця відповідно до чинних правил визначення працездатності персоналу.

Практичне значення отриманих результатів дисертаційної роботи підтверджено поліпшенням виконання робіт та процесів з моніторингу стану виробничого персоналу підприємства впродовж професійної діяльності за рахунок зменшення витрат, які викликані непрацездатністю людини-виконавця.

Запропоновані моделі та метод дозволяють організувати збір та аналіз

даних про вплив чинників виробничого середовища на персонал підприємства, а також, на основі припущень щодо неможливості оцінювання змін параметрів стану виконавця за результатами прямих вимірювань, дозволяють визначити стан та оцінити зміни стану персоналу підприємства. Запропоновано інформаційну технологію (ІТ) МС ВП, елементи якої дозволили автоматизувати рішення основних завдань під час проектування функціонального модуля МС ВП комплексної системи управління ПАТ «Харківміськгаз».

Розроблені в дисертаційній роботі моделі, метод та інформаційна технологія МС ВП підприємства можуть бути використані для підвищення продуктивності виконання робіт з моніторингу стану виробничого персоналу підприємства. Запропонований комплексний підхід до оцінки ефективності використання моделей та методу і розроблені для їх підтримки елементи інформаційної технології МС ВП підприємства були успішно використані для вирішення завдань обліку та контролю стану персоналу та також оцінювання зміни цього стану під час професійної діяльності при виконанні розробки та модернізації інформаційних систем таких підприємств та організацій: ПАТ «Турбоатом» (акт впровадження № 30-55 від 03.04.2015 р.), ПАТ «Харківміськгаз» (акт впровадження від 10.08.2015 р.), ГНПП «Об'єднання Комунар» (акт впровадження від 15.10.2015 р.). Наукові результати дисертаційної роботи використовуються у навчальному процесі ХНУРЕ при викладенні дисциплін «Безпека життєдіяльності», «Безпека праці в індустрії ІТ» та «Організація керування умовами праці» (акт впровадження від 22.09.2017 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійно виконаною роботою. Наукові результати, що виносяться на захист, отримані здобувачем особисто і знайшли відображення в списку публікацій здобувача. З наукових праць, виконаних у співавторстві, в дисертації використано лише ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистої роботи здобувача. Особистий внесок автора полягає: в [2] запропонована підсистема

управління умовами праці на робочому місці та основні режими функціонування; в [4] розроблена схема ІС управління виробничим персоналом з метою забезпечення безпеки професійної діяльності на підприємстві; в [9] запропоновані моделі та метод, що дозволяє описати архітектурні особливості визначення функції опису стану співробітника підприємства в конкретний момент часу.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися та отримали схвалення на таких конференціях: Другій Міжнародній науковій конференції «Сучасні інформаційні системи. Проблеми і тенденції розвитку» (Харків-Туапсе, 2007); Міжнародній науково-методичній конференції «Безпека людини в сучасних умовах» (Харків, 2009, 2012, 2013); Міжнародній науково-технічній конференції «Інформаційні системи та технології», (Харків, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016); IV Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні управляючі системи і технології, ІУСТ - 2015» (Одеса, 2015); XIII Mezinárodní vědecko-praktická konference «Aplikované vědecké novinky – 2017» (Praha, 2017).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 20 наукових праць загальним обсягом 4,313 ум.-др.аркушів, з них особисто автору належить 3,563 ум.-др.аркушів. Структура наукових праць є такою: 9 статей у фахових виданнях України з технічних наук (з них 6 статей без співавторів, 5 статей опубліковані у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз), 11 доповідей і тез у працях наукових конференцій.

Структура дисертації. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Роботу викладено на 207 сторінках машинописного тексту (8,56 авт. арк.) Дисертаційна робота містить 13 рисунків на 8 сторінках, з них 1 рисунок займає 1 повну сторінку; 12 таблиць, що займають 8 сторінок, з них 4 таблиці займають 4 повні сторінки; список використаних джерел зі 119 найменувань на 15 сторінках; 5 додатків на 32 сторінках. Обсяг основного тексту дисертації становить 144 сторінки (5,94 авт. арк.).

1 АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО МОНІТОРИНГУ СТАНУ ВИРОБНИЧОГО ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМСТВА ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Аналіз концепції автоматизованого управління персоналом як ресурсом підприємства

На цей час існують різні організаційні структури систем управління підприємством: щільно прив'язані до функціонального управління та структури, що здійснюється відповідно до принципів процесного управління, для яких представлена діяльність компанії як набір інтегрованих процесів, а не як окремі функції [1]. Ідея процесно-орієнтованого управління дозволила зв'язати до купи всі процеси підприємства, які супроводять процеси збору, обробки, передачі, збереження та використання великої кількості даних [2]. Ці процеси були реалізовані за допомогою інформаційних технологій (ІТ) в вигляді модульно-орієнтованих концепцій ERP и ERP II, які втілені в інформаційних системах планування та управління ресурсами підприємства: матеріальними, нематеріальними, фінансовими та людськими. Побудовані за модульним принципом, інформаційні системи (ІС) управління відкриті для добавлення різних спеціальних рішень або функцій, які можуть бути реалізовані як окремі спеціалізовані програмні продукти. Розбивка по модулям та їх групування різна, але у більшості основних постачальників, таких як Microsoft, Oracle, SAP, IFS, АВА виділяють наступні основні групи модулів: управління фінансами, управління персоналом та управління операціями. Окремі функції групи управління операціями часто виносять в спеціалізовані програмні продукти, наприклад, програмні модулі для управління відносинами з постачальниками та заказниками, для технічного обслуговування та ремонту, для управління виробництвом та інш. Структура організації ІС управління, що побудовані за модульним принципом показана на рис.1.1.

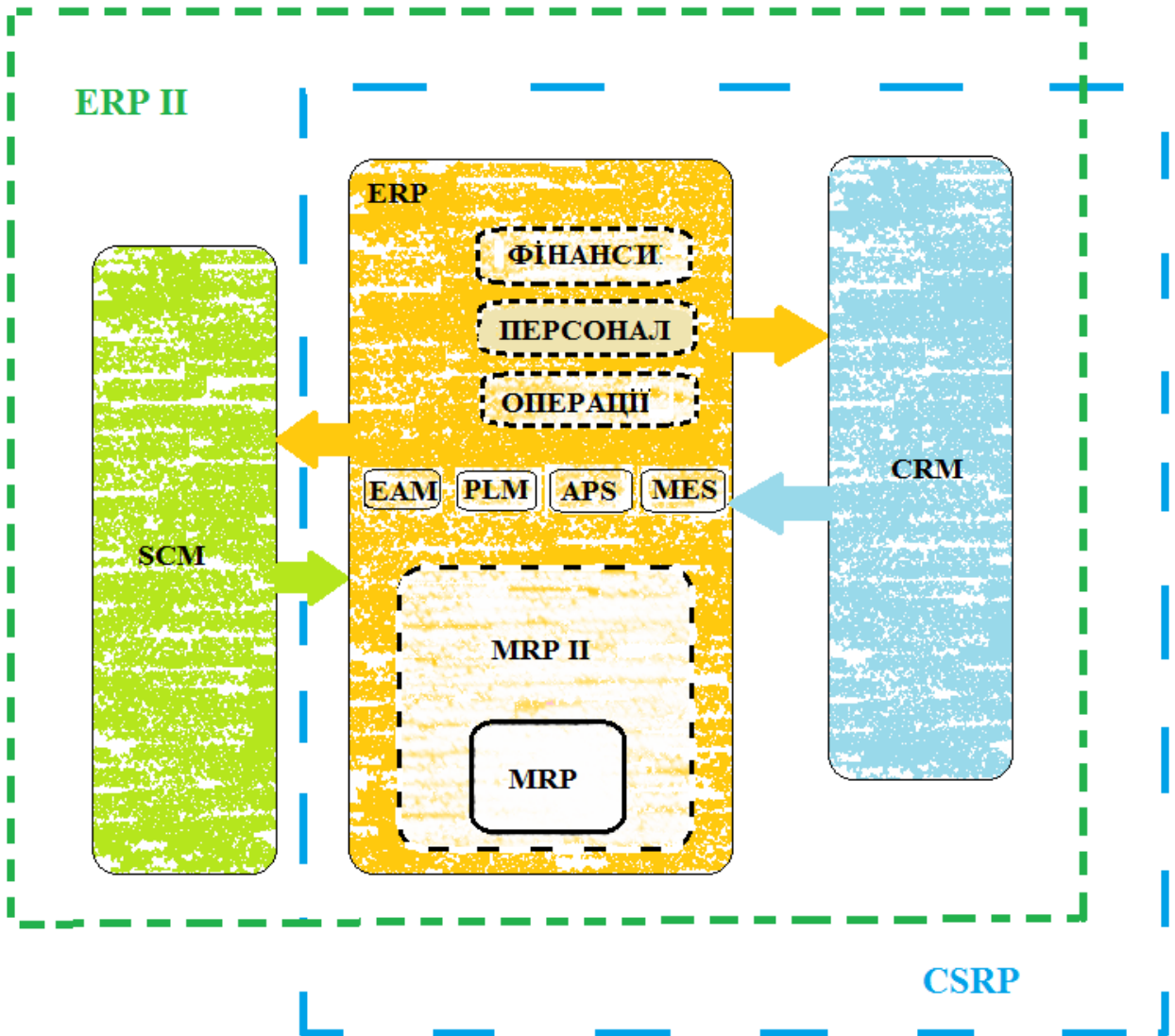


Рисунок 1.1 - Структура організації інформаційних систем управління, що побудовані за модульним принципом

На цей час більшість ІС, що побудовані за концепцією ERP/ERP II, містять в собі функціональні модулі (ФМ), які визначаються з всієї сукупності автоматизованих функцій за ознакою загальності ресурсів, якими управляють, та загальності операцій, які здійснюють за управлінням даними ресурсами в процесі. Прийнято виділяти наступні ФМ ІС, що засновані на концепціях ERP/ERP II [3, 4]:

а) Customer Relationship Management Systems (CRM) – системи управління взаємодією з клієнтом, яких використовують для підвищення рівня продаж, оптимізації маркетингу та поліпшення обслуговування;

б) Enterprise Asset Management Systems (EAM) – системи управління основними фондами підприємства, яких використовують для зменшення затрат на техобслуговування, ремонт и матеріально-технічне оснащення без зниження рівня надійності;

в) Enterprise Content Management Systems (ECM) – системи управління інформаційними ресурсами об'єкту, яких використовують для підтримки єдиного життєвого циклу неструктурованої інформації (контента) різних типів и форматів;

г) Human Resource Management Systems (HRM) – системи управління персоналом, яких використовують для забезпечення організації персоналом, здібного виконувати професійні функції, та оптимального використання цього персоналу;

д) Manufacturing Execution Systems (MES) – виробничі виконавчі системи, які вирішують задачі синхрування, координування, аналізу та оптимізації випуску продукції в рамках будь-якого виробництва підприємства;

е) Supply Chain Management Systems (SCM) – системи управління ланками поставок (управління запасами);

ж) Warehouse Management Systems (WMS) – системи управління складами.

Даний перелік можна продовжувати в залежності від особливостей об'єкту, його процесів и тих концепцій и моделей, які використовуються для інформатизації управління цими процесами [5]. Для оптимізації продаж необхідністю є більш повний облік потреб конкретних груп споживачів вже при проектуванні та виробництві нових видів продукції. Для рішення цієї задачі виробники повинні інтегрувати покупця в процес планування діяльності організації. Це вимагало розробки принципіально нової моделі управління діяльністю підприємства: планування ресурсів, що

синхронізоване з покупцем – CSRP (Customer Synchronized Resource Planning).

В сучасному бізнес-середовищі різко виросла потреба підприємств у призначенні та збереженні талановитих та висококваліфікованих виконавців для реалізації мети підприємства. І тому сегмент додатків управління персоналом є зараз таким, що швидко розвивається на світовому ринку бізнес-додатків.

Специфічний вид управлінської діяльності, об'єктом якої є персонал, отримав назву управління персоналом. Персонал є одним з найбільш складних об'єктів управління на підприємстві, оскільки на відміну від матеріальних, технологічних та фінансових ресурсів, персонал має можливість приймати рішення та критично оцінювати вимоги, що пред'являють до нього [6]. Персонал також має суб'єктивні інтереси та дуже чутливий до управлінського впливу, реакція на який не визначена. Управління персоналом розглядається як пріоритетний напрямок, що спирається на використання особистих та групових якостей персоналу для досягнення мети підприємства.

Існуючі HRM-системи включають до себе взаємозв'язані та взаємозалежні підсистеми створення, використання та розвитку персоналу підприємства. Основна мета даних систем – притягти та утримати цінних для підприємства спеціалістів [7].

HRM-системи поділяють на «розрахункові», «облікові» та системи управління персоналом за рівнем автоматизації управління персоналом, які відповідають етапам розвитку прикладних програмних рішень для кадрових служб. Прийнято виділяти три рівня автоматизації управління персоналом підприємства:

- а) автоматизація розрахунку зарплати;
- б) автоматизація кадрового обліку;
- в) автоматизація управління людськими ресурсами.

Вказані операції гарно подаються автоматизації, так як, по-перше, є обчислювальними, а, по-друге, чітко регламентовані, що дозволяє легко їх алгоритмізувати.

Управління людським капіталом до недавнього часу носило соціальний напрямок та обмежувалось підвищенням кваліфікації співробітників, плануванням службового зросту співробітників та формуванням кадрового резерву. В силу відсутності як такої конкуренції між підприємствами у вітчизняній економічній системі до недавнього часу цим функціям не надавалося такого значення, як у західних країнах, де їх розвиток обумовлювався економічною необхідністю. Вказана різниця в акцентах вплинула також на HRM-системи: вітчизняні системи зупинилися на другому рівні, закордонні ж розвинуті до третього.

Автоматизація функцій HRM-систем є найбільш складною з технологічної точки зору, так як у даному випадку автоматизована система повинна працювати з параметрами, що складно формалізуються або зовсім не формалізуються, частина з яких взагалі має пряме відношення до психології. Тут одну з головних ролей має політика управління персоналом. HRM-системи як раз і є інструментом реалізації той чи іншої політики підприємства.

Згідно матеріалам Forrester Research [7], сучасні інтегровані HRM-системи містять шість основних функціональних блоків, нерівномірно розподілених за трьома технологічними рівнями. Цю структуру можна подати в вигляді, що показано на рис 1.2.

На даний час «операційний» и «користувальний» рівні добре опрацьовані практично у всіх наданих на світовому ринку рішеннях. Основний ж технологічний розвиток передбачений на «стратегічному» рівні, який на даний час є об'єктом інтересів як постачальників комплексних рішень HRM, так и розробниками спеціалізованих рішень.

HMRS								
КОРИСТУВАЛЬНИЙ РІВЕНЬ								
Модуль	ЗАСОБИ ВЗАЄМОДІЇ КОРИСТУВАЧА З ДАНИМИ ПРО ПЕРСОНАЛ							
Задачі	Процеси користувача	Процеси менеджера	Процеси найманого співробітника	Контент та комунікації	Звіт та аналіз			
РІВЕНЬ РОЗВИТКУ ПЕРСОНАЛУ								
Модуль	УПРАВЛІННЯ ЕФЕКТИВНІСТЮ ТА ТАЛАНТАМИ							
Задачі	Управління ефективністю співробітників	Планування успіху	Управління компетенціями	Управління навчанням	Управління кар'єрою			
Модуль	УПРАВЛІННЯ КОМПЕСАЦІЯМИ (ВИПЛАТАМИ)			УПРАВЛІННЯ РЕКРУТИНГОВИМ ПРОЦЕСОМ				
Задачі	Структурування заробітної плати	Формування не грошових компенсацій	Виплати бонусів	Планування найму	Виставлення вакансій	Обробка даних претендентів	Адаптація нових співробітників	
РІВЕНЬ БАЗОВИХ ОПЕРАЦІЙ								
Модуль	УПРАВЛІННЯ РОБОЧИМ ЧАСОМ			БАЗОВІ ТРАНЗАКЦІЇ				
Задачі	Контроль робочого часу	Аналіз витрат робочого часу	Розрахунок понаднормових	Запис та збереження даних про співробітників	Управління прибутком	Розрахунки	Управління позиціями	Дотримання законів

Рисунок 1.2 – Структура сучасних інтегрованих HRM-систем

До недавнього часу управління персоналом, як складова частина управління підприємства, було реалізовано тільки за допомогою технократичного підходу. При цьому підході управлінські рішення підпорядковувалися, перш за все, інтересам виробництва (максимізація випуску продукції, виконання плану та т.п.): чисельність та склад працівників визначався з чисельності техніки, технологічного та операційного розділення труда, заданого ритму виробництва, виробничої кооперації праці и т.д. Таким чином, управління персоналом як би поглиналося процесом управління виробництва та зводилося до підбору кадрів відповідно до професійно-кваліфікаційним характеристикам та їх розкладу згідно до задач організації виробництва та праці. Управління персоналом зводилося до традиційного планування виробничої діяльності, кадрові процеси реалізовувалися як стандартний набір дій, не зв'язаних як

між собою, так і з бізнес-процесами (розрив між реальним та тим, що декларують).

Другий підхід – гуманістичний – припускає створення таких умов праці та такий їх зміст, які дозволили б знизити ступінь відчуження працівника від його професійної діяльності та від інших працівників. Тому, згідно даної концепції, функціонування виробництва, а головне – його результативність (ефективність) по-великому залежать вже не тільки від відповідності чисельності та професійно-кваліфікаційного складу робочої сили, вимогам техніки та технології, але й від рівня мотивації працівників, ступеня обліку їх інтересів и т.п. Це потребує більшої уваги до обліку інтересів працівника як особистості: підвищення змістовності праці, поліпшення умов праці, забезпечення безпеки праці, реалізації особистих намагань людини и т.д. Управління персоналом розглядається як пріоритетний напрямок, що спирається на використання особистих та групових якостей персоналу для досягнення цілей підприємства [8,9].

Принципово нові підходи до управління персоналом значною мірою пов'язані з концепцією якості трудового життя. Поточний етап характеризується розвитком нового напрямку, концепції управління на основі балансу технократичного і гуманістичного підходів, тобто методології системної організації людськими ресурсами. Останнім часом людськими ресурсами вважається сукупність різних якостей людей, визначення можливості працевлаштування, а також інтегрований показник людського фактору розвитку компанії. Концепція «людські ресурси» відноситься до поняття «кадри», під яким розуміли весь персонал, що працює у певній компанії або організації, постійних та тимчасових професіоналів, а також технічно обслуговуючих їх робітників і співробітників, окремих категорій працівників, що об'єднані професійними або іншими характеристиками [9]. Персонал є одним з найбільше складних об'єктів управління підприємства, оскільки, на відміну від матеріальних, технологічних та фінансових ресурсів, персонал має здатність приймати рішення та критично оцінювати вимоги.

Персонал також має суб'єктивні інтереси и надзвичайно чутливий до управлінських дій, реакція на які не визначається.

Тому, концепція управління персоналом декілька років по тому стала логічно переростати у концепцію управління людськими ресурсами як складовою частиною ресурсів підприємства, наряду з фінансовими, матеріальними та технологічними. Мета HRM – забезпечення використання працівників підприємства (тобто його людські ресурси) таким чином, щоб роботодавець міг получить максимально можливу вигоду від їх умінь та здібностей, а працівники – максимально можливе матеріальне та психологічне задоволення від своєї праці. Орієнтація на управління людськими ресурсами змінює задачі управління, функції та структуру відповідних служб підприємства. Задача розвитку персоналу, необхідність оцінки спрямованості інвестицій підприємства у власну робочу силу потребують іншого підходу до прийняття управлінських рішень.

Весь персонал підприємства поділяється на виробничий та и управлінський. Управлінський персонал – персонал, професійна діяльність якого направлена на виконання певних управлінських функцій для досягнення цілей підприємства. Виробничий персонал (ВП) – це виконавці, що впроваджують в життя рішення керівництва, що реалізують плани підприємства, зайняті створенням матеріальних цінностей або здійсненням виробничих послуг. Персонал підприємства – це один з самих важливих ресурсів підприємства, так як тільки людина є основою виробництва: людина управляє машинами та устаткуванням, керує виробництвом та планує його.

Результати аналізу концепції автоматизації управління персоналом, як одним з ресурсів підприємства, та існуючі підходи до управління персоналом, показують, що гуманістичний підхід до управління персоналом, що потребує більшої уваги до обліку інтересів працівника як особистості: підвищення змістовності праці, поліпшення умов праці, забезпечення безпеки праці, реалізації особистих намагань людини и т.д., не знаходить повного втілення в системах, заснованих на концепціях ERP/ERP II. У

зв'язку з цим, виникає необхідність рішення проблеми удосконалення HRM-систем, звернених на автоматизацію управління ВП підприємства у відповідності з гуманістичним підходом до управління, який може бути реалізований не тільки за рахунок підвищення ефективності використання висококваліфікованих та досвідчених спеціалістів в процесах підприємства взагалі, але й за рахунок забезпечення інтересів цих спеціалістів, що дозволить скоротити прямі та опосередковані витрати, які викликані непрацездатністю людини-виконавця впродовж виконання професійною діяльністю.

1.2 Аналіз опису станів виробничого персоналу як показника застосування персоналу

На заміну поширеної практики роботи з персоналом, що орієнтована на споживання робочої сили в умовах стабільного заробітку, а також жорстких організаційних структур, прийшли нові моделі управління. Такі моделі орієнтовані на процесне управління, що представляє підприємства, як цілісний процес, а не як виконання окремих функцій. Як було зазначено вище, орієнтація на управління людськими ресурсами змінює задачі управління, функції і структури відповідних служб на підприємстві. Таким чином, виникає необхідність змінити задачі управління, функцій і структури служби, яка несе відповідальність за якість професійного життя, тобто професійної безпеки та здоров'я персоналу.

На вітчизняних підприємствах для забезпечення якості професійної діяльності персоналу, до недавнього часу, використовується концепція безпеки умов праці для працівників. Були створені системи управління охороною праці, об'єктами для яких були тільки умови праці, конкретні технологічні процеси і специфічне обладнання на підприємстві [9]. Методика

забезпечення професійної безпеки (ПБ) була реалізована у вигляді атестації умов робочого місця, що відбувалася 1 раз в 5 років і професійного медичного обстеження, яке проводилося не менше, ніж 1 раз у 2-х роки. Таким чином, ця методика орієнтована на ведення обліку та довідкової документації за умовами праці, тобто обробки статистичної інформації щодо відповідності виробничих факторів середовища нормативним значенням, технічних аварій, професійних захворювань, та інш. [10-12].

Інший підхід був реалізований в іноземних компаніях з 1994 року з прийняттям глобальної стратегії щодо професійного здоров'я [10] і Міжнародного стандарту OHSAS 18001:2007 Occupational Health and Safety Management Systems [11] та його україномовного ДСТУ OHSAS 18001:2010 «Система управління гігієною та безпекою праці» [12], який встановлює вимоги щодо управління професійною безпекою і здоров'ям, де відправною точкою є працівник з його фізичними, фізіологічними та психічними особливостями. Основні завдання цих систем реалізовані у вигляді профілактичної роботи для забезпечення професійної безпеки і здоров'я персоналу, а також запровадження системного підходу до цього. Такий підхід до професійної безпеки і здоров'я збігається з гуманістичним підходом, що використовується для управління людськими ресурсами.

Однак реалізації цієї політики є надзвичайно важкою через обмеження можливостей існуючих підходів, моделей та методів управління людськими ресурсами на вітчизняних підприємствах.

В даний час у всіх галузях спостерігається тенденція до інтенсифікації праці, підвищення інформаційного і психологічного навантаження на людину-виконавця під час виконання професійної діяльності, що викликає необхідність визначити стану людини з метою збереження здоров'я працівників і забезпечення високої продуктивності [13-15].

В літературі, при визначенні стану людини використовуються різні позначення: психічні стани, емоційні стани, функціональний стан організму, фізіологічний стан, а також ряд інших [16-20]. Кратність теоретичних

підходів та двозначність термінології робить важко орієнтованою можливість вибору методів для діагностики негативних станів у людини та прогнозування змінювання цього стану. Лімітуємо розгляд проблеми людського стану в умовах неспання –в процесі професійної діяльності. Стан характеризується різні рівні особи: психофізіологічні, фізіологічні, психологічні. Перелік можливих станів є чисельним, але завжди стан є реакцією організму до зовнішніх впливів.

Концепція «функціонального стану» спочатку з'явилася в фізіології і використовувалася щоб характеризувати діяльність окремих органів або фізіологічних систем організму в цілому. Концепція функціональних станів (ФС) застосовується не тільки у фізіології та медицини, а й в ергономіці, інженерній психології та психології праці. Під ФС людини-виконавця мається на увазі «інтегральний комплекс особових характеристик тих функцій і якостей людини, які непрямим або прямим методом визначають продуктивність діяльності» [20].

З точки зору проблематики працюючої людини цікавий є підхід, який вважає стани, які розвиваються у людини під час діяльності і впливають на його фізіологічні і психічні структури. Такі стани називають психофізіологічними (що відокремлює їх від основних фізіологічних станів збудження і гальмування) [17]. ПФС — системна реакція за участю організму і особистості, і ми не можемо виключити досвід з його характеристики. Якщо фізіологічний бік відбивається в зміні ряду функцій, в першу чергу вегетативних та рухомих, то психічний бік стану відбивається у вигляді емоцій і почуттів [17, 18]. Переживання та почуття стають первинним ланцюгом формування реакції організму до будь-якого впливу. Оскільки в ПФС поєднує рівневі та модальнісні характеристики, то розуміння функціональних і психофізіологічних станів дуже близькі.

Існує також припущення, що набір ФС всіх людей на теж самий, тому що генетично заданий. У той же час мають місце окремі відмінності в динаміці однаково представлених станів, а також закономірності переходу

одного стану до іншого. Отже виникає припущення, що для того, щоб визначити стан людини, важлива тільки її притаманна реакція на зміни зовнішнього середовища в ході професійної діяльності, а також наявність і рівень зовнішніх умов здійснення професійної діяльності. У психології праці і ергономії широко використовується поняття «практичний стан» (від лат. Praxis - праця), стан, що виникає в процесі праці і зумовлений її специфічними особливостями. Таким чином, звідси і далі, станом будемо називати практичний стан, тобто ПФС, що виникає в процесі праці і зумовлений її специфічними особливостями [20].

При визначенні стану, що періодично виникає в ході професійної діяльності дуже виразно виділяють деякі загальні класи станів [21, 22]. В якості специфічних властивостей, які виникають в процесі праці розглядаються умови зовнішнього середовища, викликані виробництвом. В ході професійної діяльності на кожну людину діють чинники виробничого середовища [21-24]. Всі чинники класифікуються як небезпечні і шкідливі відповідно до діючого ГОСТу 12.0.003-74. Розглядаємо шкідливі виробничі чинники (ШВЧ), які діють як ізольовано, так і у комплексі, і викликають професійні захворювання і як наслідок втрату працездатності. Зрозуміло, що в результаті впливу змінюється стан людини-виконавця та показники цього стану. Однак, існуючі методики захисту професійної діяльності орієнтовані тільки на облік і контроль діючих чинників виробничого середовища [22, 23]. Облік стану працівників та виробничого персоналу, контроль та оцінка змінювання цього стану при виконанні професійної діяльності згідно існуючої методики не передбачено.

Слід зазначити, що основним джерелом даних, що характеризують стан персоналу підприємства згідно існуючої методики визначення здоров'я персоналу є медична експертиза. Відповідно до наказу Міністерства охорони здоров'я України від 21.05.2007 № 246, медичне обстеження співробітників є обов'язковою умовою, що дає роботодавцям право дозволити прийомним особам взяти на себе обов'язки виконавця та

виконувати свою роботу. На основі критеріїв ФС (по відношенню до виконання робочих обов'язків) діляться на два основних класи - припустимі й неприпустимі, тобто, «придатний» або «не придатний» для виконання професійних обов'язків. Визначення людського стану дає можливість дозволити чи не дозволити виконання професійної діяльності, але не дозволяє брати до уваги та контролювати стан під час виконання цієї діяльності.

Однак, при виконанні професійної діяльності можливі зміни стану, і ці зміни можуть проходити під час регламентованих перерв, а також перерв, що на початок наступного робочого часу і не впливати на стан здоров'я працівників в найближчому і довгостроковому сенсі. Але там можуть бути функціональні зміни, що будуть проходити через більш тривале переривання контакту з шкідливими чинниками, які збільшують ризик пошкодження здоров'я, що призводить до збільшення в більшості випадків професійно зумовлених захворювань, ранніх ознак або м'яких форм професійних захворювань. Також можливі зміни стану, які призводять до розвитку професійних захворювань, помірних та тяжких, зростанню хронічних захворювань, включаючи високий рівень захворюваності до тимчасової втрати працездатності, [22, 24-29].

Можемо сказати, що наслідки зміни стану людини-виконавця в занепад його здоров'я, завжди пов'язані з несприятливими прогнози щодо продовження професійної діяльності. Погіршення здоров'я людини-виконавця може призвести до зниження ефективності, тимчасової втрати працездатності, травми і професійних захворювань. При професійному захворюванні і травмі, що викликають зниження продуктивності або роблять неможливим продовження роботи в тієї ж професії, потребує переходу на роботу легше, або роботу, що вимагає зазвичай меншої кваліфікації. Таким чином, втрати, економічні та соціальні, що підприємство бере на себе у зв'язку з виникненням та розвитком професійних захворювань і аварій на робочому місці, дуже великі.

На підставі вище сказаного стан співробітника можна розглядати як головний показник використання персоналу, який характеризує час безвідмовної роботи і продуктивність. Виникає необхідність обліку і контролю цього показника, а також аналізу і подальшого регулювання його з метою зниження втрат і підвищення ефективності підприємства в цілому.

Слід зазначити, що, на сьогоднішній день, щоб визначити стан людини-виконавця використовується описовий характер і цей характер визначається завданням дослідження і методів, доступних для дослідника чи організації, для якої проводиться дослідження. Як видно з аналізу, з математичної точки зору будь-який формальний опис може бути представлений за допомогою теоретико-множинного апарату у вигляді багатьох функціональних або психофізіологічних характеристик станів. Таким чином, в даний час немає ні одного математичного опису стану виробничого персоналу, який би дозволив реалізувати функції та функціональні вимоги для обліку та контролю стану людини-виконавця як структурного елементу виробничого персоналу.

Виконання поставлених задач на практиці потребує вдосконалення методів обліку, контролю, регулювання та прогнозування основних показників стану людини-виконавця, як ключового елементу в ході виробничої діяльності підприємства. Поєднання цих цільових дій, в тому числі обліку, контролю та прогнозування стану людини-виконавця мають вирішальне значення для процесу моніторингу стану ВП компанії [30-33].

Функція обліку містить в собі використання готових форм і методів ведення звітності для стану виробничого персоналу. Загалом, облік можна визначити як одержання, запис, зберігання та надання інформації про реальний стан співробітників підприємства.

Функція контролю включає в себе використання результатів роботи функції обліку і містить в собі виявлення відхилень від цільової показника стану ВП і аналіз причин визначених відхилень.

Розглянуті функції обліку та контролю є основними для системи

моніторингу стану (МС) ВП підприємства, що використовується для визначення стану, оцінки зміни цього стану і для підтримки прийняття рішень щодо режимів професійної діяльності працівників [33-34]. Основна мета системи МС ВП є не планування і регулювання основних показників стану та не ліквідації наслідків інцидентів з персоналом під час діяльності підприємства, а профілактична робота, спрямована на запобігання цих інцидентів. Використання запропонованого підходу до моніторингу стану ВП стає практично неможливо без використання ІС і технології.

1.3 Аналіз реалізуємості задач моніторингу стану виробничого персоналу у типових системах управління персоналом

Як було зазначено в підрозд. 1.1, нові підходи до управління персоналом, пов'язані з концепцією якості трудового життя, яка характеризує розвиток нового напрямку заснованого на системній організації управління персоналом і увазі до інтересам виконавців як фізичних осіб: збагачення праці, поліпшення робочих умов, охорони праці, реалізація особистих прагнень. На нинішньому етапі відбувся переогляд базових схем блоків HRM-систем. Раніше розділяли три основних рівня в HRMS – для користувача, операційний та стратегічний. Однак, з 2012 року елементи HRM-систем згруповані по іншому принципу, утворюючи рівень користувача, рівень розвитку персоналу, а також рівень базових операції, що надаються модулями, складеними з певних функціональних завдань (див. рис. 1.1).

В даний час на ринку спостерігаються різні пропозиції з розробки та поставці автоматизованих систем управління персоналом (як вітчизняних, так і закордонних) [34, 35]. Переваги вітчизняних пакетів можуть бути віднесені до їх адаптації щодо української системи бухгалтерського обліку та

канцелярської роботи, а також нижча ціна в порівнянні з найбільш відомими пакетами іноземних фірм. Перевага іноземних пакетів полягає в більш повній функціональності. Прикладами продуктів, що використовуються для автоматизації управління персоналом, які побудовані на різних схемах базових блоків HRM-систем можна вважати: SAP Human Resources Management System (SAP HR), Oracle Human Resources Analyzer (Oracle HR Analyzer), «Персонал-2000», «1С: Зарплата и управління персоналом 8» и «PersonPro 2.0 Базовая» [34-39].

SAP HR - система управління персоналом, що розроблена корпорацією SAP містить основні модулі:

- PA (адміністрування персоналу та розрахунок зарплати), що складається з функціональних задач: облік основних даних; управління даними кандидатів; управління основними даними; розрахунок заробітної плати та окладів; витрати щодо відряджень;

- PD (планування та професійні зріст персоналу) складається з функціональних задач: організація та планування; опис робочого часу та штатний розклад; попередній відбір кандидатів; кваліфікації та кваліфікаційні вимоги; управління підвищенням кваліфікації; планування кар'єри та заміщення посад; планування витрат на утримання персоналу; планування використання персоналу; планування робочого часу.

Система управління персоналом SAP HR призначена для використання на середніх та великих підприємствах. Модульна структура системи дозволяє впровадити її за етапами. В SAP HR реалізовані єдині системи звітів и дружній графічний інтерфейс користувача. Крім цього, в SAP HR можливий зв'язок с загальними організаційно-економічними функціями.

Перевагою системи SAP HR є можливість її інтеграції с різними додатками для настільних ПК (MS Word, MS Excel и др.). Окрім цього, в SAP HR реалізовані такі сучасні технології, як:

- Інтернет/інтранет с функціями самообслуговування співробітників. В SAP HR існує можливість розміщення вакансій в Інтернет (як для всього світу, так і тільки для зазначених регіонів).

- Управління потоками бізнес-операцій, що підтримують мета спрямовану передачу за етапами інформації в інтегрованому середовищі без багатократного вводу даних, аналіз и відстеження статусу обробки інформації, наявне та відповідне робочому місцю подання відкритих дій, що та потребують виконання.

- Архівування даних по персоналу на оптичних носіях.

- Зв'язок с платіжними системами розрахунку по кредитним карткам (наприклад, в рамках управління даними по відрядженню) та інш.

Корпорація Oracle для управління персоналом середніх та великих підприємств пропонує систему Oracle Human Resources Analyzer. За її допомогою можна автоматизувати табельний облік на підприємстві, процедуру найму персоналу підприємства, облік професійно-важливих властивостей та ділових якостей співробітників підприємства, облік потреб сучасного навчання персоналу, планування розвитку кар'єри співробітників підприємства, розробку компенсаційної політики для персоналу підприємства. Система Oracle HR Analyzer може впроваджуватися за модулями. До її складу входять наступні основні модулі:

- Кадри. В даному модулі реалізовані наступні функціональні задачі: персональний облік; планування організації; планування виплат и компенсацій; аналіз и ведення звітності.

- Зарплата.

- Табельний облік.

В системі Oracle HR Analyzer можливо використовувати як типові, так и нестандартні форми звітності. Нестандартні форми звітності можна створювати за допомогою засобів розробки додатків в середовищі Oracle – Oracle Discoverer. Окрім цього, система Oracle HR Analyzer має засоби

оперативного аналізу даних та підтримки прийняття рішень на базі технології OLAP (On-line Analytical Processing).

Компанія «Центр информационных технологий Телеком-Сервис» пропонує програмний комплекс управління персоналом «Персонал-2000», призначений для використання на середніх та великих підприємствах та організаціях [37]. Комплекс розроблений для використання в рамках єдиної корпоративної інформаційної системи, що побудована в архітектурі «клієнт-сервер» на базі технологій UNIX, Oracle и Microsoft. Основні функціональні можливості комплексу:

- збереження штатних розкладів та посадових інструкцій організації;
- ведення обліку вакансій в організації;
- облік та збереження особових справ співробітників організації и кандидатів на вакансії;
- збереження резюме кандидатів на вакансії;
- облік та збереження результатів оцінки кандидатів;
- формування звітів по персоналу, в тому числі звітів по запитанню користувача;
- збереження повністю структури оплати труда, що настроюється, в організації для підтримки прийняття рішень щодо стимулювання співробітників.

Клієнтське ПЗ комплексу розроблено для ОС MS Windows 95 и MS Windows NT Workstation. Серверна частина реалізована під управлінням СУБД Oracle.

В «1С: Зарплата и управління персоналом 8» підтримуються всі основні процеси управління персоналом, а також процеси кадрового обліку, розрахунку зарплати, начислення податків, формування звітів та довідок до державних органів та соціальних фондів, планування витрат на оплату труда [36]. Враховані законодавчі вимоги, реальна практика роботи підприємств та перспективні світові тенденції розвитку підходів до управління персоналом. Враховуючи різницю в потребах компаній різного рівня, фірма «1С»

пропонує три програмних продукти з різними функціональними наповненнями і складністю:

«1С: Зарплата и управління персоналом 8 ПРОФ» дозволяє вести кадровий облік та розрахунок заробітної плати в різних компаніях, від невеликих до великих, в тому числі, які мають відокремлені підрозділи.

«1С: Зарплата и управління персоналом 8 КОРП» – комплексне рішення для автоматизації всіх задач управління персоналом на середніх та великих підприємствах, для яких ефективно управління людськими ресурсами є необхідною умовою успішної роботи на ринку. Продукт дозволяє вирішувати задачі реалізації кадрової політики підприємства та всебічної оцінки персоналу на сучасному рівні, правильно та швидко обробляти інформацію о стані персоналу підприємства та давати на її основі якісні та змістовні висновки щодо здібностей співробітників, планувати навчання, розвиток та кар'єру, приймати обґрунтовані управлінські рішення.

«1С: Зарплата и управление персоналом 8. Базовая версия» – продукт для невеликої організації, що дозволяє на одному робочому місці в повному об'ємі автоматизувати ведення кадрового обліку, розрахунку заробітної плати та начислення необхідних податків та внесків.

Українська компанія АМІ пропонує коробочну версію системи управління персоналом «PersonPro 2.0 Базовая», що є Windows-системою, що застосовується для автоматизації роботи кадрових служб підприємств малого і середнього бізнесу, число співробітників яких складає до 1000 людей [38]. При роботі з персоналом враховуються всі особливості українського законодавства.

Структурно програма складається з 5 підсистем - «Кадри», «Організації», «Звіти», «Поточні установки» і «Службові». В склад кожної з підсистем входить декілька модулів, які зв'язані між собою та використовують одні та ті ж самі дані. Всі підсистеми працюють з єдиним каталогом співробітників та загальними довідковими даними. Програма дозволяє вести багатофільний кадровий звіт, тобто в одній базі даних можна

вести облік по всім філіям холдингу або корпорації. Можлива підготовка та проведення групових наказів, а також достатньо ефективно вирішена задача обліку різних відпусток та розрахунку довільного стажу. «PersonPro 2.0 Базовая» підтримує конструювання форм, наказів та звітів, а також дає можливість програмування функцій користувача на мові VBScript. Дана версія програми розрахована на використання в режимі праці одним користувачем на локальному комп'ютері.

Порівняльний аналіз зазначених програмних продуктів, що використовуються для автоматизації управління персоналом за основними функціональними задачами управління персоналом у відповідності до сучасних методик наведених у табл. 1.1.

Безумовно, закордонні розробники вклали до створення даних HR-модулів великі людські та матеріальні ресурси, а також накопили досвід їх впровадження на сотнях и тисячах закордонних підприємствах. В той же час, існують певні обмеження щодо розповсюдження цих модулів на вітчизняних підприємствах, основними з яких є:

- висока ціна впровадження та підтримки (наприклад, вартість розрахунку зарплати для одного співробітника підприємства може досягати декількох тисяч доларів);

- функціональна надмірність (наприклад, дані HR-модулі включають функції, яких ще не вимагають на вітчизняних підприємствах такі, як індивідуальне планування службового зросту співробітника підприємства;

- недостатня швидкість адаптації до українського законодавства, що динамічно змінюється (особливо податкове);

- в деяких випадках недостатня повнота локалізації інтерфейсів [39].

Таким чином, існуючі в даний час на ринку автоматизовані системи управління персоналом за їх функціональним напрямком можна розділити на наступні основні групи:

- програми розрахунку зарплати та обліку кадрів («1С: Зарплата и управління персоналом 8 Базовая версия»);

Таблиця 1.1 -

Порівняльний аналіз програмних продуктів, що використовуються для автоматизації управління персоналом

Найменування основних функціональних задач	Найменування продукту						PersonPro 2.0 Базовая
	SAP HR	Oracle HR Analyzer	Персонал-2000	1С: Зарплата и управління персоналом			
				П	К	Б	
«Облік даних»	+	+	+	+	+	+	+
«Управління основними даними»	+	+	+	+	+	+	+
«Облік вакансій»	+	+	+	+	+	-	+
«Облік даних кандидатів»	+	+	+	+	+	-	+
«Облік робочого часу»	+	+	+	+	+	+	+
«Планування робочого часу»	+	+	-	+	-	-	-
«Кваліфікація»	+	+	+	+	+	+	+
«Управління підвищенням кваліфікації»	+	+	+	+	-	-	+
«Планування кар'єри /успіху»	+	+	-	+	-	-	-
«Контент та комунікації»	+	+	-	+	+	-	-
«Звіти та аналіз»	+	+	+	+	+	+	+
«Розрахунок зарплати»	+	+	+	+	+	+	+
«Виплати»	+	+	+	+	+	+	+
«Атестація робочих місць»	+	+	-	-	+	-	-
«Ідентифікація правових актів»	+	+	-	-	+	-	-

- експертні системи для групового аналізу персоналу, виявлення тенденцій розвитку підрозділів та організацій у цілому («1С: Зарплата и управління персоналом 8 ПРОФ», «Персонал-2000» и «PersonPro 2.0 Базовая»);

- комплексні системи управління персоналом, що дозволяють формувати та вести штатний розклад, зберігати повну інформацію о співробітниках, проводити профорієнтацію, відбір, атестацію співробітників підприємства; відображати пересування кадрів всередині фірми, розрахувати зарплату (SAP HR, Oracle HR Analyzer и «1С: Зарплата и управління персоналом 8 КОРП»).

Комплексні системи управління персоналом використовуються для автоматизації кадрової роботи на будь-якому підприємстві та необхідні керівництву задля одержання оперативної інформації по будь-якому питанню, що пов'язане зі структурою підприємства, штатним розкладом, вакансіями та інформацією о співробітниках. Однак, ці системи володіють і низкою обмежень, про які говорилося раніше, щодо розповсюдження цих продуктів на вітчизняних підприємствах [39].

Слід відмітити, що в системах, що аналізуються, та в подібних системах, обов'язково присутні функціональні задачі, що дозволяють враховувати та контролювати показники діяльності підприємства, які характеризують безпеку праці у вигляді атестації робочого місця по умовам праці и даних медичних оглядів, що визначають професійну придатність до виконання трудової діяльності. В других системах управління персоналом, що представляють собою експертні системи для групового аналізу персоналу або програм розрахунку зарплат та обліку кадрів, функції управління безпекою праці (БП) реалізовані у вигляді модулів або окремих спеціалізованих рішень як типові системи управління охороною праці або автоматизовані робочі місця співробітника відділу охорони праці. Прикладами таких систем, що використовуються задля автоматизації управління безпекою праці можуть служити наступні продукти:

автоматизована система (АС) «Труд–Эксперт» v.4.0 for Windows, ІС «Кираса», інтерактивне автоматизоване робоче місце спеціаліста по охороні праці (АРМСОП), автоматизовану інформаційну систему (АІС) «Здравтруд» ООО «Научно-производственного предприятия «Этна-Информационные технологии» [40-43]. В результаті прийняття Україною міжнародних стандартів, в тому числі і в галузі професійного здоров'я згідно стандартам [10-12], з'явилася можливість реалізації гуманістичного підходу до управління людськими ресурсами у вигляді створення та інтеграції систем управління професійною безпекою та здоров'ям у створенні HRM-системи або існуючі HRM-системи с неповною функціональністю.

В табл. 1.2 показаний результат порівняльного аналізу модулів розглянутих вище ІС на предмет відповідності основним функціональним модулям згідно ДСТУ ОHSAS 18001:2010. Розглянуті ІС орієнтовані, перше всього, на ведення звітної та довідкової документації, що реалізовані за рахунок задач обліку даних, що отримані в ході реалізації існуючої методики забезпечення БП у вигляді атестації робочого місця за умовами праці. Більшість з них представляють собою різновидності спеціалізованих систем електронного документообігу, при цьому стандартні функції управління таким документообігом в цих ІС представлені мінімально.

Як видно, ні одна з запропонованих ІС не вирішує задачі моніторингу та виміру характеристик діяльності підприємства з метою збереження здоров'я працюючих та забезпечення професійної безпеки. Задачі моніторингу представлені в даних системах частково за рахунок реалізації задачі обліку реальних показників впливу виробничих чинників та обліку інцидентів, що виникають в ході процесів виробничого підприємства. Однак ні в одній системі не реалізовані задачі обліку стану персоналу, контролю стану персоналу, та оцінки змінювання цього стану. Визначення, облік, оцінка та прогнозування стану персоналу як показника використання персоналу підприємства є необхідною умовою ефективного функціонування будь-якого сучасного підприємства.

Таблиця 1.2 –

Результат порівняльного аналізу відповідності функціональних модулів інформаційних систем стандарту ДСТУ ОHSAS 18001:2010

Найменування функціонального модуля	Найменування продукту			
	АРМСОТ	АС «Труд–Експерт» v.4.0 for Windows	ИС «Кираса»	АИС «Здравтруд»
«Ідентифікація інцидентів»	+	+	+	+
«Ідентифікація законодавчих та нормативно-правових актів»	-	+	+	+
«Навчання, зв'язок та управління документами»	+	+	-	+
«Система запобігання інцидентів»	-	-	+	+
«Моніторинг та вимір характеристик діяльності»	-	-	-	-
«Аналіз зі сторони керівництва»	+	+	+	+

Систему МС ВП, яка реалізувала б вказані функціональні задачі, слід розглядати як систему, відмова якої може привести до значних економічних та соціальних втрат, або створювати загрозу людському життю. Такі системи звичайно називають критичними, та виділяють три основних типа таких систем [44]:

1. Системи, що критичні за забезпеченням безпеки. Системи, відмова яких приводить до руйнування, створює загрозу життю та здоров'ю людини або завдає шкоду навколишньому середовищу.

2. Системи, що критичні за цільовим призначенням. Системи, відмова яких може привести до помилок в діях, що звернуті на забезпечення певної мети.

3. Системи, що критичні щодо бізнесу. Відмова таких систем може завдати шкоду ділу, в якому ці системи використовуються.

Ціна помилки критичної системи часто дуже велика. Вона включає прямі витрати, що зв'язані зі внесенням змін до системи або її заміною, опосередковані витрати, наприклад судові, та витрати, що зв'язані з втратами у бізнесі. Тому при створенні критичних систем звичайно використовуються випробувані методи та моделі, а не нові, що не мають великого практичного використання. Тільки зрівняно недавно такі відносно нові методи та моделі управління, орієнтовані на процесне управління підприємством, що представляють підприємство як сукупність цілісних процесів, а не як реалізацію окремих функцій, стали використовуватися для розробки критичних систем.

Таким чином, сказане вище дозволяє віднести ІС МС ВП до критичних систем за ознаками, що характеризують перший та третій тип даних систем.

Критичність ІС МС ВП складається в визначенні непрацездатності виробничого персоналу, яка викликана виробничим травматизмом, професійними та професійно зумовленими захворюваннями, які завдають не тільки соціальні, іміджеві, але й значні економічні втрати. Економічні витрати від виробничого травматизму та професійних захворювань визначаються не тільки втратами відшкодування, але й умовною вартістю продукції, що стала не отриманою у зв'язку з вибуванням виконавця з професійної діяльності.

Досвід створення та використання ІС управління підприємством та їх окремих функціональних підсистем показує, що стандартизовані функціональні підсистеми та модулі ІС класу автоматизованих систем управління підприємством або ERP/ERP II не передбачає виконання функцій або окремих функціональних задач, що зв'язані з моніторингом стану ВП в

розглянутому аспекті [1, 2, 31-33]. Основною причиною цього слід вважати відмічені вище особливості процесу МС ВП.

1.4 Висновки по розділу та постановка завдань дисертаційного дослідження

Як показано в попередніх підрозділах визначення непрацездатності виробничого персоналу, викликану виробничим травматизмом, професійними хворобами можуть нанести не тільки соціальні, іміджеві, а також значні економічні втрати для підприємств, що і визначає критичність ІС МС ВП, що розробляється.

Аналіз існуючих систем управління персоналом та модулів для забезпечення якості професійної діяльності для співробітників показав, що дані системи та ФМ не передбачають виконання функцій або окремих функціональних завдань, пов'язані з моніторингом ВП. Таким чином постає задача визначення стану виконавця як ключового показника діяльності персоналу підприємства, який характеризує як працездатність, так і високу продуктивність праці.

За підсумками аналізу, що здійснювався у підрозд. 1.1 – 1.3, можна зробити наступні висновки.

По-перше, на даний час, управління персоналом на вітчизняних підприємствах, в основному, здійснюється за допомогою HRM систем з неповною функціональністю. Ці системи не передбачають забезпечення ефективного використання висококваліфікованих і досвідчених фахівців у процесах на підприємстві, забезпечуючи здоров'я, працездатність співробітників, та якість професійної діяльності, відповідно до загальноприйнятих міжнародних стандартів і сучасних підходів до управління персоналом підприємства.

По-друге, здійснення функціональних задач моніторингу стану персоналу підприємства, а саме обліку значення стану виконавців як структурної одиниці виробничого персоналу підприємства, контролю і прогнозу стану можливі при створенні ІС МС ВП або інтеграції в існуючі СУ підприємства спеціального модулю, який реалізує функції моніторингу стану персоналу підприємства.

По-третє, здійснення всіх функціональних задач модуля МС ВП неможливо тому, що існуючі моделі і методи для вирішення подібних проблем зосереджені на вирішенні проблеми обліку і контролю умов праці, існуючих на підприємстві. Відсутність спеціалізованих математичних моделей та методів не дозволяють визначити стан персоналу підприємства, оцінити зміну цього стану під час виконання професійної діяльності.

Сказане вище дозволяє виділити проблему розробки повномасштабної ІС МС ВП підприємства як майже повністю невирішеною. Основними факторами, які гальмують вирішення цієї проблеми, слід визнати:

а) відсутність єдиних рекомендацій по переліку типових функцій, моніторингу стану виконавця як структурної одиниці виробничого персоналу підприємства;

б) системи показників і структури схеми даних, що описують процес моніторингу стану ВП на сучасному підприємстві не узгоджені між собою або відсутні;

в) математичний апарат конкретних моделей визначення стану виконавців і оцінки змінювання цього стану на основі ключових показників ефективності професійної діяльності персоналу підприємства значно не досконалий або відсутній.

Виберемо показник, який характеризує стан людини-виконавця. Існує два підходи до вибору такого показника [23, 24, 46-48]. Перший підхід, заснований на тому факті, що, за відсутності явних патологій організму людини всі його системи функціонують взаємозалежно, що призводить до кореляції різних фізіологічних параметрів. Так що просто вибрати один

параметр, по який можна використовуватися для оцінки стану організму людини.

Інший підхід до проблеми вибору кількісного показнику, який характеризує стан організму людини, заснований в агрегації групи параметрів за допомогою вибраної функції багатьох змінних. Застосовуючи цей підхід для опису множини станів людини $SOST$, які визначаються як набір окремих станів k -го виконавця $sost^k_j \in SOST$. Множина $SOST$ кінцева

$$SOST = \left[sost^k_1, sost^k_2, \dots, sost^k_j, \dots, sost^k_n \right]. \quad (1.1)$$

Любий стан з цієї множини визначається набором параметрів функціонування організму k -го виконавця

$$sost^k_j = \begin{bmatrix} par_{j1} \\ \dots \\ par_{jh} \\ \dots \\ par_{jp} \end{bmatrix}, \quad (1.2)$$

де par_j – значення j -го вимірюваного параметру організму k -го виконавця, $j=1, \dots, h, \dots, p$.

З точки зору формального опису існуючі математичні моделі для визначення стану можна віднести до двох основних типів задач оцінки [46]:

а) математична модель оцінки впливу одного виробничого чинника на організм людини-виконавця, яка ставить до відповідності пороговому значенню чинника конкретний стан цієї людини:

$$\begin{aligned}
O(\phi) &: [\phi_{bot}, \phi_{top}] \rightarrow sost_j, \\
sost_j &\in SOST = [sost_1, sost_2, \dots, sost_j, sost_n], \\
\phi_{bot}, \phi_{top} &\in \Phi, \quad \phi_{bot} \neq \phi_{top},
\end{aligned} \tag{1.3}$$

де Φ – множина значень чинника;

б) математична модель оцінки впливу декількох чинників на організм людини-виконавця, яка аналогічна першій:

$$\begin{aligned}
O(\phi^1, \phi^2, \dots, \phi^m) &: [(\phi_{bot}^1, \phi_{top}^1), \\
&(\phi_{bot}^2, \phi_{top}^2), \dots, (\phi_{bot}^m, \phi_{top}^m)] \rightarrow sost_j,
\end{aligned} \tag{1.4}$$

де ϕ^i – множина значень i -го чинника ϕ^i , $i = 1, \dots, m$;

$sost_j$ – опис стану людини-виконавця в результаті дії множини чинників

$$\phi^1, \dots, \phi^m, sost_j = [par_1, par_2, \dots, par_n].$$

Як видно з форм описів типів моделей, вони не дозволяють запобігти небезпечним ситуаціям і тільки спроможні класифікувати людський стан людини-виконавця по вимірним значенням одного або кількох чинників в якийсь момент часу. Таким чином, необхідно розробити математичні моделі функціональних задач визначення стану виробничого персоналу і оцінки змінювання цього стану при виконанні професійної діяльності, що дозволяють своєчасно попередити можливість інцидентів, за результатами послідовності вимірювання чинників виробничого середовища.

Якщо визначити інцидент як набір станів людини-виконавця, небезпечних для його життя і здоров'я, можна визначити стан таких як набір вимірюваних параметрів:

$$ES = [par_1, \dots, par_j, \dots, par_n], \tag{1.5}$$

де ES – множина станів людини-виконавця;

par_j – порогове значення j -го вимірюваного параметру, $j = 1, \dots, n$, що дозволяє зробити висновок про змінювання стану організму.

Тоді формальна постановка дисертаційної роботи буде виглядати наступним чином: розробити математичну модель типу

$$O(\phi^1, \phi^2, \dots, \phi^m) : [\phi^1(t), \phi^2(t), \dots, \phi^m(t)] \rightarrow \\ \rightarrow [par_1(t), par_2(t), \dots, par_n(t)], \quad (1.6)$$

де ϕ^i – i -й чинник, що діє на людину, $i = \overline{1, m}$;

$\phi^i(t)$ – значення i -го чинника в момент часу t ;

$par_j(t)$ – значення j -го параметру, що визначає стан людини-виконавця під дією комплексу виробничих чинників, $j = \overline{1, n}$.

Дана постановка задачі в тому, щоб визначити стан виробничого персоналу за параметрами, що описують функціонування людського організму в ході професійної діяльності та оцінки змінювання цього стану дозволяють розглядати задачі прогнозування в ІС МС ВП як частковий випадок задачі класифікації [49].

На основі постановці задачі мета дисертаційної роботи полягає в зменшенні прямих та опосередкованих витрат, які викликані непрацездатністю виконавця впродовж професійної діяльності, шляхом підвищення продуктивності виконання робіт з моніторингу стану виробничого персоналу підприємства.

Завдання дослідження:

– аналіз особливостей моделей, методів та інформаційних систем управління персоналом та основних підходів до автоматизації цього виду управління;

– розробка математичної моделі негативного впливу виробничих чинників на персонал;

- розробка математичної моделі оцінювання зміни параметрів поточного стану виконавця впродовж професійної діяльності;
- розробка математичної моделі стану виробничого персоналу;
- розробка методу оцінювання працездатності виробничого персоналу;
- розробка прикладної інформаційної технології моніторингу стану виробничого персоналу підприємства;
- практична апробація отриманих рішень в ході управління виробничим персоналом підприємства.

Список використаних джерел у даному розділі наведено у повному переліку використаних джерел під номерами: [1-49].

2 РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ОПИСУ СТАНУ ВИРОБНИЧОГО ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМТВА

2.1 Розробка концептуального опису інформаційної технології моніторингу стану виробничого персоналу підприємства

Як було вище сказано, аналіз існуючих систем управління персоналом та модулів, що дозволяють забезпечити якість професійної діяльності персоналу показав, що данні системи та ФМ не передбачають виконання функцій або окремих функціональних завдань, що зв'язані з виконанням моніторингу стану ВП як показника застосування персоналу на підприємстві. Розглянуті вище функції обліку та контролю, що використовуються для визначення стану, оцінки зміни цього стану та для підтримки прийняття рішень о режимах професійної діяльності співробітників підприємства є основними для системи моніторингу стану ВП підприємства. Основною метою ІС МС ВП підприємства слід вважати збір та аналіз даних про вплив ШВЧ на персонал підприємства, а також визначення стану та прогноз зміни стану персоналу підприємства. Для реалізації цієї мети виникає необхідність розробки ІТ моніторингу стану ВП.

Комплекс функціональних задач, що реалізує збір та аналіз даних про вплив комплексу ШВЧ на персонал підприємства, повинен бути призначений для формування та ведення довідкових даних про підприємство, на якому відбувається управління виробничим персоналом, про комплекс ШВЧ, що діють на підприємстві, процесах цього підприємства та окремих робіт.

У випадку, якщо експлуатація ІС відбувається на конкретному підприємстві, ці дані вводяться один раз та змінюються в разі зміни основних характеристик підприємства (назва, форма власності і т.д.) або його процесів, зміни основних виробничих чинників. У випадку, якщо ІС буде експлуатуватися зовнішньою спеціальною службою, то дані про підприємство, процесах цього підприємства, комплекс ШВЧ, будуть поступати в ІС один раз по факту

вкладення договору між цією службою та підприємством та змінюватися в разі зміни основних характеристик підприємства та його процесів.

Дані для реалізації функціональних задач, що призначені для формування та ведення довідкових даних про персонал підприємства, що бере участь в виконанні процесів цього підприємства можуть бути прийняті від ІС управління кадрами підприємства та введені в сховище даних ІС в пакетному режимі. У випадку, якщо експлуатація ІС МС ВП здійснюється зовнішньою спеціальною службою, дані про персонал підприємства можуть поступати в ІС як в пакетному режимі у вигляді масивів даних від ІС управління кадрами підприємства, та і шляхом вводу з клавіатури в результаті прийняття користувачем інформації про персонал, що бере участь в виконанні процесу за час спостереження.

Дані для рішення функціональних задач, що призначені для формування та ведення даних про результати вимірювань параметрів, що визначають стан співробітника за яким спостерігають в момент початку спостережень, а також дані про результати вимірювань дії окремих чинників, без залежності від засобу організації ІС, можуть поступати як шляхом вводу з клавіатури, так і шляхом вводу зі спеціального вимірювального обладнання, що фіксує значення конкретного виробничого чинника у конкретний момент часу.

Рішення вищевказаних завдань дозволить здійснити оцінювання стану виробничого персоналу у ході виконання їм процесів підприємства та прогноз зміни стану виробничого персоналу к моменту завершення виконання їм процесу або роботи підприємства.

Як було відмічено в підрозд.1.2 зміна стану виробничого персоналу відбувається при виконанні професійної діяльності, що характеризується негативним впливом чинників виробничого середовища. Так як будь-який стан визначається набором параметрів функціонування організму, то зміна стану супроводжується і зміною параметрів. Для обліку змінювання набору параметрів, що характеризують функціонування організму людини-

виконавця можливо використання як стаціонарних засобів вимірювання та збору даних показників, так і мобільних засобів вимірювання та збору. У випадку використання стаціонарних засобів вимірювання та збору необхідних показників, дана методика передбачає використання оператора для виконання необхідної функції, а саме для виконання вимірювань та внесення вимірянних значень параметрів за допомогою консолі до спеціальної форми обліку вимірянних параметрів функціонування організму людини-виконавця.

У випадку використання мобільних засобів збору даних використовується стандартна процедура передачі даних за допомогою приладу вводу даних для обліку значень вимірянних параметрів.

Значення параметрів функціонування організму людини-виконавця прямують до «Блок оцінки стану виробничого персоналу». Результати рішення даної задачі прямують до «Блок оцінку зміни стану виробничого персоналу».

До даного блоку також поступають дані обліку впливу ШВЧ, що діють в ході професійної діяльності персоналу. Результатом рішення даної задачі є прогноз зміни стану персоналу, що поступає до «Блоку виводу результатів рішення задачі визначення стану виробничого персоналу».

Результатом рішення даної задачі є опис стану виробничого персоналу, який подається в вигляді рекомендацій для користувача системи, що дозволяє прийняти рішення щодо визначення стану персоналу до відповідності до діючих правил визначення працездатності. Концептуальна схема ІТ моніторингу стану ВП підприємстві, що розробляється, показана на рис. 2.1.

Таким чином, однією із головних проблем розробки ІТ МС ВП підприємства є проблема розробки математичних моделей основних функціональних задач МС ВП у рамках конкретного підприємства.

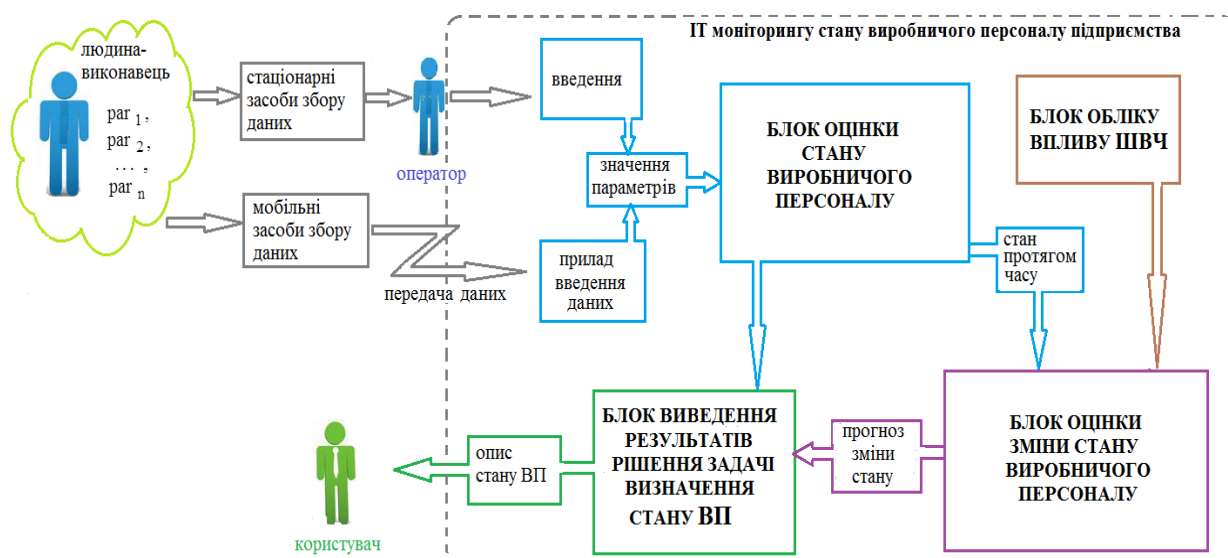


Рисунок 2.1 – Концептуальна схема інформаційної технології моніторингу стану виробничого персоналу підприємства

Ця проблема обумовлює актуальність задач дослідження та розробки сукупності моделей та методів ІС МС ВП [30-32, 47, 48]. Для рішення даної проблеми необхідно розробити математичні моделі негативного впливу виробничих чинників на персонал, зміни психофізіологічних параметрів людини-виконавця під впливом виробничих чинників, визначення стану виробничого персоналу, що прогнозується та метод оцінювання працездатності виробничого персоналу.

2.2 Розробка загальної моделі стану виробничого персоналу

Як було сказано вище, основними початковими даними, що характеризують стан персоналу підприємства по існуючій методиці визначення працездатності є результати професійного медичного огляду.

Медичний огляд співробітників – обов’язкова законодавча умова, що дає роботодавцю право допустити прийнятих осіб до виконання їх функціональних обов’язків, а співробітникам – можливість виконувати свою

професійну діяльність.

Для персоналу, що виконує певні види робіт передбачене обов'язкове медичне обстеження перш ніж вони прийняті до виконання своїх обов'язків, так і на всьому періоду професійної діяльності на регулярній основі. Роботодавці несуть відповідальність за проведення медичного обстеження. Відповідно до наказу Міністерства охорони здоров'я України від 21.05.2007 № 246, визначений порядок для проведення медичних обстежень працівників в певних категоріях. Відповідно до застосовних норм і правил медичні обстеження проводяться:

- до прийняття на роботу з метою визначення стану здоров'я виконавця і реєстрації об'єктивних показників діяльності здоров'я і визначення можливості виконання без погіршення здоров'я професійних обов'язків в умовах дії конкретних ШВЧ трудового процесу;

- з метою виявлення ранніх ознак гострих і хронічних захворювань, загальних і професійно зумовлених захворювань серед працівників; забезпечення динамічного контролю здоров'я у контексті конкретних ШВЧ трудового процесу; рішення можливості продовження роботи в умовах дії конкретних ШВЧ трудового процесу; розробка індивідуальних та групових та реабілітаційних заходів для здоров'я працівників, які передані згідно результатів обстеження до групи ризику.

Періодичність медичних обстежень визначена наказом Міністерства охорони здоров'я України від 21. 05.2007 р. № 246 (додаток № 5 до абзацу 2,6) і в цілому, складає принаймні один раз протягом двох років.

Результати гігієнічні дослідження показують, що співробітники в реалізації своєї професійної діяльності піддається дії цілого ряду чинників виробництва і трудового процесу [23, 26, 27, 46-48]. Чинники виробничого середовища діють на організм не ізольовано. Вирішення проблеми обліку комбінованої дії є дуже складним і має багато варіантів. В результаті впливу ШВЧ на виконавця можливе погіршення його здоров'я, з точки зору наявності та розвитку професійних захворювань, що можуть виникнути як після одного

впливу ШВЧ, так і після неодноразового їх впливу [23, 24, 29-32, 51-56].

На основі результатів професійних медичних оглядів керівництво має можливість прийняти управлінське рішення про допуск до професійних діяльності кожного виконавця тільки 1 раз на 2 роки. Оцінювати стан співробітників в процесі роботи, оцінити зміну цього стану та передбачити його модифікації неможливо, оскільки існуючі методики і математичні моделі, що їх реалізують, не дозволяють формалізувати процес прийняття таких рішень.

Розглянемо множину станів людини $SOST$ як набір окремих станів (вираз (1.1)) та визначимо цю множину як об'єкт з кінцевим простором станів, $sost^k_j \in SOST$, $j = \overline{1, n}$, припустимо, що бажаним станом кожного співробітника є збереження його здоров'я та створення умов для існування високого рівня його працездатності під впливом ШВЧ на організм.

Збільшення показника $sost_j(t)$ відповідає погіршенню стану, а зміна $sost_j(t)$ залежить виключно від чинників, що впливають за період зміни. Перехід стану $sost_j$ в стан $sost_n$ може відбутися в будь-який час.

Будь-який стан з цієї множини визначається набором параметрів функціонування організму k -го виконавця (вираз (1.2)) і тоді

$$SOST = \left[\begin{array}{c} [par_{11}] \\ \dots \\ [par_{1p}] \end{array} \right], \dots, \left[\begin{array}{c} [par_{n1}] \\ \dots \\ [par_{np}] \end{array} \right]. \quad (2.1)$$

Стан виконавця визначається на основі вектора параметрів організму k -го співробітника у певний час:

$$sost^k_j(t) = \left[\begin{array}{c} par_{j1}(t) \\ \dots \\ par_{jp}(t) \end{array} \right], \quad (2.2)$$

де $par_j(t)$ – значення j -го параметру, $j = \overline{1, n}$, що визначає стан співробітника під дією виробничих чинників .

Цей опис стану людини-виконавця дозволяє взяти до уваги і контролювати його стан, заснований на обліку параметрів його організму під час виконання професійної діяльності. Однак, при визначенні стану ВП, в результаті процесу праці і специфічних особливостей цього процесу, можливі зміни стану людини і параметрів цього стану.

Як зазначалося вище, ці змінювання можуть проходити під час регламентованих перерв або до початку наступного виробничого часу і не виявляє несприятливих наслідків на стан здоров'я працівників в найближчому і довгостроковому періоді. Але можуть бути функціональні зміни, що збільшують ризик пошкодження здоров'я, які проходять за більш довгострокову перерву контакту з шкідливими чинниками. Там також може бути зміна стану, яка призводить до розвитку професійних захворювань, помірною та важкою ступеня. Можемо сказати, що наслідки зміни стану людини-виконавця в занепад його здоров'я, завжди пов'язані з несприятливими прогнозами для продовження його професійної діяльності [23, 24, 29-32, 56, 59].

Таким чином, при описі стану виробничого персоналу, необхідно враховувати початковий стан, , зміну стану в ході професійної діяльності, що залежить тільки від діючих виробничих чинників, а задля передбачення зміни стану, ще повинно брати до уваги ефект впливу комплексу ШВЧ [47]:

$$sost^k_j \in SOST = \overrightarrow{sost}(t_0) + \overrightarrow{\Delta sost}(t_0, t_j) + R(t, t_0) \cdot \overrightarrow{\Delta sost}(t_1, t_2), \quad (2.3)$$

де $\overrightarrow{sost}(t_0)$ – стан організму людини-виконавця на початку;

$\overrightarrow{\Delta sost}(t_0, t_j)$ – зміна поточного стану виконавця впродовж виконання професійної діяльності за час t , $t \in [0, \dots, t_j, \dots, T]$;

R – функція, що враховує наслідки впливу комплексу ШВЧ на організм

людини-виконавця, якщо відбулося змінювання його поточного стану.

Для того, щоб описати стан персоналу в будь-який момент часу по вимірюваним параметрам, потрібно визначити вид кожного елемента в моделі (2.3) та вирішити задачу класифікації одного стану з набору можливих станів, що визначається на основі багатьох незалежних параметрів.

2.3 Розробка моделей, які описують зміну стану виробничого персоналу, що враховують дію чинників на організм людини

Як показано в підрозд. 2.1, щоб описати стан виробничого персоналу при здійсненні професійної діяльності, необхідно визначити початковий стан і зміну цього стану під час виконання професійної діяльності. Щоб визначити зміни стану під час виконання професійної діяльності, необхідно визначити тип математичної моделі для обчислювання оцінки впливу гетерогенних виробничих чинників на людину.

В даний час основними моделями вирішення таких завдань вважаються лінійні моделі, які використовуються для оцінки впливу хімічних речовин, промислового пилу, шуму, електромагнітного випромінювання, іонізуючого випромінювання [56, 57, 59, 60-71]. Спроба оцінити цей вплив часто наштовхується на ряд труднощів. Однак, на практиці, майже завжди зустрічається вплив на людину водночас декількох чинників виробничого середовища.

Ця проблема була висвітлена в медичній і ергономічній літературі [51, 52, 55, 64, 72-75] там, де в цілому ряді робіт приводилися оцінки межі комфортної, некомфортної і небезпечної області. Отже, модель повинна бути імітаційною в тому сенсі, що основним її завданням є не розкриття механізму дії чинників, а оцінки та прогнози наслідків впливу цих чинників на

людський організм. Таким чином, для моделі вхідними параметрами є характеристики середовища, що змінюються з часом, а вихідними – психофізіологічні параметри, що характеризують стан людини.

Будемо приблизно вважати розглянуту залежність лінійною. По-перше, лінійні моделі широко використовуються в дослідженні таких систем, а саме, вплив навколишнього середовища [72-75, 77]. По-друге, прояви лінійності заблоковані помилками доступних джерел даних. По-третє, індивідуальні реакції організму, особливо при низьких рівнях впливу сильно варіює. Таким чином, помилка через лінеаризацію моделей повинна бути значно менше, ніж помилка всього вимірювання. Таким чином, лінійна модель повинна адекватно описати процес у рамках існуючих даних [73, 75].

Визначимо вплив зовнішнього середовища n мірним вектором ϕ сукупності значень шкідливих виробничих чинників ϕ^{ik} , що діють на одного виконавця в якийсь момент в час t . Область зміни часу нехай буде Q . Компонентами $\phi^{ik}(t)$ з вектору $\phi(t)$ можуть бути різної природи. Це можуть бути функції, такі як однорідних так і різнорідних чинників. Вони можуть бути змінені як безперервно так і дискретно. Суттєвим для $\phi^{ik}(t)$ є те, що вони описують вплив чинників виробничого середовища на психофізіологічні параметри стану людини в фіксований момент часу t .

Після вибору показників $\phi^{ik}(t)$ можна визначити клас допустимих вектор-функцій $\phi(t)$. До нього ввійдуть усі функції $\phi(t)$, що задовольняють обмеженням на функції $\phi^{ik}(t)$ та їх сполученням. Визначимо такий клас як Φ .

Введемо на класі Φ функціонал Ψ , що залежить від моменту t_1 та моменту t_2 , при чому $t_1 \leq t_2$.

Функціонал Ψ , що задовольняє властивостям аддитивності, інваріантності та позитивності назвемо функціоналом негативної дії, а величина $\Psi(\phi(t); t_1, t_2)$ – вимірюваним функціоналом Ψ негативного впливу при інтенсивності $\phi(t)$ на інтервалі $[t_1, t_2]$.

Властивість аддитивності відображає той факт, що шкідливості складаються, а властивість інваріантності в часі означає, що шкідливість для

інтервалу визначається лише протягом цього інтервалу і не залежить від фону. Властивість позитивності відображає негативний вплив ШВЧ завжди позитивним (негативний вплив шкідливих чинників завжди є негативним для здоров'я персоналу, тобто значення цього впливу завжди позитивне).

Припустимо, що множина функціоналів негативної дії з фіксованими параметрами t_1 и t_2 – це лінійний простір, якщо $h(\phi)$ – скалярна функція вектора ϕ така, що $\forall \phi \in \Phi$, $\forall t \in [t_1, t_2]$, то функція $h(\phi(t))$ визначена та

позитивна і $\int_{t_1}^{t_2} h(\phi(t)) dt$ – сходиться, то функціонал $\Psi_h(\phi(t); t_1, t_2) =$

$= \int_{t_1}^{t_2} h(\phi(t)) dt$ є позитивним функціоналом негативної дії, який буде мати

вигляд:

$$\Psi_h(\phi(t); t_1, t_2) = \int_{t_1}^{t_2} h(\phi(t)) dt \quad (2.4)$$

де $t_1 = t_1, t_2 = t_2$.

У підрозд.1.4 ми прийняли, що є множина станів ВП $SOST$, яка визначається як набір окремих станів (вираз (1.1)) та ця множина кінцева. Будь-який стан із цієї множини визначається набором психофізіологічних параметрів функціонування організму k -го виконавця (вираз (1.2)). Припустимо, що зміна $sost_j(t)$ залежить тільки від діючих чинників в період змінювання. Тоді можна ввести на множині Φ функціонал ефекту

$$\mathcal{E}(\phi(t); t_1, t_2) = sost_j(t_2) - sost_j(t_1). \quad (2.5)$$

У зв'язку з тим, що при формуванні реакції організму на чинник з'єднуються процеси кумуляції, адаптації та релаксації, то функціонал ефекту

$\mathcal{E}(\phi(t); t_1, t_2)$ не буде мати властивості функціоналу негативної дії.

Будемо називати функціонал $\mathcal{E}(\phi(t); t_1, t_2)$ залежним від негативної дії, якщо існує позитивний функціонал $\Psi_h(\phi(t); t_1, t_2)$ та функція $\gamma(z)$ такі, що $\forall [t_1, t_2] \subset Q_t, \forall (t, \phi(t)) \in \Phi$ мають місце

$$\mathcal{E}(\phi(t); t_1, t_2) = \gamma(\Psi(\phi(t); t_1, t_2)). \quad (2.6)$$

Теоретично можливе різноманітність функціоналів ефекту, однак за літературними даними фактично для опису різних об'єктів достатньо обмеженого набору моделей [73, 75].

Одномірна лінійна функціональна модель ефекту має вигляд

$$\mathcal{E}(\phi(t); t_1, t_2) = \int_0^{t_2-t_1} \omega(\tau) \phi((\tau, t_2); t_2 - \tau) d\tau.$$

Застосувавши формулу Тейлора до функції $\omega(\tau)$ в точці τ_0 :

$0 < \tau_0 < t_2 - t_1$ одержимо

$$\omega(\tau) = \omega(\tau_0) + Q(\tau; \tau_0).$$

Таким чином,

$$\mathcal{E}(\phi(t); t_1, t_2) = \omega(\tau_0) \int_0^{t_2-t_1} \phi((\tau, t_2); t_2 - \tau) d\tau + \int_0^{t_2-t_1} Q(\tau; \tau_0) \phi((\tau, t_2); t_2 - \tau) d\tau.$$

Відповідно до сказаного вище

$$\omega(\tau_0) \int_0^{t_2-t_1} \phi((\tau, t_2); t_2 - \tau) d\tau = \Psi(\phi(t_1, t_2); t_1, t_2) -$$

функціонал негативної дії. Отже,

$$\mathfrak{E}(\phi(t); t_1, t_2) = \Psi(\phi(t); t_1, t_2) + \int_0^{t_2-t_1} Q(\tau; \tau_0) \phi((\tau, t_2); t_2 - \tau) d\tau.$$

При багатовимірній моделі

$$\mathfrak{E}(\phi(t); t_1, t_2) = \int_0^{t_2-t_1} \sum_{j=1}^n \omega_j(\tau) \phi_j((\tau, t_2); t_2 - \tau) d\tau.$$

Застосувавши формулу Тейлора до функції $\omega_j(\tau)$ відповідно в точках $\tau_{0,j}$, одержимо

$$\omega_j(\tau) = \omega_j(\tau_{0,j}) + Q_j(\tau; \tau_{0,j}), j = 1, \dots, n.$$

Тоді

$$\begin{aligned} \mathfrak{E}(\phi(t); t_1, t_2) &= \sum_{j=1}^n \omega_j(\tau_{0,j}) \int_0^{t_2-t_1} \phi_j((\tau, t_2); t_2 - \tau) d\tau + \\ &+ \int_0^{t_2-t_1} \sum_{j=1}^n Q_j(\tau; \tau_{0,j}) \phi_j((\tau, t_2); t_2 - \tau) d\tau. \end{aligned}$$

У цьому випадку, згідно твердженням, величина

$$\Psi_j(\phi(t); t_1, t_2) = \int_0^{t_2-t_1} \phi_j((\tau, t_2); t_2 - \tau) d\tau -$$

функціонал негативної дії. Так як простір функціоналів лінійно, то лінійна комбінація

$$\Psi(\phi(t); t_1, t_2) = \sum_{j=1}^n \omega_j(\tau_{0,j}) \Psi_j(\phi(t); t_1, t_2)$$

також є функціоналом негативної дії. Тоді,

$$\begin{aligned} \mathcal{E}(\phi(t); t_1, t_2) &= \Psi(\phi(t); t_1, t_2) + \\ &+ \int_0^{t_2-t_1} \sum_{j=1}^n Q_j(\tau; \tau_{0,j}) \phi_j((\tau, t_2); t_2 - \tau) d\tau. \end{aligned}$$

У результаті проведеного дослідження згідно розглянутому аспекту можна зробити висновок, що зміна стану людини-виконавця в ході виконання професійної діяльності залежить тільки від впливу виробничих чинників, які є специфічними умовами трудового процесу.

В більшості випадків можна говорити про комплексну дію гетерогенних ВЧ, при цьому найбільш сильно може проявлятися дія одного або декількох чинників, а дія інших носить, як правило, нелінійний характер, який може привести до посилення негативної дії інших ВЧ на організм людини. Тому стає необхідним дослідження математичних моделей, що описують нелінійний вплив ВЧ на виконавця. Результати аналізу лінійних моделей показують можливість їх використання для рішення задач впливу ВЧ на психофізіологічні параметри виконавця, однак, при цьому формування показника негативного впливу на персонал може здійснюватися з великою похибкою через нелінійний характер дії окремих ВЧ на людину. Крім того, ефект від дії декількох гетерогенних ВЧ на людину може не носити адитивного характеру, що також може привести до серйозної похибки при рішенні задач оцінки та можливого прогнозу [75, 79]. Тому, виникає

необхідність у розробці моделей, що дозволять підвищити точність рішення задачі впливу виробничих чинників на психофізіологічні параметри людини-виконавця за рахунок обліку нелінійного характеру дії окремих виробничих чинників на виконавця.

2.4 Розробка математичної моделі негативного впливу виробничих чинників на персонал

Як було показано в підрозд. 2.2 та 2.3, зміна стану людини в ході виконання професійної діяльності залежить виключно від впливу чинників виробництва (вираз (2.6)), які є специфічними умовами трудового процесу, тому виникає необхідність підвищити точність вирішення задачі негативного впливу чинників на виробничий персонал підприємства, беручи до уваги ефект на організм виконавця багато різнорідних чинників виробничого середовища. Таким чином, необхідно розробити кількісну міру загального негативного впливу процесу на ВП при дії чинників виробництва для поліпшення фізіологічних і гігієнічних регулювань професійної діяльності [20-23, 46-48, 60-71]. Так як при однакових умовах, для виготовлення одного продукту потрібно більше часу (більше персоналу) чим для іншого, сума негативного впливу процесу у виробництві таких виробів, відповідно, вище. Однак інтегральні показники для конкретних реалізацій одного і того ж процесу є випадкові величини. Тому весь процес буде характеризуватися середніми значеннями цих величин [46, 47, 48, 71].

Розглянемо сукупність значень виробничих чинників, діючих на одну людину-виконавця в певний момент у часі, як векторну форму:

$$[\phi^{1k}(t_j), \phi^{2k}(t_j), \dots, \phi^{ik}(t_j), \dots, \phi^{mk}(t_j)], \quad (2.7)$$

де ϕ^{ik} – вектор значень ВЧ, діючих на k -го виконавця в момент часу t_j .

Нехай за час t_1 з початку участі k -го виконавця, і до моменту t_z участь в процесі k -го виконавця здійснюється p вимірювань. Введемо міру негативного впливу процесу на виконавця і будемо розглядати її як середнє значення для величини значень одного ВЧ ϕ^{ik} за інтервал $[t_1, t_z]$, що обчислюється за формулою [46, 48, 71]:

$$\bar{\phi}^{ik}(t_j) = \frac{\sum_{j=1}^p \phi^{ik}(t_j)}{p}, \quad (2.8)$$

де $\bar{\phi}^{ik}(t_j)$ – міра негативного впливу процесу для m значень величини i -го

ВЧ, що діє на k -го виконавця в момент часу t_j ;

p – кількість замірів значення i -го ВЧ, що діє на k -го виконавця в проміжок часу $T=[t_1, t_z]$;

t_j – момент часу, у якому здійснюється j -й замір, $t_1 \leq t_j \leq t_z$.

Тоді вектор усереднених значень ВЧ, що діє на k -го виконавця в проміжок часу $T=[t_1, t_z]$, буде мати вигляд

$$[\bar{\phi}^{1k}(T), \bar{\phi}^{2k}(T), \dots, \bar{\phi}^{ik}(T), \dots, \bar{\phi}^{pk}(T)]. \quad (2.9)$$

Введемо для кожного значення виробничого чинника ϕ^{ik} ваговий коефіцієнт $\alpha_i \in [0, 1]$, такий, що

$$\exists \phi^i(t_j) \leq \phi_{нз}^i \Rightarrow \alpha_i = 0, \quad (2.10)$$

$$\exists \phi^i(t_j) \geq \phi_{нз}^i \Rightarrow \alpha_i \in (0, 1], \quad (2.11)$$

де $\phi_{нз}^i$ - нормативне значення виробничого чинника [71].

Сучасні уявлення про нормативне значення чинників виробництва базуються на принциповій позиції, що їх вплив не повинен викликати у працюючого навіть тимчасове порушення гомеостазу (включаючи відтворення), а також напруги захисно-приспосувальних механізмів у будь-якому найближчому або віддаленому майбутньому. Вплив виробничих чинників не повинен змінювати біологічні, психологічні та соціальні функції людини, порушувати його положення в суспільстві і чинити негативний вплив на потомство. Вплив чинників не мають бути реалізовані у вигляді прямого впливу на людину або непрямим шляхом через можливі економічні шкоди. В іншому випадку чинники виробничого середовища відносять до шкідливих або небезпечних виробничих чинників [21-23].

На основі відхилення фактичних рівнів чинників виробництва і трудового процесу від стандартів умови трудового процесу умовно поділяють по відповідності ступеню впливу (небезпеки і ризику) на 4 класи: оптимальні дозвалені, шкідливі і небезпечні [21, 23].

Оптимальні умови (клас 1) - умови, при яких зберігається здоров'я виконавця і створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності. У цьому випадку, виконуються умови, що описані виразом (2.10).

Дозвалені умови (клас 2) - притаманні такі рівні чинників середовища і трудового процесу, які не перевищують встановлених гігієнічних норм для робочих місць і можливі зміни функціонального стану організму відновлюються під час регламентованих відпочинків або на початок наступного виробничого процесу і не мають жодного несприятливого впливу в найближчому і віддаленому періоді на стан здоров'я працівників та їх потомство. У цьому випадку виконуються умови, що описані виразом (2.11).

Шкідливі умови (клас 3) - характеризуються наявністю шкідливих чинників, рівні яких перевищують гігієнічні нормативи і мають негативний

вплив на організм виконавця та/або його потомство. У цьому випадку виконуються умови, що описані виразом (2.11).

Небезпечні умови (extreme) (клас 4) - характеризуються рівнями чинників виробничого середовища, вплив яких під час праці (або її частини) являє собою загрозу для життя, високий ризик розвитку гострої травми, у тому числі тяжких форм. У цьому випадку, виконуються умови, що описані виразом (2.11), при чому $\alpha_i \rightarrow 1$. Для кожного окремого чинника існує своя шкала відповідності ступеню негативного впливу згідно нормативних стандартів умов праці.

Тоді належність ВЧ до того чи іншого класу подамо за допомогою виразу (2.8) і вагового коефіцієнту, для якого можливі виконання умов (2.10) і (2.11). У випадку виконання умов (2.11), належність до класу подамо, використовуючи наступний вираз, який описує негативний вплив виробничих чинників на персонал:

$$\mu_k = \frac{\sum_{j=1}^p \alpha_i \phi^{ik}(t_j)}{p}. \quad (2.12)$$

Для всього персоналу загальний негативний вплив процесу за інтервал часу $t = [t_1, t_2]$, буде вважатися значення μ , що має вигляд [46, 71]:

$$\mu = \sum_{k=1}^S \mu_k = \sum_{k=1}^S [\mu_{\phi^{1k}(T)}, \mu_{\phi^{2k}(T)}, \dots, \mu_{\phi^{ik}(T)}, \dots, \mu_{\phi^{pk}(T)}]. \quad (2.13)$$

Для кожного співробітника вплив трудового процесу можна визначити як модель негативного впливу ВЧ на персонал, використовуючи функцію f як зміну стану виконавця

$$\mu_k = \Delta sost(t) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^p f \left(\mu_{\phi^{ik}(t_j)} \right), \quad (2.14)$$

де $\Delta sost(t)$ – зміна стану виконавця за час t , $t \in [0, \dots, t_j, \dots, T]$;

f – функція перетворення дії у набір значень параметрів, що характеризують реакцію організму людини на дію ВЧ.

Тоді модель впливу чинників виробничого середовища на психофізіологічні параметри виконавця може бути представлена через модель негативного впливу виробничих чинників на персонал:

$$\mu_k = \Delta sost(t) : \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^p \mu_{\phi^{ik}(t_j)} \rightarrow [par_1, \dots, par_n] \in SOST, \quad (2.15)$$

де $SOST$ – множина станів виробничого персоналу.

Запропоноване представлення μ як негативного впливу виробничих чинників на персонал дозволяє описувати ефект дії ВЧ на зміну стану персоналу і оцінити зміни цього стану при здійсненні професійної діяльності. Вираз (2.15) дає змогу розглянути процес побудови ІС МС ВП як формування єдиного цілісного і послідовного погляду на стан виробничого персоналу в ході професійної діяльності.

Оскільки кожний процес можна описати виразом (2.15), основний процес побудови ІС МС ВП може бути результатом об'єднання формальних описів дії ВЧ на персонал по кожному з процесів підприємства. Такі об'єднання можуть бути зроблені на базі багатовимірної моделі даних, яка дозволяє організувати збір, обробку та відображення великих обсягів даних про інтегровану дію гетерогенних ВЧ для виробничого персоналу підприємства.

2.5 Висновки по розділу

1. Запропоновано концептуальний опис інформаційної технології моніторингу стану виробничого персоналу підприємства, який є ІС МС ВП. Основною метою ІС МС ВП підприємства слід вважати збір та аналіз даних про вплив ВЧ на персонал підприємства, а також визначення стану і прогноз зміни в стані персоналу. Однією з основних проблем розробки ІС МС ВП підприємства є проблема розробки математичних моделей основних функціональних завдань МС ВП. Щоб вирішити цю проблему, необхідно розробити математичні моделі стану виробничого персоналу і оцінити змінювання цього стану під час виконання професійної діяльності і метод оцінювання працездатності виробничого персоналу.

2. Вперше запропоновано узагальнена модель стану виробничого персоналу, що враховує початковий стан виконавців, зміну поточного стану впродовж виконання професійної діяльності та наслідки, які виникають в результаті дії гетерогенних чинників на персонал, що дозволяє кількісно оцінити стан виконавців і зміни цього стану та знизити витрати через непрацездатність виробничого персоналу при плануванні переліку робіт підприємства і дозволяє засобами запропонованої інформаційної технології реалізувати функції моніторингу стану виробничого персоналу.

3. На основі моделі стану виробничого персоналу при здійсненні професійної діяльності (вираз (2.1)), був зроблений аналіз про застосовність лінійних моделей оцінки впливу комплексу ВЧ підприємства на людину-виконавця. В якості такої моделі були розглянуті моделі функціоналу шкідливого впливу та функціоналу ефекту. В результаті проведеного аналізу, було встановлено, що використання цих моделей може привести до великих погрешностей в оцінці впливу через нелінійний характер впливу окремих виробничих чинників, а також впливу декількох ВЧ на організм співробітника.

4. На основі описаної в розділі 1.4 формальної постановки дослідження було запропоновано розглядати негативний вплив виробничих чинників на персонал як μ_k (вираз 2.12). Запропонована модель дозволяє описати вплив ВЧ на зміну стану персоналу і оцінити змінювання цього стану при здійсненні професійної діяльності (вираз 2.15). Ця модель дозволяє розглянути процес побудови ІС МС ВП як формування єдиного цілісного і послідовного погляду на стан виробничого персоналу в ході професійної діяльності. Це може бути зроблено на базі багатовимірної моделі даних, які дозволяють організувати збір, обробку та відображення великих обсягів даних про інтегровані наслідки впливу гетерогенних виробничих чинників на персонал підприємства.

Список використаних джерел у даному розділі наведено у повному переліку використаних джерел під номерами: [10-12, 20, 23, 24, 26, 27, 30-32, 46-48, 50-77].

3 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ ПОТОЧНОГО СТАНУ ВИКОНАВЦЯ ВПРОДОВЖ ВИКОНАННЯ ПРОФЕСІЙНОЮ ДІЯЛЬНОСТІ ТА МЕТОДУ ОЦІНЮВАННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ПЕРСОНАЛУ

3.1 Розробка математичної моделі оцінювання зміни параметрів поточного стану виконавця

Як вже згадувалося вище, теоретично можлива широка різноманітність функціоналів ефекту. Однак, на практиці для опису різних об'єктів досить обмеженого набору моделей. Серед них лінійні моделі, модель Вольтерра, модель Гаммерштейна. Першою змістовною математичною моделлю для опису біологічних спільнот є модель Вольтерра-Лотка. Модель описує реальні системи, що залежить від часу, та застосовується для опису і економічних та біологічних систем. Ця модель може описати поведінку конкурентів, зростання чисельності населення, зміни умов навколишнього середовища, розвиток науки та ін., але нестійка до невеликих збурень самої моделі.

Досить загальною і в той же час ефективною є нелінійна модель Гаммерштейна, що є послідовним з'єднанням нелінійної статичної та лінійної динамічної частин. Ядро рівняння є фредгольмовим ядром, воно лінійне, симетричне і позитивне, тобто всі його власні значення будуть позитивними.

Для підвищення точності оцінювання зміни стану виробничого персоналу при виконанні своєї професійної діяльності, з урахуванням нелінійного характеру на біовпливу окремих гетерогенних чинників виробничого середовища на людину застосуємо модель Гаммерштейна [78] для системи (організму) з n внутрішніми параметрами – вектор стану, та $\vec{\phi}(t)$ – m зовнішніх впливів, які залежать від часу. Ця модель є послідовне з'єднання нелінійної статичної та лінійної динамічної частин. Як зазначалося вище, ядро рівняння є фредгольмовим ядром, воно лінійне, симетричне і

позитивне, тобто всі його власні значення будуть позитивними:

$$\Gamma_2(\vec{\phi}(t), t_1, t_2) = \Delta\vec{w}(t) = \int_0^{t_2-t_1} \vec{w}(\tau) \cdot \vec{f}(\vec{\phi}(t_2 - \tau)) d\tau \quad (3.1)$$

де $\Delta\vec{w}(t)$ - зміна параметрів стану людини-виконавця;

$\vec{w}(\tau)$ – вектор-функція (ядро моделі - фредгольмове ядро), що визначає внутрішні параметри стану організму в момент виміру;

\vec{f} – вектор-функція перетворення вхідного впливу вектору-функцій ВЧ в опис реакції організму людини;

$\vec{\phi}(T - \tau)$ – вектор-функція впливу ВЧ, що визначається за час $T - \tau$;

T – час робочої зміни, процесу;

τ – час виміру;

$\vec{w}(\tau) \cdot \vec{f}$ – скалярний добуток.

Класична модель Гаммерштейна, що представлена виразом (3.1), заснована за пропозицією про можливість проведення вимірювання параметрів, що визначають стан біологічної системи, за якою спостерігають у будь-який час з інтервалу $[t_1, t_2]$. Але це припущення щодо виконавця підприємства, як правило, не виконується. Таким чином, вираз (3.1), запропоновано вдосконалити, та припустити, що у початковий момент робочого процесу внутрішній стан організму співробітника залишається незмінним, а тому модель (3.1) буде приймати вигляд:

$$\Delta\vec{w}(t) = \vec{w}(\tau_0) \cdot \int_0^T \vec{f}(\vec{\phi}(\tau)) d\tau, \quad (3.2)$$

де $\Delta\vec{w}(t)$ - зміна параметрів стану людини-виконавця;

$\vec{w}(\tau_0)$ – векторна функція, що визначає внутрішні параметри стану організму

в початковий момент часу τ_0 , при чому любий стан визначається за набором параметрів з виразу (1.2);

$\vec{\phi}(\tau)$ – вектор-функція впливу ВЧ, що визначається за час τ ;

\vec{f} – вектор-функція перетворення вхідного впливу вектору-функцій ВЧ в опис реакції організму людини.

Цей вираз можна розглядати як модель зміни стану організму співробітника, при здійсненні професійної діяльності під час спостереження. Без обмеження спільності, ми припускаємо однорідність системи, тобто такої, що витримує момент зрушення в часі і припускаємо, що $t_1 = 0$, $t_2 = T$ – час спостережень. Як зазначено у [78], першим наближенням до $\Delta\vec{w}(t)$ є функціонал негативного впливу і необхідно оцінити похибку цього наближення.

Очевидно, що (3.1) можна розглядати як окремий випадок (3.2).

Виберемо головний член для декомпозиції по Тейлору для кожної компоненти

$$\Delta\vec{w}(\tau) = \vec{w}(\vec{\tau}_0) + \vec{R}(\tau, \vec{\tau}_0), \quad (3.3)$$

де $\vec{\tau}_0$ – вектор центрів околу декомпозиції в ряд Тейлора.

Ці точки можуть бути різними для кожної компоненти.

Кожен компонент інтегралу є позитивний функціонал негативного впливу, при умові, що всі $f_i(\phi)$ позитивні і монотонно не зменшуються. Тоді вираз (3.2) є лінійною комбінацією функціоналів негативного впливу, що також є функціоналом негативного впливу $\Psi(\vec{\phi}, 0, T)$.

Зверніть увагу, що реакція організму до зовнішніх впливів не завжди негативна і що $\Psi(\vec{\phi}, 0, T)$ не обов'язково позитивний. Таким чином, для компонент $\vec{w}(\vec{\tau}_0)$ обмеження позитивності не накладається. Також зверніть увагу, що $\vec{w}(\vec{\tau}_0)$ визначає середню відповідь організму і входить у вираз для

$\Delta\vec{w}(t)$.

Таким чином, $\Delta\vec{w}(t)$ це не зовсім об'єктивна (не залежить від організму) характеристика середовища. На основі вищевикладеного, пропонується простий та ефективний спосіб побудови моделі впливу виробничих чинників на параметри стану виконавця. Оскільки Ψ є головним членом $\Delta\vec{w}(t)$, то знаючи функції $\vec{f}(t)$ і вибравши як критерій для $\Delta\vec{w}(t)$ інтегральну оцінку всіх параметрів організму $SOST$ або найбільш важливий з них $sost_j(t)$, вирішимо лінійну задачу ідентифікації:

$$\Delta\vec{w}(t) = \Gamma \approx \alpha_0 + \sum_{j=1}^m \alpha_j \Psi_j \quad (3.4)$$

Коефіцієнти α_0 та α_j знайдені методом найменших квадратів. Відмітимо, що, незважаючи на лінійність задачі (3.4), нелінійні ефекти ураховані функціями $\vec{f}(t)$.

Оцінимо різницю між функціоналом ефекту Γ з виразу (3.4) и відповідному до нього функціоналом негативного впливу Ψ вираз (2.6).

Визначимо похибку для скалярної моделі (3.1):

$$\Delta = \left| \Gamma_1(\vec{\phi}(t), 0, T) - \Psi(\vec{\phi}(t), 0, T) \right| = \left| \int_0^T (\omega(\tau) - \omega_0) g(\vec{\phi}(T - \tau)) d\tau \right|, \quad (3.5)$$

де $\omega_0 = \omega(\tau_0)$ – головний член декомпозиції в ряд Тейлора $\omega(\tau)$ в точці τ_0 .

За неперервністю, τ_0 завжди можна вибрати з умов усереднення по часу:

$$\omega_0 = \frac{1}{T} \int_0^T \omega(\tau) d\tau, \quad (3.6)$$

Такий вибір, хоч и не доставляє $\min_{\tau} \Delta$ в сенсі середнього квадратичного, однак виправданий міркуваннями, що приведені в [73], а також загальноприйнятою практикою. Зазначимо $g_0 = \frac{1}{T} \int_0^T g(\vec{\phi}(T-\tau)) d\tau$.

Тоді, з (3.5):

$$\Delta = \left| \int_0^T (\omega(\tau)) \cdot (g(\vec{\phi}(T-\tau)) - g_0) + g_0 d\tau \right| = \left| \int_0^T (\omega(\tau) - \omega_0) \cdot (g(\vec{\phi}(T-\tau)) - g_0) d\tau \right|, \quad (3.7)$$

оскільки з (3.6): $\int_0^T (\omega(\tau) - \omega_0) g_0 d\tau = 0$, то використовуючи інтегральний варіант нерівності Коши

$$\begin{aligned} & \left(\int_0^T (\omega(\tau) - \omega_0) \cdot (g(\vec{\phi}(T-\tau)) - g_0) d\tau \right)^2 \leq \\ & \leq \int_0^T (\omega(\tau) - \omega_0)^2 d\tau \cdot \int_0^T (g(\vec{\phi}(T-\tau)) - g_0)^2 d\tau, \end{aligned}$$

одержимо оцінку для

$$\Delta(\vec{\phi}(t), 0, T) \leq \sqrt{\int_0^T (\omega(\tau) - \omega_0)^2 d\tau} \times \sqrt{\int_0^T (g(\vec{\phi}(\tau)) - g_0)^2 d\tau}.$$

Розглянемо важливий випадок, де всі компоненти вектора $\vec{\phi}$ – періодичні функцій з одним періодом, чи принаймні T_0 – є найменше спільне кратне таких періодів. Промислові небезпеки майже завжди мають чітко

виражену циклічність, наприклад, T_0 є тривалість робочого часу.

Скалярна функція $g(\vec{\phi}(t))$ також має період T_0 . Звичайно час спостережень включає ціле число робочих змін k . Тоді

$$\begin{cases} \Delta g = g - g_0; \\ \Delta \omega = \omega(\tau) - \omega_0; \end{cases}$$

$$\Delta(\vec{\phi}(t), 0, T) = \left| \sum_{i=1}^k \int_{(i-1)T_0}^{iT_0} \Delta \omega(\tau) \cdot \Delta g(\vec{\phi}(T - \tau)) d\tau \right| \leq \sum_{i=1}^k \Delta_i.$$

Кожне з доданків Δ_i , застосувавши формулу Лагранжа для $\Delta \omega(\tau)$ на відрізку $[(i-1)T_0; iT_0]$, перетворимо до вигляду:

$$\begin{aligned} \Delta_i &= \int_{(i-1)T_0}^{iT_0} \Delta \omega((i-1)T_0) \cdot \Delta g(\vec{\phi}(T - \tau)) d\tau + \\ &+ \int_{(i-1)T_0}^{iT_0} \frac{d}{d\tau} \omega(\zeta_i) \cdot [\tau - (i-1)T_0] \cdot \Delta g(\vec{\phi}(T - \tau)) d\tau, \end{aligned} \quad (3.8)$$

З періодичності g , перший інтеграл дорівнює нулю. Припустимо обмеження швидкості змінювання рівня шкідливих чинників та швидкості реакції організму на всьому $[0; T]$.

$$\left| \Delta g(\vec{\phi}(t)) \right| \leq C_1; \quad \left| \frac{d}{dt} \omega(t) \right| \leq C_2. \quad (3.9)$$

З (3.9) и (3.8) одержуємо:

$$\Delta_i \leq C_1 \cdot C_2 \int_{(i-1)T_0}^{iT_0} (\tau - (i-1)T_0) d\tau = \frac{1}{2} C_1 C_2 T_0^2 = \frac{1}{2k^2} C_1 C_2 T^2,$$

$$\Delta \leq \sum_{i=1}^k \Delta_i = \frac{1}{2r} C_1 C_2 T^2. \quad (3.10)$$

При переході до векторної моделі Гаммерштейна (3.2) маємо, подібно (3.5):

$$\begin{aligned} \Delta &= \left| \int_0^T (\bar{w}(\tau) - \bar{w}_0) \cdot \bar{f}(\bar{\phi}(T - \tau)) d\tau \right| \leq \\ &\leq \left| \int_0^T \Delta \bar{w}(\tau) \cdot \Delta \bar{f}(\bar{\phi}(T - \tau)) d\tau \right| + \left| \int_0^T \Delta \bar{w}(\tau) \cdot \bar{f}_0 d\tau \right|, \end{aligned} \quad (3.11)$$

де $\bar{f}_0(\bar{\phi}(t)) = \frac{1}{T} \int_0^T \bar{f}(\bar{\phi}(\tau)) d\tau$ – вектор середніх значень.

Очевидь, останній інтеграл в (3.11) дорівнює нулю. А перший не перевершує величини

$$\sum_{j=1}^m \left| \int_0^T \Delta \bar{w}(\tau)_j \cdot \Delta \bar{f}(\bar{\phi}(T - \tau))_j d\tau \right| \leq \sum_{j=1}^m \sqrt{\int_0^T (\Delta \bar{w}_j)^2 d\tau} \cdot \sqrt{\int_0^T (\Delta \bar{f}(\phi))_j^2 d\tau} \quad (3.12)$$

Якщо розглянемо періодичні впливи $T_0 = \frac{T}{k}$, одержимо

$$\begin{aligned} \Delta &\leq \sum_{i=1}^k \Delta_i ; \\ \Delta_i &= \left| \int_{(i-1)T_0}^{iT_0} \Delta \bar{w}(\tau) \cdot \Delta \bar{f}(\bar{\phi}(T - \tau)) d\tau \right| \leq \\ &\leq \sum_{j=1}^m \left| \int_{(i-1)T_0}^{iT_0} \frac{d}{d\tau} w_j(\zeta_{ij}) \cdot \Delta f_j(\bar{\phi}(T - \tau)) \cdot [\tau - (i-1)T_0] d\tau \right| \end{aligned} \quad (3.13)$$

Аналогічно (3.9) и (3.8) кожен доданок обмежено величиною $\frac{1}{2k^2} C_{1j} C_{2j} T^2$.

Від цього $\Delta \leq \frac{T^2}{2k} \cdot m \cdot \max_j \{C_{1j} C_{2j}\}$. Остання формула узагальнює

вираз (3.10) на випадок m діючих чинників та визначає похибку від заміни функціоналу дії функціоналом негативного впливу.

Відмітимо, що відповідний функціонал негативного впливу не є чисто «об'єктивним» показником зовнішнього виробничого середовища, оскільки враховує також деякі середні характеристики біосистем \bar{w}_0 .

3.2 Визначення залежності реакції організму людини-виконавця через вплив виробничих чинників

Як показано в підрозд. 3.1, другим членом розкладання моделі в ряд Тейлора (3.4) є векторна функція перетворення вхідного впливу ШВЧ на організм людини в опис реакції даного організму. Дана функція повинна відображати взаємозв'язок між характеристиками навколишнього середовища, що змінюються та набором параметрів, що характеризують психофізіологічний стан людини.

Особливостями даного взаємозв'язку є його динамічність, стохастичність, неперервність та нелінійність. Крім вказаних особливостей слід врахувати необхідність визначення даного елемента виразу (3.4) на основі результатів обробки експериментальних даних. Тому виникає задача представлення векторної функції $\vec{f}(\vec{\phi}(\tau))$ с урахуванням особливостей представлення самого комплексу ВЧ, результатів замірів дії окремих чинників, а також виразу, що встановлює конкретний вид залежності між

результатами заміру дії ВЧ та реакції організму людини на цю дію. Сказане вище потребує звернути увагу на визначення даної залежності.

В подразд. 1.4 було запропоновано описувати стан людини як множину статичних станів $SOST$. Однак, даний опис є незмінним з часом та не відображає зміну стану людини за час його професійної діяльності під впливом ВЧ. Тому введемо функцію $\vec{f}(t)$, що описує залежність між результатами замірів дії ШВЧ та поточною реакцією організму виконавця на цю дію. Як показано в підрозд. 1.4, кожний з станів може бути описано вектором параметрів (1.2), та може визначатися діапазоном значень даних параметрів.

Множина вектор-функцій дії ШВЧ можна представити у відповідності з виразом (1.4) наступним чином:

$$\vec{\phi}(t) = \left[\phi^1(t), \phi^2(t), \dots, \phi^m(t) \right]. \quad (3.15)$$

Шкала замірів для компонент вектор-функцій $\vec{f}(t)$ та $\vec{\phi}(t)$ вибрані таким чином, щоб виконувалася умова о центруванні даних $M[\vec{\phi}(t)] = 0$ та $M[\vec{f}(t)] = 0$. І тоді опис поточної реакції організму під дією ШВЧ можна визначити як

$$\sum_{i=1}^m f(\phi^{ik}(t)) = \int_0^{\infty} \phi^{ik}(\tau) \omega(\tau) d\tau, \\ SOST = [par_1, \dots, par_n] = \sum_{i=1}^m \left[\int_0^{\infty} \phi^{ik}(\tau) \omega(\tau) d\tau \right], \quad (3.16)$$

де f – функція перетворення дії ШВЧ в опис реакції організму людини;

ϕ^{ik} – значення i -го чинника, $i = 1, \dots, m$, що діє на k -го виконавця, $k=1, \dots, S$, в момент часу, коли проводиться замір;

$\omega(\tau)$ – функція, яка відображає конкретний взаємозв'язок, що не змінюється з часом між ШВЧ та набором параметрів, що характеризує психофізіологічний стан людини в момент часу τ .

Для визначення впливу зміряних ШВЧ на організм виконавця використаємо вираз (2.12).

Тоді, залежність між результатами замірів дії ШВЧ та реакцією організму виконавця на цю дію можна представити наступним чином:

$$f\left(\mu_{\phi^{ik}(t)}\right) = \int_0^{\infty} \mu_{\phi^{ik}(t)}(\tau) \omega_{nm}(\tau) d\tau, \quad (3.17)$$

$\mu_{\phi^{ik}(t)}$ – негативний вплив для m значень величини i -го ШВЧ, що діє на k -го виконавця в момент часу t_j .

Взаємозв'язок $f(t)$ та $\mu_{\phi^{ik}(t)}(t)$ поданий як зв'язок їх детермінованих компонент через диференціальне рівняння $f'(t) + b f(t) = a \mu_{\phi^{ik}(t)}(t)$, за умовою, що $f(t_1) = 0$. Така модель застосовується при дослідженні дії шкідливих чинників на біологічні системи [73, 75]. При переході до дискретного часу, получимо рівняння множинної регресії з відстаючими по часу змінними.

$$\vec{f}(\mu_{\phi^{ik}(t)}) = \sum_{i=1}^m \left[\int_0^{\infty} \mu_{\phi^{ik}(t)}(\tau) \omega_{nm}(\tau) d\tau \right], \quad (3.18)$$

де $\vec{f}(\vec{\phi}(\tau))$ – векторна функція перетворення вхідної дії ШВЧ на організм людини в опис реакції даного організму;

$\mu_{\phi^{ik}(t)}$ – негативний вплив процесу для m значень величини i -го ШВЧ, що діє на k -го виконавця в момент часу t_j ;

$\omega(\tau)$ – функція, яка відображає конкретний взаємозв'язок, що не змінюється з часом між ШВЧ та набором параметрів, що характеризує психофізіологічний стан людини в момент часу τ .

Основним методом рішення задачі знаходження функції, що відображає конкретний взаємозв'язок, інтенсивність впливу, що не змінюється з часом між ШВЧ та набором параметрів, що характеризує психофізіологічний стан людини, є складання рівняння Вінера-Хопфа. Існує ряд методів рішення рівняння Вінера-Хопфа, які засновані на подальшій параметризації задачі шляхом розкладання $\omega(t)$ за заданою системою функцій, або переходом до дискретного часу. Дана функція дозволяє встановлювати залежність реакції будь-якого організму на дію ШВЧ, наприклад, таких як підвищена температура тілу та ЕМВ [73, 75]. Ця залежність описує інтенсивність дії вказаного набору ШВЧ на організм та є універсальною та незмінною для будь-якого живого організму [73, 75].

І тоді, оцінити зміну поточного стану виконавця за час професійної діяльності під дією на нього ШВЧ за визначений час, враховуючи вище приведені перетворення, можна за допомогою наступного виразу

$$\begin{aligned} \overline{\Delta s_{ost}}(t_0, t_j) &= \overline{\Delta w}(\tau) = \overline{w}(\tau_0) \cdot \int_0^{\tau} f(\mu_{\phi^{ik}(t_0, t_j)}(\tau)) d\tau = \\ &= \overline{w}(\tau_0) \cdot \int_0^{\tau} \mu_{\phi^{ik}(t_0, t_j)} \omega_{nm}(\tau) d\tau \end{aligned} \quad (3.19)$$

Визначимо зміну поточного стану виконавця за набором параметрів відповідно з виразом (1.2), перший компонент моделі (3.19) можна представити наступним чином:

$$\overline{\Delta s_{ost}}(t_0, t_j) = \begin{bmatrix} par_1(0) \\ \dots \\ par_h(0) \\ \dots \\ par_n(0) \end{bmatrix} \cdot \int_0^{\tau} \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^m \mu_{\phi^{ik}}(t_0, t_j)(\tau) \omega_{1m}(\tau) \\ \dots \\ \sum_{i=1}^m \mu_{\phi^{ik}}(t_0, t_j)(\tau) \omega_{hm}(\tau) \\ \dots \\ \sum_{i=1}^m \mu_{\phi^{ik}}(t_0, t_j)(\tau) \omega_{nm}(\tau) \end{bmatrix} d\tau, \quad (3.19)$$

де $par_1(0), \dots, par_h(0), \dots, par_n(0)$ - параметри організму виконавця для визначення стану у початковий момент часу;

$\mu_{\phi^{ik}}(t_0, t_j)$ - негативний вплив процесу на виконавця;

$\omega_{1m}(\tau), \dots, \omega_{hm}(\tau), \dots, \omega_{nm}(\tau)$ - інтенсивність реакції організму на дію ВЧ;

τ – розмір нескінченно малої складової часу виміру впливу чинника на параметр.

3.3 Розробка математической модели, яка враховує наслідки, що виникають в результаті дії гетерогенних виробничих чинників на персонал

Результати гігієнічних досліджень говорять за те, що персонал в процесі здійснення професійної діяльності знаходиться під дією цілого комплексу різних чинників виробничого середовища та трудового процесу [20-25, 46-48]. Чинники виробничого середовища діють на організм не ізольовано. Рішення проблеми обліку їх комбінованої дії дуже складна та має множину варіантів. Для прогнозу сумісної дії гетерогенних виробничих чинників на організм виконавця підприємства визначене значення має рівень на якому діють ШВЧ. Найбільш небезпечними будуть ті чинники, які завдають шкоди найбільшій чисельності систем організму людини. На практиці говорити про усереднену

дію гетерогенних ШВЧ на людину неможливо. В більшості випадків можна говорити тільки за сумісну дію гетерогенних ШВЧ. При цьому найбільш сильно може проявлятися дія одного або декількох ШВЧ даної групи, а дія інших ШВЧ носить, як правило, нелінійний характер, який в рядку випадків може приводити до серйозного посиленню негативної дії інших ШВЧ на організм людини [46-48, 71].

Вивчення сумісного впливу одночасно декількох гетерогенних чинників на організм людини є однією з основних проблем сучасної біології та медицини [50-71]. Якщо встановлена дія комплексу чинників на стан здоров'я, окремих функцій організму та працездатність, то для вивчення їх сумісної дії необхідно враховувати наступне:

а) наявність або відсутність впливу на організм комплексу чинників, що розглядаються;

б) направленість впливу окремих чинників на інтегральні показники здоров'я або окремих функцій, тобто, викликають чинники, що досліджуються, поліпшення або погіршення показників. Відповідно з цим вирішується питання про синергізм або антагонізм їх дії;

в) взаємодію впливу окремих чинників. При цьому встановлюють, чому рівний результат сумісної дії чинників.

В класичних моделях одночасної дії двох токсичних (або фармакологічних) агентів були виділені три типу взаємодії: аддитивизм, антагонізм та синергізм або кумулятивна дія. Ці три взаємодії можна розповсюдити та на інші чинники [57].

В результаті дії ШВЧ на організм виконавця можливі погіршення стану його здоров'я, що проявляються в наявності та розвитку професійних захворювань, які можуть виникати як після однієї дії ШВЧ, так і після багатократної їх дії. На основі результатів атестації робочого місця та медичних оглядів керівництво підприємства повинно прийняти управлінське рішення по допуску персоналу до виконання професійної діяльності [21, 23]. Це рішення повинно базуватися на результатах оцінки та прогнозу зміни

стану виконавця під дією ШВЧ процесів та робіт підприємства, в яких цей виконавець приймає участь. Однак, як показано вище, існуючі проблеми не дозволяють формалізувати процес прийняття подібних рішень.

Як показано у виразі (2.3), третій елемент моделі характеризує наслідки, що виникають в результаті дії гетерогенних виробничих чинників на персонал [71].

Однак, оцінювати зміну стану організму виконавця за результатами прямих вимірів, як правило, неможливо. Тому, виникає задача прогнозування зміни стану виконавця за результатами спостереження дії гетерогенних ШВЧ. Треба зазначити, спираючись на наведені раніше літературні дані, що зміна стану людини-виконавця залежить не тільки від впливу негативних чинників, а також від накопичення цієї дії, наслідків, тобто кумулятивного ефекту [46-48, 71]. Для опису цього ефекту у виразі (3.3) використовується компонент у вигляді функції $R(\tau, \tau_0)$. Треба зазначити, що $R(\tau, \tau_0)$ – це δ -функція (функція Діраку), що не є функцією в класичному розумінні. Формально визначається як неперервний лінійний функціонал у просторі диференційованих функцій. В нашому випадку, коли відбувається змінювання стану виконавця з одного на інший, то $R(\tau, \tau_0)$ дорівнює 1, в іншому випадку $R(\tau, \tau_0) = 0$.

Тобто, в загальному випадку функцію $R(\tau, \tau_0)$ у вигляді символічного опису наявності кумулятивного ефекту, тобто наслідків, які виникають в процесі змінювання стану виконавця, можна представити наступним чином:

$$R(t, t_0) = \begin{cases} sost(t) \setminus sost(0) = \emptyset \rightarrow R(t, t_0) = 0; \\ sost(t) \setminus sost(0) \neq \emptyset \rightarrow R(t, t_0) = 1, \end{cases} \quad (3.20)$$

де $sost(t)$ – поточний стан виконавця в момент t ;

$sost(0)$ – стан виконавця на початок часу робочої зміни, процесу t_0 ;

t – момент часу визначення стану виконавця.

Оскільки стан людини як показано в підрозд. 1.4 може бути визначений набором параметрів, то функція $R(t, t_0)$, що описує можливі наслідки дії гетерогенних виробничих чинників на персонал через змінювання його стану може бути представлена наступним чином:

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} par_{1min}(t); par_{1max}(t) \\ \dots \\ par_{nmin}(t); par_{nmax}(t) \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} par_{1min}(0); par_{1max}(0) \\ \dots \\ par_{nmin}(0); par_{nmax}(0) \end{bmatrix} = 0 \rightarrow R = 0, \\ \begin{bmatrix} par_{1min}(t); par_{1max}(t) \\ \dots \\ par_{nmin}(t); par_{nmax}(t) \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} par_{1min}(0); par_{1max}(0) \\ \dots \\ par_{nmin}(0); par_{nmax}(0) \end{bmatrix} > 0 \rightarrow R = 1. \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \overline{\Delta sost}(t_1, t_2) &= R(t, t_0) \cdot \vec{w}(\tau_0) \cdot \int_0^{t_2-t_1} f(\mu_{\phi^{ik}(t_0, t_2)}(t_2 - \tau)) d\tau = \\ &= R(t, t_0) \cdot \vec{w}(\tau_0) \cdot \frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^{t_2-t_1} \mu_{\phi^{ik}(t_0, t_j)} \omega_{nm}(\tau) d\tau = \end{aligned}$$

$$= R(t, t_0) \begin{bmatrix} par_1(0) \\ \dots \\ par_h(0) \\ \dots \\ par_n(0) \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^{t_2-t_1} \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^m \mu_{\phi^{ik}(t_0, t_j)}(\tau) \omega_{1m}(\tau) \\ \dots \\ \sum_{i=1}^m \mu_{\phi^{ik}(t_0, t_j)}(\tau) \omega_{hm}(\tau) \\ \dots \\ \sum_{i=1}^m \mu_{\phi^{ik}(t_0, t_j)}(\tau) \omega_{nm}(\tau) \end{pmatrix} d\tau, (3.21)$$

де $\overline{\Delta sost}(t_1, t_2)$ – змінювання поточного стану виконавця за час $[t_1, t_2]$;

$par_1(0), \dots, par_h(0), \dots, par_n(0)$ – параметри організму виконавця для визначення стану у початковий момент часу робочої зміни;

$\omega_{1m}(\tau), \dots, \omega_{hm}(\tau), \dots, \omega_{nm}(\tau)$ - інтенсивність реакції організму на дію ВЧ;

$\mu_{\phi^{ik}}(t_0, t_j)$ - негативний вплив процесу для виконавця за час $[t_0, t_j]$;

τ – момент часу виміру дії впливу чинника на параметр стану виконавця, розмір нескінченно малої складової часу виміру.

Враховуючи вираз (3.21), що описує можливі наслідки, що виникають в результаті змінювання стану виконавця під час дії гетерогенних виробничих чинників на персонал можна оцінити наслідки дії для прогнозу змінювання стану виконавця підприємства.

І тоді, враховуючи вираз (1.2), що дозволяє визначити стан виконавця набором функціональних параметрів стану організму та проведені дослідження, вираз (2.3), модель стану виробничого персоналу можна представити наступним чином [47]:

$$\begin{aligned} \overrightarrow{sost}_j^k = & \begin{bmatrix} par_1(0) \\ \dots \\ par_h(0) \\ \dots \\ par_n(0) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} par_1(0) \\ \dots \\ par_h(0) \\ \dots \\ par_n(0) \end{bmatrix} \cdot \int_0^\tau \left(\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^m \mu_{\phi^{ik}}(t_0, t_j)(\tau) \omega_{1m}(\tau) \\ \dots \\ \sum_{i=1}^m \mu_{\phi^{ik}}(t_0, t_j)(\tau) \omega_{hm}(\tau) \\ \dots \\ \sum_{i=1}^m \mu_{\phi^{ik}}(t_0, t_j)(\tau) \omega_{nm}(\tau) \end{bmatrix} \right) d\tau + \\ & + R(t, t_0) \begin{bmatrix} par_1(0) \\ \dots \\ par_h(0) \\ \dots \\ par_n(0) \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^{t_2 - t_1} \left(\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^m \mu_{\phi^{ik}}(t_0, t_j)(\tau) \omega_{1m}(\tau) \\ \dots \\ \sum_{i=1}^m \mu_{\phi^{ik}}(t_0, t_j)(\tau) \omega_{hm}(\tau) \\ \dots \\ \sum_{i=1}^m \mu_{\phi^{ik}}(t_0, t_j)(\tau) \omega_{nm}(\tau) \end{bmatrix} \right) d\tau \quad (3.22) \end{aligned}$$

3.4 Розробка методу оцінювання працездатності виробничого персоналу

Як було зазначено в підрозд. 1.4, основною метою ІС МС ВП підприємства слід вважати збір та аналіз даних про дію ШВЧ на персонал підприємства, а також оцінку та прогноз змінювання стану персоналу підприємства в результаті здійснення професійної діяльності. Як показано в підрозд. 2.1, для опису стану виробничого персоналу підприємства пропонується використовувати модель стану виробничого персоналу (2.3). Першим членом цього виразу є векторна функція $w(\tau_0)$, що визначає внутрішній стан людини в початковий момент часу τ_0 . Будь-який стан визначається набором параметрів (1.2), значення яких можуть знаходитися в межах заданого діапазону, що дозволяє зробити висновок про поточний стан людини. Стан людини в який-небудь момент часу t визначається величиною $sost_j(t)$, яка визначається за допомогою вектору параметрів людини, де $par_j(t)$ є значенням j -го параметру, що визначає стан організму людини під час професійної діяльності. В підрозд. 1.4 було прийнято, що збільшення показника $sost_j(t)$ відповідає погіршенню стану людини, при чому змінювання $sost_j(t)$ залежить тільки від чинників, що діють у період зміни. Перехід із стану $sost_j$ в стан $sost_n$ може відбуватися в будь-який момент часу. Було також прийнято, що бажаною метою кожної людини-виконавця є збереження її здоров'я та створення передумов для підтримки високого рівня її працездатності [53].

Для того, щоб оцінити працездатність ВП в конкретний момент часу по зміряним параметрам, необхідно вирішити задачу класифікації одного стану з множини можливих станів, що визначається на основі множини незалежних параметрів [48].

Дане уявлення задачі класифікації дозволяє скористатися для

визначення працездатності людини-виконавця в момент часу τ_0 метод Naive Bayes [49]. Даний метод дозволяє за результатами вимірювань розрахувати ймовірність знаходження виконавця підприємства в кожному зі станів та виділити в якості рішення задачі класифікації той стан $sost_j(t)$, $j = 1, \dots, n$, ймовірність знаходження в якому сама висока. В основі методу Naive Bayes лежить розрахунок умовної ймовірності правильного визначення працездатності виконавця за результатами замірювань вказаних вище параметрів [47, 48].

Для використання цього методу введемо множину класів $C = [sost_1(t), \dots, sost_j(t), \dots, sost_n(t)]$. Результати вимірювання параметрів стану виконавців можуть бути описані виразом (1.4). Тоді умовну ймовірність належності вектору виміряних параметрів до стану виконавця можна вирахувати за формулою:

$$P(C = sost_j(t) | par_j(t)) = \frac{P(par_j(t) | C = sost_j(t)) \times P(C = sost_j(t))}{P(par_j(t))} \quad (3.24)$$

де $P(C = sost_j(t) | par_j(t))$ – ймовірність того, що об'єкт $par_j(t)$ з будь-якими зафіксованими значеннями буде класифікований як належний до класу $sost_j(t)$;

$P(C = sost_j(t))$ – ймовірність існування класу $sost_j(t)$;

$P(par_j(t))$ – ймовірність того, що об'єкт $par_j(t)$ буде описаний зафіксованими значеннями.

Оскільки сукупність параметрів вектору (1.2) та, як показано вище, кожний елемент цього вектору не залежить від інших елементів того ж вектору, представимо $par_j(t) = [par_{j1}(t), \dots, par_{jh}(t), \dots, par_{jp}(t)]$. Кожний елемент цього опису може приймати множину значень, з якої в момент

проведення вимірювань фіксується конкретне значення $d_{par_{j1}(t)}, \dots, d_{par_{jh}(t)}, \dots, d_{par_{jp}(t)}$, що характеризує параметри організму виконавця в момент часу τ_0 . Тоді вираз (3.24) прийме вид:

$$\begin{aligned}
 & P\left(C = sost_j(t) \left[par_{j1}(t), \dots, par_{jh}(t), \dots, par_{jp}(t) \right] \right) = \\
 & = P\left(par_{j1}(t) = d_{par_{j1}(t)} \mid C = sost_j(t)\right) \times \dots \times \\
 & \times P\left(par_{jh}(t) = d_{par_{jh}(t)} \mid C = sost_j(t)\right) \times \dots \times \\
 & \times P\left(par_{jp}(t) = d_{par_{jp}(t)} \mid C = sost_j(t)\right) / \\
 & / P\left(\left[par_{j1}(t), \dots, par_{jh}(t), \dots, par_{jp}(t) \right] \right), \quad (3.25)
 \end{aligned}$$

при цьому ймовірність $P\left(par_{j1}(t) = d_{par_{j1}(t)} \mid C = sost_j(t)\right)$ визначається за формулою

$$\begin{aligned}
 P\left(par_{j1}(t) = d_{par_{j1}(t)} \mid C = sost_j(t)\right) = P\left(par_{j1}(t) = d_{par_{j1}(t)} \cap C = sost_j(t)\right) / \\
 / P\left(C = sost_j(t)\right), \quad (3.26)
 \end{aligned}$$

де \cap - логічний перетин (логічне «і»).

Враховуючи, що $d_{par_{j1}(t)}$ при визначенні стану $sost_j(t)$ повинний знаходитися в діапазоні значень параметрів, що визначають стан об'єкту, (3.26) прийме вид

$$\begin{aligned}
 & P\left(par_{j1}(t) = d_{par_{j1}(t)} \mid C = sost_j(t)\right) = \\
 & = P\left(\begin{array}{l} par_{j1}(t) = d_{par_{j1}(t)} \cap d_{par_{j1}(t)} \in \\ \in [d_j^{min}, d_j^{max}] \cap C = sost_j(t) \end{array} \right) / P\left(C = sost_j(t)\right). \quad (3.27)
 \end{aligned}$$

де $\left[d_j^{min}, d_j^{max} \right]$ – діапазон значень параметру $par_{j1}(t)$, що відповідає стану $sost_j(t)$.

Дану ймовірність можна розрахувати як відношення кількості записів навчальної вибірки, у яких значення атрибуту $par_{j1}(t)$ приймає значення $d_{par_{j1}(t)}$, при чому значення $d_{par_{j1}(t)}$ знаходиться у діапазоні $\left[d_j^{min}, d_j^{max} \right]$, до загальної кількості записів навчальної вибірки, для яких значення стану кожного виконавця визначається як $sost_j(t)$.

Ймовірність $P(C = sost_j(t))$ розраховується як відношення кількості записів навчальної вибірки, в якій значення атрибуту, що визначає стан виконавця, дорівнюється $sost_j(t)$, до загальної кількості записів навчальної вибірки. Для того, щоб не розраховувати ймовірність $P(\left[par_{j1}(t), \dots, par_{jh}(t), \dots, par_{jp}(t) \right])$, вираз (3.25) слід нормалізувати наступним чином:

$$\begin{aligned} & P(C = sost_j(t) \left[par_{j1}(t), \dots, par_{jh}(t), \dots, par_{jp}(t) \right]) = \\ & = \frac{P(C = sost_j(t) \left[par_{j1}(t), \dots, par_{jh}(t), \dots, par_{jp}(t) \right])}{\sum_{j=1}^P P(C = sost_j(t) \left[par_{j1}(t), \dots, par_{jh}(t), \dots, par_{jp}(t) \right])}, \end{aligned} \quad (3.28)$$

де $\sum_{j=1}^P P(C = sost_j(t) \left[par_{j1}(t), \dots, par_{jh}(t), \dots, par_{jp}(t) \right])$ – сума ймовірностей

можливих результатів класифікації.

Оскільки ми виділяємо n можливих станів виконавця, знаменник буде складатися з n доданків. Дане представлення дозволяє представити етапи методу оцінювання працездатності ВП на основі аналізу показників діяльності систем організму виконавців для вирішення задачі класифікації стану виконавця, в

момент часу наступним чином [54]:

Етап 1. Формування навчальної вибірки на основі записів зі сховища даних ІС МС ВП на підприємстві.

Етап 2. Розрахунок ймовірностей $P(C = sost_1(t)), \dots, P(C = sost_j(t)), \dots, P(C = sost_n(t))$, на основі навчальної вибірки.

Етап 3. Розрахунок ймовірностей (3.26) для кожного діапазону значень кожного з вимірних параметрів та кожного зі станів на основі навчальної вибірки.

Етап 4. Рішення задачі класифікації для виконавця шляхом розрахунку ймовірностей (3.26) та нормалізації (3.28) з урахуванням сформованих класифікаційних правил.

При цьому в ході виділення навчальної вибірки необхідно вибрати одне з наступних варіантів рішення:

а) аналіз стану виконавців конкретного підприємства (в тому числі з урахуванням плинності кадрів);

б) аналіз стану виконавців без обліку місць їх роботи.

Дані варіанти визначають додаткові умови фільтрації записів в ході формування навчальної вибірки.

Особливістю використання даного методу є неможливість формування навчальної вибірки бажаних розмірів у початковий період експлуатації ІС МС ВП підприємства. Тому пропонується в якості перших обов'язкових записів в даній навчальній вибірці розглядати записи, що є усередненим описом параметрів, кожного зі станів за результатами проведених раніш спостережень [51-54]. Тоді пропонується прийняти гіпотезу про рівномірність розподілення ймовірностей для опису класів та значень кожного параметру, у випадку проведення спостереження за виконавцем перший раз. Аналогічним чином проводиться розрахунок з використанням виразів (3.27), (3.25) и (3.28). З урахуванням сказаного, Етап 1 методу для вирішення задачі класифікації стану виконавця в момент часу прийме такий вид:

Етап 1. Перевірка наявності у сховищі даних записів, що містять

результати спостережень за конкретним виконавцем на конкретному підприємстві. У випадку, якщо таких записів у сховищі даних немає – формування навчальної вибірки з n записів, що відображають усереднені результати виконаних раніш спостережень.

Запропоноване удосконалення методу оцінювання працездатності ВП дозволяє його використання в ході визначення оцінювання працездатності виконавців на основі аналізу показників діяльності систем організму в момент часу без залежності від можливості формування навчальної вибірки на основі історичних даних про стан виконавця [49].

Для опису алгоритму застосування методу оцінювання працездатності виконавців на основі аналізу показників діяльності систем організму в момент часу, який дозволяє класифікувати стан виконавця в умовах недостатньої кількості накопичених даних, введемо наступні визначення:

- а) P_{end} – результат виконання методу як ймовірність перебування виконавця в i -ому стану;
- б) P – сума ймовірностей можливих результатів класифікації;
- в) P_i – ймовірність класифікації стану, в якому перебуває виконавець, як i -го;
- г) P_{ij} – ймовірність того, що значення j -го параметру дозволить класифікувати стан виконавця як i -ий;
- д) sost_i – ймовірність того, що виконавець буде знаходитися в i -тому стані за результатами дослідження навчальної вибірки;
- е) HData – масив історичних даних о виконавцях;
- ж) Sotr – ідентифікатор виконавця;
- з) par_j – значення j -го параметру.

Тоді алгоритм використання методу оцінювання працездатності ВП на основі аналізу показників діяльності систем організму в конкретний момент часу за результатами вимірювання значень параметрів його організму буде мати наступний вид.

Крок 1.1. $Sotr = \langle \text{Прізвище} \rangle + \langle \text{Ім'я} \rangle + \langle \text{По-батькові} \rangle$ from $Sotr$.

Крок 1.2. $HData = \langle id_виконавця \rangle + \langle id_параметру \rangle + \langle id_значення_параметру \rangle$ where $Sotr$.

Крок 1.3. Якщо $HData = \emptyset$, то $HData = \langle id_стану \rangle + \langle id_параметру \rangle + \langle id_нижня_межа_діапазону \rangle + \langle id_верхня_межа_діапазону \rangle$

Крок 2.1. $i = 1$.

Крок 2.2. $sost_i = \text{Count}(HData) \text{ where } \langle id_стану \rangle = i$.

Крок 2.3. $i = i + 1$.

Крок 2.4. Якщо $i \leq n$, то перейти до Кроку 2.2.

Крок 3.1. $i = 1$.

Крок 3.2. $j = 1$.

Крок 3.3. $P_{ij} = \text{Count}(HData) \text{ where } \langle \text{значення_параметру} \rangle = par_j \text{ and } \langle \text{нижня_межа_діапазону} \rangle \leq par_j \leq \langle \text{верхня_межа_діапазону} \rangle \text{ and } \langle id_стану \rangle = i$.

Крок 3.4. $P_{ij} = \frac{P_{ij}}{sost_i}$.

Крок 3.5. $j = j + 1$.

Крок 3.6. Якщо $j \leq n$, то перейти до Кроку 3.2, інакше перейти до Кроку 4.1.

Крок 4.1. $i = 1$.

Крок 4.2. $P_i = 1$.

Крок 4.3. $i = i + 1$.

Крок 4.4. Якщо $i \leq n$, то перейти до Кроку 4.2, інакше перейти до Кроку 4.5.

Крок 4.5. $i = 1$.

Крок 4.6. $j = 1$.

Крок 4.7. $P_i = P_i \cdot P(par_j, sost_i)$.

Крок 4.8. $j = j + 1$.

Крок 4.9. Якщо $j \leq n$, то перейти до Кроку 4.7, інакше перейти до Кроку 4.10.

Крок 4.10. $i = i + 1$.

Крок 4.11. Якщо $i \leq n$, то перейти до Кроку 4.6, інакше перейти до Кроку 4.12.

Крок 4.12. $P = 0$.

Крок 4.13. $i = 1$.

Крок 4.14. $P = P + P_i$.

Крок 4.15. $i = i + 1$.

Крок 4.16. Якщо $i \leq n$, то перейти до Кроку 4.14, інакше перейти до Кроку 4.17.

Крок 4.17. $i = 1$.

Крок 4.18. $P_{\text{end } i} = 1$.

Крок 4.19. $i = i + 1$.

Крок 4.20. Якщо $i \leq n$, то перейти до Кроку 4.18, інакше перейти до Кроку 4.21.

Крок 4.21. $i = 1$.

Крок 4.22. $P_{\text{end } i} = \frac{P_{\text{end } i} \cdot P_i}{P}$.

Крок 4.23. $i = i + 1$.

Крок 4.24. Якщо $i \leq n$, то перейти до Кроку 4.22, інакше завершити виконання алгоритму.

Схема алгоритму у вигляді діаграми діяльності UML представлена на рис. 3.1.

Для кожного виконавця набір параметрів, що визначають стан організму та діапазон змінювання цих параметрів, що характеризують зміну стану, є унікальними. В тому випадку, коли немає можливості працювати з унікальними індивідуальними наборами параметрів та діапазонами їх змінювання, можливе використання даних медичних досліджень, що відображають відповідність вимірних параметрів стану людини.

При вивченні реакції організму на те чи інше фізичне навантаження звертають увагу на ступінь змінювання показників, що визначаються та час їх вертання до початкового рівня.



Рисунок 3.1 – Схема алгоритму виконання методу оцінювання працездатності виробничого персоналу (лист 1)

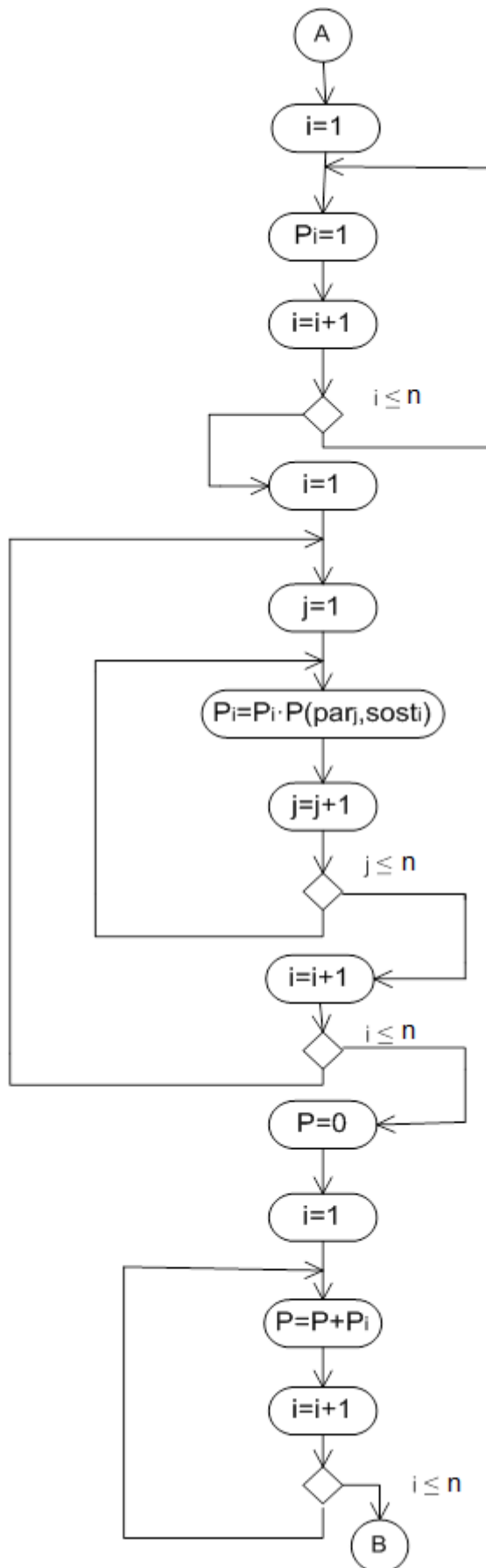


Рисунок 3.1 – Схема алгоритму виконання методу оцінювання працездатності виробничого персоналу (лист 2)

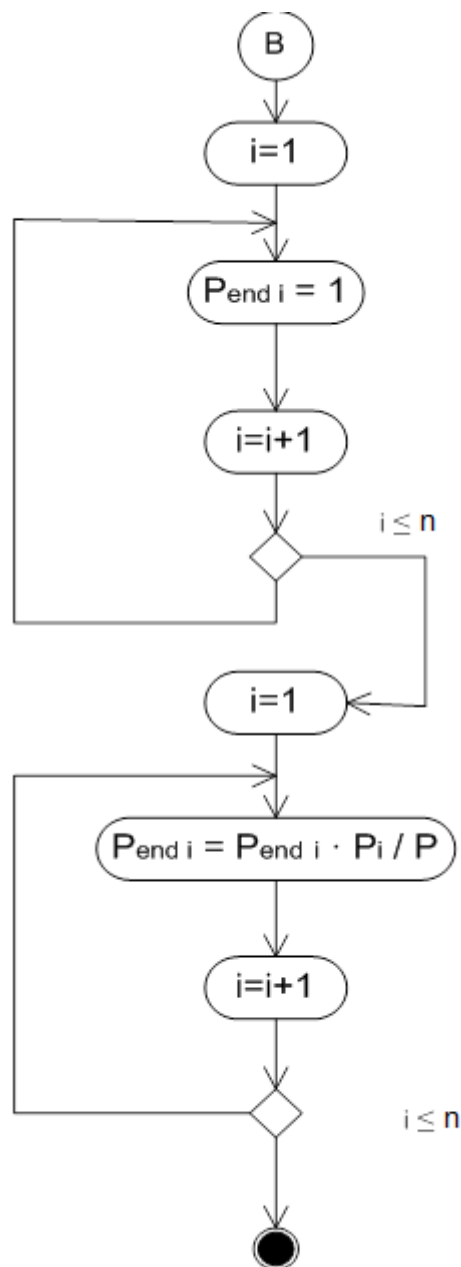


Рисунок 3.1 – Схема алгоритму виконання методу оцінювання працездатності виробничого персоналу (лист 3)

Правильна оцінка ступеня реакції та тривалості відновлення дозволяють достатньо точно оцінити стан, кого обстежують. Багаточисельні медичні дослідження підтверджують найбільш наглядний та інформативний характер реакції серцево-судинної системи в вигляді частоти серцевих скорочень (ЧСС) та рівнів артеріального тиску (АТ) на специфічні умови зовнішнього середовища, що змінюються з часом [50-54].

По характеру змінювання ЧСС и АТ після тестування визначають п'ять

типів реакції серцево-судинної системи:

- а) нормо тонічний;
- б) гіпотонічний (астенічний);
- в) гіпертонічний;
- г) дистонічний;
- д) ступінчастий.

Нормо тонічний тип реакції характеризується прискоренням пульсу, підвищенням систолічного та пониженням діастолічного АТ, підвищенням пульсового тиску. Така реакція вважається фізіологічною, тому що при нормальному прискоренні пульсу пристосування до навантажень виникає за рахунок підвищення пульсового тиску, що опосередковано характеризує зростання ударного об'єму серця. Гіпотонічний (астенічний) тип реакції серцево-судинної системи характеризується значним прискоренням серцевих скорочень (тахікардія) та в меншому ступені підвищенням ударного об'єму серця, невеликим збільшенням систолічного та незмінним (або небагато підвищеним) діастолічним АТ. Гіпертонічний тип реакції на фізичне навантаження характеризується різким підвищенням систолічного АТ з одночасним збільшенням діастолічного АТ та значним прискоренням пульсу. Дистонічний тип реакції серцево-судинної системи на фізичне навантаження характеризується значним підвищенням систолічного АТ та діастолічного АТ, котре після припинення навантаження може різко знизитися, іноді до «0» (феномен без кінцевого тону), при цьому ЧСС значно збільшується. Ступінчастий тип реакції характеризується ступінчастим зростом систолічного АТ. Така реакція серцево-судинної системи відображає функціональну неповноцінність регуляторної системи кровообігу, тому її оцінюють як несприятливу, при цьому період відновлення ЧСС і АТ зтягується. Реакція на фізичне навантаження вважається доброю в тому випадку, коли при нормальних початкових даних пульсу та АТ відмічається відновлення цих показників на 2-3-й хвилині. Реакція вважається задовільною, якщо відновлення стається на 4-5-й хвилині, якщо після

навантаження з'являються гіпотонічна, гіпертонічна, дистонічна та ступінчаста реакції та відновлювальний період затягується до 5 та більш хвилин, то реакція розглядається як незадовільна. Відсутність відновлення ЧСС та АТ протягом 4-5 хвилин зразу після навантаження також при нормотонічній реакції сліду оцінювати як незадовільну реакцію. Дані результати дають можливість зробити висновок про залежність реакції показників серцево-судинної системи від інтенсивності фізичного навантаження та про незалежності параметрів між собою.

На основі сказаного вище можна зробити висновок про допущення використання даних показників, що визначають реакцію серцево-судинної системи людини-виконавця на умови навколишнього середовища, що змінюються в ході виконання професійної діяльності як параметрів, що використовують для визначення стану виконавців при реалізації методу оцінювання працездатності виробничого персоналу.

3.5 Висновки по розділу

1. З метою підвищення точності оцінювання негативного впливу ВЧ на людину, були проведені роботи по дослідженню нелінійних моделей оцінювання дії ВЧ на організм виконавця підприємства. В ході визначення моделі перетворення результатів вимірювань вхідної дії ВЧ в опис реакції організму виконавця підприємства та на основі припущень щодо неможливості оцінювання змін параметрів стану виконавця за результатами прямих вимірювань, удосконалено математичну модель оцінювання змін параметрів поточного стану виконавця впродовж виконання професійної діяльності, яка, на відміну від існуючих, враховує результати негативного впливу виробничих чинників на персонал та характер спільної дії окремих виробничих чинників на організм виконавця, що дозволяє кількісно оцінити

зміни психофізіологічних параметрів стану виконавця та реалізувати функцію аналізу зміни поточного стану виробничого персоналу (вираз (3.19)).

2. Базуючись на основі припущень щодо неможливості оцінювання змін параметрів стану виконавця за результатами прямих вимірювань, вирішена задача прогнозування змінювання стану організму за результатами спостережень за дією ВЧ у вигляді наслідків, що виникають з нелінійного характеру спільної дії окремих виробничих чинників на організм виконавця в ході професійної діяльності (вираз (3.21)).

3. Вперше розроблено математичну модель стану виробничого персоналу, що враховує початковий стан виконавців, зміну поточного стану впродовж виконання професійної діяльності та наслідки, які виникають в результаті дії гетерогенних чинників на персонал, що дозволяє кількісно оцінити стан виконавців та зміни цього стану і зменшити витрати через непрацездатність виробничого персоналу при плануванні переліку робіт підприємства та дозволяє засобами запропонованої інформаційної технології реалізувати функції моніторингу стану виробничого персоналу (вираз (3.22)). Використання цієї моделі дозволяє формалізувати стан ВП підприємства за допомогою психофізіологічних параметрів організму виконавців для подальшого аналізу з метою мінімізації непродуктивних витрат.

4. Набув подальший розвиток метод оцінювання працездатності виробничого персоналу, який, на відміну від існуючих, класифікує стан виконавців на основі аналізу психофізіологічних параметрів стану в умовах недостатньої кількості накопичених даних, що дозволяє запропонованій інформаційній технології реалізувати функцію оцінки стану виконавця відповідно до чинних правил визначення працездатності персоналу.

5. Розроблений алгоритм реалізації методу оцінювання працездатності виробничого персоналу за результатами вимірювань значень показників діяльності систем організму виконавців. Представлена схема алгоритму, що виконана у вигляді діаграми діяльності мови UML на платформи-

незалежному рівні, що дозволяє реалізувати даний алгоритм з використанням більшості сучасних мов програмування.

Список використаних джерел у даному розділі наведено у повному переліку використаних джерел під номерами: [20-25, 46-71, 73, 75, 79].

4 РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ВИРОБНИЧОГО ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМСТВА ТА АПРОБАЦІЯ ОДЕРЖАНИХ РІШЕНЬ

4.1 Розробка моделі архітектури інформаційної системи моніторингу стану виробничого персоналу підприємства

Дослідження показали, що ринок ІС моніторингу стану ВП орієнтований на розробку унікальних систем, що відповідають конкретним потребам замовника, або ж системі документообігу відділу управління персоналу. Типові системи МС ВП практично повністю відсутні. ІС, найбільш подібні до сучасного представлення ІС об'єктами або процесами, дозволяють автоматизувати основні виробничі функції спеціаліста по управлінню виробничим персоналом: атестація робочих місць, формування звітів по нещасним випадкам, профзахворювань, інструктажам та інш., ведення документації відповідно до поточного законодавства. Однак, головним недоліком даних систем є практично повна відсутність функцій аналізу ситуації, що склалася в області моніторингу якості професійного життя, а також прогнозу розвитку непередбачених та надзвичайних ситуацій і аварій, які можуть виникнути.

У зв'язку з цим виникає необхідність створення повномасштабних ІС, що орієнтовані на моніторинг, аналіз та управління станом виробничого персоналу як станом якості професійного життя персоналу. Така орієнтація ІС потребує перехід від традиційного уявлення процесів підприємства як людино-машинних систем до процесних моделей, що дозволяють описати (в тому числі на формальному рівні) взаємозв'язок конкретного процесу підприємства, механізмів та умов його виконання [1].

Головною проблемою, що ускладнює розробку процесних моделей МС ВП підприємства, є відсутність системного підходу до процесного опису задач моніторингу діяльності виконавців підприємства [81] Сутність цієї

проблеми стає у відсутності базових концепцій побудови та формальних описів загальносистемних рішень, призначених для інтеграції окремих відомих задач моніторингу та управління персоналом підприємства та його процесів. В основі подібних формалізованих представлень, згідно сучасним стандартам ISO 15288 та ISO 12207, знаходиться формалізований опис такого поняття як «архітектура системи» [82, 83].

Для практичного застосування в ході створення ІС та технологій використовується поняття «опис архітектури» – артефакт, який виражає архітектури для розуміння, аналізу та порівняння можливих для системи архітектур. Даний артефакт використовується як свого роду «креслення» для проектування та конструювання ІС та технологій (см. рис. 4.1) [81, 84, 85].

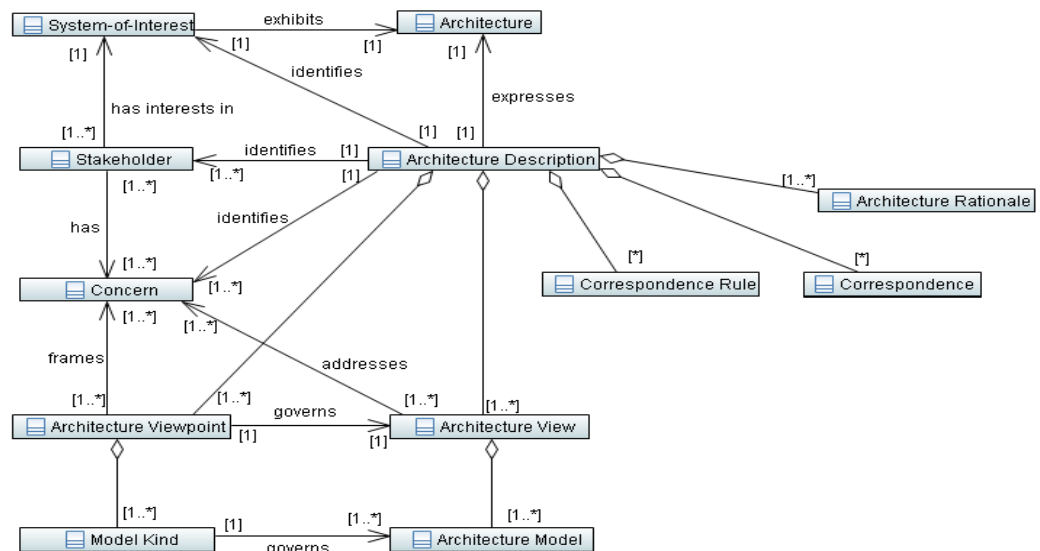


Рисунок 4.1 – Діаграма класів, що описує ядро поняття «опис архітектури»

Головною аксіомою формування опису архітектури ІС МС ВП слід признати дане в [85] визначення інформаційних систем як систем, що складаються із персоналу і комплексу засобів автоматизації та спрямованих на досягнення головної мети діяльності ІС – формування та відображення

єдиного цілісного інформаційного представлення об'єкту або процесу у відповідності до цілей, що поставлені перед системою. Під комплексом засобів автоматизації слід розуміти обчислювальне та комунікаційне обладнання, ПЗ, лінгвістичні засоби та інформаційні ресурси, нормативні та розпорядні документи та інші засоби, що забезпечують головну мету діяльності ІС [82-87].

Дане визначення виділяє як основну архітектурну модель створюваної ІС МС ВП модель, що описує структури даних, які зберігаються та обробляються [88-94]. Тому рішення задачі дослідження визначається тим представленням даних, яке формується, в залежності від формального опису задач моніторингу стану ВП.

Запропоноване в підрозд. 2.3 представлення негативного впливу виробничих чинників на персонал μ_k (2.12) дозволяє описати вплив ШВЧ на стан організму виконавців (2.15) та оцінити зміну стану виконавця під час здійснення професійної діяльності.

Вираз (2.12) дозволяє сформулювати процес побудови ІС МС ВП як формування єдиного цілісного та несуперечливого представлення про вплив ШВЧ на персонал підприємства, під час здійснення професійної діяльності. Оскільки, кожний процес може бути описаний виразом (2.15), то базова побудова ІС МС ВП може бути представлена як результат об'єднання формальних описів негативного впливу ВЧ по кожному з процесів підприємства. Таке об'єднання може проводитися на основі багатомірної моделі даних, яка дозволяє організувати збір, обробку та відображення великих масивів даних про сумісний вплив гетерогенних ВЧ. Нехай на підприємстві, що досліджується буде n процесів, кожен з яких описується з точки зору МС ВП виразом (2.12). Тоді формально побудову ІС МС ВП можна представити наступним чином

$$M_{IS} = \bigcup_k \mu_k = \bigcup_k \left[\mu_{\phi^{li}(T)} \right], i = 1, \dots, m, \quad (4.1)$$

де μ_k – негативний вплив процесу на персонал, що описується виразом (2.12).

Дана модель дозволяє розглядати ІС МС ВП як результат об'єднання описів векторів усереднених значень ШВЧ, в якому описи показників ШВЧ, загальні для ряду процесів підприємства, не будуть дублюватися у схемі сховища даних. Такий підхід дозволяє зробити висновок про те, що головною архітектурною точкою зору на ІС МС ВП є точка зору, що представляє цю систему як різновид систем підтримки прийняття рішень, що основані на сховище даних.

До відповідності з даним визначенням, основною метою ІС МС ВП підприємства слід вважати збір та аналіз даних негативного впливу ШВЧ на персонал підприємства, що бере участь в процесах підприємства, а також визначення стану, оцінки та прогнозу змінювання стану виконавців під час здійснення професійної діяльності.

Знаючи це представлення мети створення ІС, можна зробити висновок про те, що модель архітектури даної ІС буде визначатися не тільки негативним впливом ВЧ, що діють на підприємстві, але й моделями стану та методом оцінювання працездатності персоналу підприємства [95-97]. Тому при розробці деталізованої моделі архітектури ІС МС ВП підприємства слід враховувати такі фактори:

- а) сукупність процесів конкретного підприємства, для яких проводяться заміри ШВЧ, що діють на виконавців підприємства;
- б) формальний декларативний опис кількісних та/або якісних описів, що характеризують кожний ШВЧ;
- в) вид моделі, що використовується для оцінки та прогнозу стану персоналу процесів підприємства, яка визначає формальне представлення результатів вимірювання ШВЧ та стан виконавців підприємства;
- г) формальний опис виконавців, що беруть участь у виконанні процесу підприємства;
- д) формальний опис стану виконавців як сукупність вимірюваних

параметрів, що характеризують цей стан в кількісних або якісних показниках.

Тоді деталізовану архітектуру ІС МС ВП підприємства слід розглядати як вираз вигляду

$$M_{IS} = \bigcup_k \mu_k = \bigcup_k \left[\bigcup_m M_{F_{km}} \right], \quad (4.2)$$

де $M_{F_{km}}$ – модель даних, що відображає вплив m -го чинника з переліку розглянутих вище чинників.

Тому для створення деталізованої моделі архітектури ІС слід розглянути особливості представлення моделей даних, що відображають особливості кожного з п'яти розглянутих вище факторів.

Як показано в підрозд. 2.4, модель формального декларативного опису кількісних або якісних показників, що характеризують негативний вплив ШВЧ на виконавців підприємства, може визначатися наступними способами:

а) як вектор описів ШВЧ, що діють на k -го виконавця в момент проведення вимірювань (за аналогом з (2.12));

б) як вектор описів усереднених значень ШВЧ, що діють на k -го виконавця в проміжок часу $T = [t_1, t_2]$.

Вектор описів ШВЧ, що діють на k -го виконавця в момент проведення вимірювань має вигляд:

$$M_{ВПФ} = \left[\begin{array}{l} data(\phi^{1k}(t_j)), data(\phi^{2k}(t_j)), \dots, \\ \dots, data(\phi^{ik}(t_j)), \dots, data(\phi^{mk}(t_j)) \end{array} \right], \quad (4.3)$$

де $data(\phi^{ik}(t_j))$ – датологічний опис i -го ШВЧ та результатів вимірювань його дії на k -го виконавця в момент часу t_j , в загальному

вигляді такий опис буде мати вигляд:

$$\begin{aligned} data \left(\phi^{ik} (t_j) \right) &= \langle VPF = [attr_{i1}; attr_{i2}; \dots; attr_{im}], Sotr = [attr_{k1}; attr_{k2}; \dots; attr_{kp}] \rangle, \\ Fact_{VPF, Sotr} &= [attr_i(key_VPF); attr_k(key_sotr); attr(t_j); attr(zn)], \end{aligned} \quad (4.4)$$

де VPF – сутність, що складається з атрибутів $attr_{i1}, \dots, attr_{im}$, які

декларативно описують i -й ШВЧ, $i = 1, \dots, m$;

$Sotr$ – сутність, що складається з атрибутів $attr_{k1}, \dots, attr_{kp}$, які описують k -го виконавця підприємства;

$Fact_{VPF, Sotr}$ – сутність, що складається з атрибутів, які описують факт проведення вимірювань дії i -го ШВЧ на k -го виконавця в момент часу t_j ;

$attr_i(key_VPF)$ – підмножина атрибутів сутності VPF , що ідентифікує i -й ШВЧ, вимірювання якого проводяться в момент проведення заміру t_j ;

$attr_k(key_sotr)$ – підмножина атрибутів сутності $sotr$, що ідентифікує k -го виконавця при дії на нього i -го ШВЧ в момент проведення заміру t_j ;

$attr(t_j)$ – атрибут, що описує значення моменту часу t_j , в який проводиться замір;

$attr(zn)$ – атрибут, що описує конкретне значення, яке отримане в ході вимірювання дії i -го ШВЧ на k -го виконавця в момент часу t_j .

Вектор описів усереднених значень ШВЧ, що діють на k -го виконавця в проміжок часу $T = [t_1, t_z]$, має вид:

$$\begin{aligned} data \left(\mu_{\phi^{ik}(T)} \right) &= \langle VPF = [attr_{i1}; attr_{i2}; \dots; attr_{im}] \rangle, \\ Sotr &= [attr_{k1}; attr_{k2}; \dots; attr_{kp}], \quad T = [attr(key_T); attr(t_1); attr(t_z)], \end{aligned}$$

$$Fact_{VPF,Sotr,T} = \left[attr(key_VPF); attr(key_sotr); attr(key_T); attr\left(\mu_{\phi_{(T)}^{ik}}\right) \right], \quad (4.5)$$

де T – сутність, що складається з атрибутів, що описує проміжок часу проведення вимірювань дії i -го ШВЧ на k -го виконавця, $T = [t_1, t_2]$;

$Fact_{VPF,Sotr,T}$ – сутність, що складається з атрибутів, що описує факт проведення усереднення замірів дії i -го ШВЧ на k -го виконавця за проміжок часу T ;

$attr(key_T)$ – підмножина атрибутів сутності T , що ідентифікує проміжок часу вимірювань дії i -го ШВЧ на k -го виконавця;

$attr(t_1)$ – атрибут, що описує значення початкового моменту часу t_1 , в проміжок вимірювання T ;

$attr(t_2)$ – атрибут, що описує значення кінцевого моменту часу t_2 , в проміжку вимірювання T ;

$attr\left(\mu_{\phi_{(T)}^{ik}}\right)$ – атрибут, що описує усереднений результат вимірювання дії

i -го ШВЧ на k -го виконавця за проміжок часу T .

Для формального опису сукупності процесів конкретного підприємства прийемо в якості апіорної пропозиції твердження про те, що будь-яке підприємство може бути представлено множиною неупорядкованих або упорядкованих процесів, причому порядок слідування цих процесів для ІС МС ВП на підприємстві неважливий. Прикладом реалізації даного твердження розглянутий в роботах [95, 99].

Беручи до уваги це твердження, модель сукупності процесів конкретного підприємства, для яких проводяться вимірювання дії ШВЧ на виконавців, можна представити в вигляді кортежу:

$$\begin{aligned}
M_{Proc} &= \langle Enterprize = [attr_{e1}; attr_{e2}; \dots; attr_{ek}], \\
Processes &= [attr(key_ent); attr_{pr1} attr_{pr2}; \dots; attr_{prq}] \\
Works &= [attr(key_ent); attr(key_proc); attr_{w1}; attr_{w2}; \dots; attr_{wr}] \quad (4.6) \\
Fact_{Enterprize, Processes, Works} &= \\
&= [attr(key_ent); attr(key_proc) attr(key_works); attr(key_T); attr(W_w)] \rangle,
\end{aligned}$$

де *Enterprize* – сутність, що складається з атрибутів $attr_{e1}, \dots, attr_{ek}$ та описує підприємство, на якому проводяться заміри дії ШВЧ на виконавців;

Processes – сутність, що складається з атрибутів $attr(key_ent), attr_{pr1}, \dots, attr_{prq}$, та описує окремі процеси підприємства, на виконавців яких діє ШВЧ;

$attr(key_ent)$ – підмножина атрибутів сутності *Enterprize*, що ідентифікує опис підприємства, якому належать відповідні процеси;

Works – сутність, що складається з атрибутів $attr(key_ent), attr(key_proc), attr_{w1}, \dots, attr_{wr}$, що описують окремі роботи, які складають конкретний процес конкретного підприємства;

$attr(key_proc)$ – підмножина атрибутів сутності *Processes*, що ідентифікує опис процесу, якому належать відповідні роботи;

$Fact_{Enter, Processes, Works}$ – сутність, що складається из атрибутів, які описують результати усереднення замірів впливу ШВЧ на всіх виконавців, що беруть участь у виконанні конкретної роботи, конкретного процесу, конкретного підприємства в проміжок часу T ;

μ – негативний вплив участі групи виконавців в конкретній роботі конкретного процесу конкретного підприємства, що рахується за формулою:

$$\mu = \frac{\sum_{k=1}^V \left[\mu_{\phi(T)}^{1k}, \mu_{\phi(T)}^{2k}, \dots, \mu_{\phi(T)}^{ik}, \dots, \mu_{\phi(T)}^{mk} \right]}{V}, \quad (4.7)$$

де $V \leq S$ – число виконавців, що беруть участь у виконанні роботи за проміжок часу T ;

$attr(\mu)$ – атрибут, що описує усереднений результат негативного впливу конкретної роботи конкретного процесу конкретного підприємства в проміжок часу T .

Модель формального опису виконавців, що беруть участь в виконанні процесу підприємства, може бути представлена кортежем вигляду:

$$\begin{aligned} M_{Sotr} &= \langle Sotr = [attr_{k1}; attr_{k2}; \dots; attr_{kp}], Works = [attr_{\mu1}; attr_{\mu2}; \dots; attr_{\mu r}] \\ Function &= [attr_k(key_sotr); attr(key_works); attr_{f1}; attr_{f2}; \dots; attr_{fm}] \quad (4.8) \\ &= [attr_k(key_sotr); attr(key_works); attr(key_func); attr(key_VPF); attr(t_j); attr(zn)], \\ & \quad Fact_{Sotr, Works, Function} = \end{aligned}$$

де $Function$ – сутність, що складається з атрибутів $attr(key_sotr)$, $attr(key_works)$, $attr_{f1}$, ..., $attr_{fm}$, які описують посаду виконавців, що беруть участь в роботі;

$attr(key_func)$ – підмножина атрибутів, що ідентифікують посаду k -го виконавця, який бере участь в виконанні роботи, в ході якої діють ШВЧ в момент часу t_j .

Якщо розглядати кінцеву множину станів організму людини $SOST$ як набір окремих станів $sost_j \in SOST$ (2.1) та визначати цю множину як об'єкт з кінцевим простором станів $sost_j$, $j = 1..n$, вважаємо, що бажаним станом кожного виконавця є збереження його здоров'я та створення умов задля підтримання високого рівня його працездатності під негативним впливом на нього ШВЧ [46-48, 71 73, 75, 78].

Будь-який стан $sost_j$ з множини $SOST$ визначається набором параметрів (1.2), порогове значення якого дозволяє зробити висновок про поточний стан виконавця. А скалярна величина, що характеризує стан людини, визначається з вектору параметрів людини $par_j(t)$ в момент часу t_j (1.4). Збільшення показника $sost_j(t)$ відповідає погіршенню стану організму.

Для опису моделі, вхідними даними для якої є характеристики виробничого середовища, що змінюються з часом, в якості параметрів, що характеризують психофізіологічний стан організму виконавця, найбільш наглядно реагуючих на вхідні дії характеристик виробничого середовища вибрані показники серцево-судинної та нервової систем.

Модель формального опису стану виконавців як сукупність вимірюваних параметрів, що характеризують цей стан в кількісних або якісних показниках, може бути представлена в вигляді кортежу:

$$\begin{aligned}
 M_{Sost} &= \langle Sost = [attr_{j1}; attr_{jk}; \dots; attr_{jn}] \\
 Parameters &= [attr(key_sost); attr_{p1}; attr_{p2}; \dots; attr_{pk}] \\
 Sotr &= [attr_{k1}; attr_{2k}; \dots; attr_{kp}] \\
 &= \langle Fact_{Sost, Parameters, Sotr} = \\
 &= [attr(key_sost); attr(key_par); attr_k(key_sotr); attr(zn_par); attr(t_j)] \rangle,
 \end{aligned} \tag{4.9}$$

где $Sost$ – сутність, що складається з атрибутів $attr_{j1}, \dots, attr_{jn}$, які описують стан k -го виконавця;

$Parameters$ – сутність, що складається з атрибутів $attr(key_sost), attr_{p1}, \dots, attr_{pk}$, які описують вимірювані параметри організму виконавця;

$attr(key_sost)$ – підмножина атрибутів, що ідентифікують стан організму k -го виконавця;

$attr(key_par)$ – підмножина атрибутів, що ідентифікують виміряні параметри організму k -го виконавця в момент часу t_j ;

$attr(zn_par)$ – атрибут, що описує конкретне значення, яке отримане в ході

вимірювання параметру організму k -го виконавця.

Нехай за час з моменту початку t_1 участі k -го виконавця та до моменту t_z закінчення участі k -го виконавця в процесі проводиться p вимірювань параметрів організму. Тоді середнє значення величини значень одного параметру за проміжок часу $[t_1, t_z]$ обчислюється за формулою

$$\mu_{par_j}(t_j) = \frac{\sum_{j=1}^n par_j(t_j)}{p}, \quad (4.10)$$

де $\mu_{par_j}(t_j)$ – середнє арифметичне для n значень величини j -го параметру організму виконавця, вимірюного в проміжок часу $T=[t_1, t_z]$;
 p – кількість вимірювань j -го параметру організму виконавця в проміжок часу $T=[t_1, t_z]$;

t_j – момент часу, в який здійснюється j -й замір, $t_1 \leq t_j \leq t_z$.

Модель формального опису стану виконавців як сукупність усереднених вимірюваних параметрів організму виконавця в проміжок часу $T=[t_1, t_z]$, які характеризують цей стан в кількісних або якісних показниках, представлена в вигляді кортежу:

$$\begin{aligned} M_{Sost} &= \langle Sost = [attr_{j1}; attr_{jk}; \dots; attr_{jn}] \\ Params &= [attr(key_sost); attr_{p1}; attr_{p2}; \dots; attr_{pk}] \\ Sotr &= [attr_{k1}; attr_{2k}; \dots; attr_{kp}] \quad T = [attr(key_T); attr(t_1); attr(t_z)] \\ Fact_{Sost, Params, Sotr, T} &= \\ &= [attr(key_sost); attr(key_par); attr_k(key_sotr); attr(key_T); attr(\mu_{par_j}(T))] \end{aligned} \quad (4.11)$$

Як показано в підрозд. 3.3, для визначення стану виконавців підприємства пропонується скористатися моделлю стану виробничого персоналу (3.22). Згідно цієї моделі, архітектура ІС МС ВП підприємства

буде визначатися, згідно з особливостей наступних представлень:

- а) представлення внутрішнього стану організму людини в початковий момент часу проведення вимірювань τ_0 ;
- б) вектор-функцією перетворення вхідного впливу ШВЧ в опис реакції організму людини;
- в) набором результатів змінювання стану людини за час спостережень;
- г) вектор значень ШВЧ, що діють за визначений час спостережень.

Для опису стану організму виконавця в початковий момент часу τ_0 необхідно скористатися моделлю (4.9), в якій таблицю фактів пропонується доповнити атрибутом $attr(t_b)$ – атрибутом, що описує момент часу t_j як початковий момент проведення вимірювань.

В загальному випадку модель буде мати вид:

$$\begin{aligned}
 M_{Sost} &= \langle Sost = [attr_{j1}; attr_{jk}; \dots; attr_{jn}] \\
 & \quad Paramtrs = [attr(key_sost); attr_{p1}; attr_{p2}; \dots; attr_{pk}] \\
 & \quad Sotr = [attr_{k1}; attr_{2k}; \dots; attr_{kp}] \quad Fact_{Sost, Paramtrs, Sotr} = \\
 & = [attr(key_sost); attr(key_par); attr_k(key_sotr); attr(zn_par); attr(t_b)] \rangle.
 \end{aligned} \tag{4.12}$$

Для опису вектор-функції дії ШВЧ на організм виконавця модифікуємо (4.4) шляхом доповнення атрибуту $attr(key_T)$, що описує ідентифікатор проміжку часу проведення вимірювань, за результатами яких буде здійснюватися оцінка.

$$\begin{aligned}
 data(\phi^{ik}(t_j)) &= \langle VPF = [attr_{i1}; attr_{i2}; \dots; attr_{im}] \\
 & \quad Sotr = [attr_{k1}; attr_{k2}; \dots; attr_{kp}] \quad Fact_{VPF, Sotr} = \\
 & = [attr_1(key_VPF); attr_k(key_sotr); attr(key_T); attr(t_j); attr(zn)] \rangle.
 \end{aligned} \tag{4.13}$$

Набор результатів змінювання стану організму людини за визначений

час спостережень буде описуватися виразом (4.9) з додаванням атрибуту $attr(key_T)$. Тоді дана модель прийме вид:

$$\begin{aligned}
 M_{Sost} &= \langle Sost = [attr_{j1}; attr_{jk}; \dots; attr_{jn}] \\
 Parameters &= [attr(key_sost); attr_{p1}; attr_{p2}; \dots; attr_{pk}] \\
 Sotr &= [attr_{k1}; attr_{2k}; \dots; attr_{kp}] \quad Fact_{Sost, Parameters, Sotr} = \\
 &= [attr(key_sost); attr(key_par); attr_k(key_sotr); attr(key_T); attr(t_j); attr(zn_par)].
 \end{aligned} \tag{4.14}$$

В цьому випадку вектор-функція $\vec{f}(\vec{\phi}(T - \tau))$ може розглядатися як склейка виразів (4.4) та (4.9). В загальному виді модель цієї вектор-функції буде мати вид

$$\begin{aligned}
 M_{Model} &= \langle Sost = [attr_{j1}; attr_{jk}; \dots; attr_{jn}] \\
 Parameters &= [attr(key_sost); attr_{p1}; attr_{p2}; \dots; attr_{pk}] \\
 Sotr &= [attr_{k1}; attr_{2k}; \dots; attr_{kp}] \quad VPF = [attr_{i1}; attr_{i2}; \dots; attr_{im}] \\
 Fact_{Sost, Parameters, Sotr, VPF} &= \\
 &= [attr(key_sost); attr(key_par); attr_k(key_sotr); attr_i(key_VPF); \\
 &= [attr(key_T); attr(t_j); attr(zn); attr(zn_par)] \rangle.
 \end{aligned} \tag{4.15}$$

Таким чином, деталізована модель ІС МС ВП підприємства слід представити як результат об'єднання даталогічних описів, що розглянуті вище в даному підрозділі. В загальному випадку ця модель буде мати вигляд:

$$\begin{aligned}
 M_{IS} &= \bigcup_k \left[\bigcup_m M_{F_{km}} \right] = \bigcup_k \left[M_{BIF_k} \cup M_{Proc_k} \cup M_{Sotr_k} \cup M_{Sost_k} \cup M_{Model_k} \right] = \\
 M_{IS} &= \langle Sotr = [attr_{k1}; attr_{2k}; \dots; attr_{kp}] \rangle, Sost = [attr_{j1}; attr_{jk}; \dots; attr_{jn}]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& Parameters = [attr(key_sost); attr_{p1}; attr_{p2}; \dots; attr_{pk}] \\
& Enterprize = [attr_{e1}; attr_{e2}; \dots; attr_{ek}] \\
& Processes = [attr(key_ent); attr_{pr1}; attr_{pr2}; \dots; attr_{prq}] \\
& Works = [attr(key_ent); attr(key_proc); attr_{w1}; attr_{w2}; \dots; attr_{wr}] \\
& Function = [attr_k(key_sotr); attr(key_works); attr_{f1}; attr_{f2}; \dots; attr_{fm}] \\
& VPF = [attr_{i1}; attr_{i2}; \dots; attr_{im}], T = [attr(key_T); attr(t_1); attr(t_z)] \\
Fact = & \left[\begin{array}{l} attr(key_sost); attr(key_par); attr(zn_par); attr_k(key_sotr); \\ attr(key_ent); attr(key_proc); attr(key_works); attr(key_func); \\ attr_i(key_VPF); attr(t_j); attr(zn); attr(key_T); attr(t_1); \\ attr\left(\mu_{\varphi(T)}^{ik}\right) attr(W_w); attr(\mu_{par_j}(T)) \end{array} \right]. \quad (4.16)
\end{aligned}$$

В результаті об'єднання даталогічних описів атрибут $attr(t_b)$ – атрибут, що описує момент часу t_j як початковий момент проведення вимірювань, поглинається атрибутом $attr(t_1)$ – атрибутом, що описує значення початкового моменту часу t_1 , в проміжку вимірювання T . Послідовність представлення сутностей в деталізованій моделі архітектури ІС МС ВП підприємства відображає важливість стану виконавця підприємства, який може переходити з одного підприємства на інше. Якщо ж важливою є, перш за все, кваліфікація виконавця, то деталізована модель ІС може виглядати наступним чином:

$$M_{IS} = \langle Enterprize, Processes, Works, Sotr, Function, Sost, Parameters, VPF, T,$$

$$Fact = \left[\begin{array}{l} attr(key_ent); attr(key_proc); attr(key_works); attr_k(key_sotr); \\ attr(key_func) attr(key_sost); attr(key_par); attr(zn_par); \\ attr(\mu_{par_j}(T)); attr_i(key_VPF); attr(t_j); attr(zn); attr(key_T); \\ attr(t_1); attr(t_z); attr\left(\mu_{\varphi(T)}^{ik}\right); attr(W_w) \end{array} \right]. \quad (4.17)$$

С урахуванням існуючих підходів до побудови архітектури сховища даних пропонується вилучити з отриманих деталізованих моделей архітектури ІС МС ВП підприємства атрибути, що формуються в результаті виконання лінійних обчислень. До таких атрибутів відносяться $attr\left(\begin{matrix} \mu \\ \phi_{(T)}^{ik} \end{matrix}\right)$, $attr(\mu)$, $\mu_{par_j(T)}$. Обчислення проводилося за формулами (2.12), (4.7) и (4.10). В ході реалізації ІС значення даних атрибутів пропонується формувати шляхом виконання агрегуючих запитань до таблиці фактів сховища. Таким чином, отримані деталізовані моделі архітектури ІС МС ВП підприємства дозволяють врахувати вплив принципів вимірювання дії ШВЧ на організм виконавця та особливостей моделі стану ВЧ на специфікації вимог до інформаційного та програмного забезпечення даної системи. Можливість обліку особливостей математичної моделі, що розробляється на ранніх стадіях створення ІС, дозволяє підвищити рівень пристосування сховища даних системи до запропонованих засобів обробки даних.

4.2 Опис основних архітектурних рішень інформаційної системи моніторингу стану виробничого персоналу

Як показано в підрозд. 4.1, формування єдиного цілісного та несуперечливого представлення про вплив ШВЧ на персонал підприємства, під час здійснення професійної діяльності є базовою концепцією побудови ІС МС ВП підприємства. Тому в ході реалізації даної системи необхідно прийняти наступні рішення [93]:

а) вибір підходу до організації єдиного цілісного та несуперечливого представлення про можливий вплив ШВЧ на персонал підприємства, під час здійснення професійної діяльності.;

б) представлення основних елементів опису результатів вибору, що зроблений відповідно до загальної моделі побудови ІС (4.1) та моделлю ІС МС ВП підприємства (4.17).

На даний час в якості основних підходів до побудови архітектури ІС різноманітних типів та призначень є концепція СППР [100-107].

Аналіз переваг та недоліків концепцій побудови СППР дозволяє виділити в якості основної архітектурної точки зору на ІС МС ВП підприємства концепцію побудови СППР з фізичним сховищем даних [100, 109]. Запропонована архітектура ІС МС ВП не залежить від засобів збору інформації для реалізації функціональних задач та розрахована на використання даних, що зібрані як зі стаціонарних, так і з мобільних засобів та індивідуальних пристроїв обліку необхідних даних.

В даній ІС пропонується виділити наступні комплекси функціональних задач:

- а) «Облік відомостей о підприємстві та його процесах»
- б) «Облік відомостей о виконавцях підприємства»;
- в) «Формування та ведення довідника ШВЧ, що діють виконання процесу підприємства»;
- г) «Облік результатів спостережень»;
- д) «Моніторинг стану виробничого персоналу підприємства».

Поданий вище набір комплексів функціональних задач дозволяє користувачу ІС враховувати результат спостережень за станом виконавця підприємства и давати оцінку та прогноз негативних змінювань станів цих виконавців за результатами вимірювань ШВЧ. Під користувачем ІС тут і в подальшому будемо розглядати спеціаліста відділу кадрів, або служби охорони або безпеки праці, який відповідає якість професійного життя виконавців, тобто: за організацію проведення профілактичних заходів, що спрямовані на знешкодження небезпечних та шкідливих ВЧ, попередження нещасних випадків на виробництві, професійних захворювань та інших випадків, що загрожують здоров'ю та життю виконавців, сприяє

впровадженню досягнень науки та техніки, прогресивних та безпечних технологій, знешкодження або мінімізації ризиків, під дію яких можуть попасти виконавці та інші зацікавлені сторони щодо професійної діяльності. [3]. У випадку, якщо створення такого відділу є недоцільне (наприклад, кількість працюючих менша за 50 осіб), то питання про користувача вирішується організацією зовнішньої спеціальної служби або службою, що здійснює аутсорсинг підприємства, тобто аудит підприємства з точки зору якості професійного життя.

Схема потоків даних в нотації Гейна-Сарсона комплексів функціональних задач ІС МС ВП показана на рис.4.3 [106, 107, 108].

Комплекс функціональних задач «Облік відомостей о підприємстві та його процесах» призначений для формування та ведення довідкових даних про підприємство, на якому проводиться управління виробничим персоналом, процесах цього підприємства та окремих роботах. У випадку, якщо ІС пропонується експлуатувати на конкретному підприємстві, ці дані вводяться один раз та змінюються тільки у випадку змінювання основних характеристик підприємства (найменування, форма власності та т.п.) або його процесів. У випадку, якщо ІС пропонується експлуатувати зовнішньою спеціальною службою, дані про підприємство та його процесах будуть поступати в ІС один раз по факту складання договору між цією службою та підприємством та змінюватися у випадку змінювання основних характеристик підприємства та його процесів.

Комплекс функціональних задач «Облік відомостей о виконавцях підприємства» призначений для формування та ведення довідкових даних про виконавців підприємства, що беруть участь в виконанні процесів цього підприємства. У випадку, якщо ІС пропонується експлуатувати на конкретному підприємстві, ці дані можуть бути отримані від ІС управління кадрами підприємства та введені до сховища даних ІС в пакетному режимі. У випадку, якщо ІС пропонується експлуатувати зовнішньою спеціальною службою, дані про виконавців підприємства можуть поступати в ІС як в

пакетному режимі в вигляді масивів даних від ІС управління кадрами підприємства, так і шляхом вводу з клавіатури в результаті отримання користувачем інформації про виконавців, що беруть участь в виконанні процесу за час спостережень.

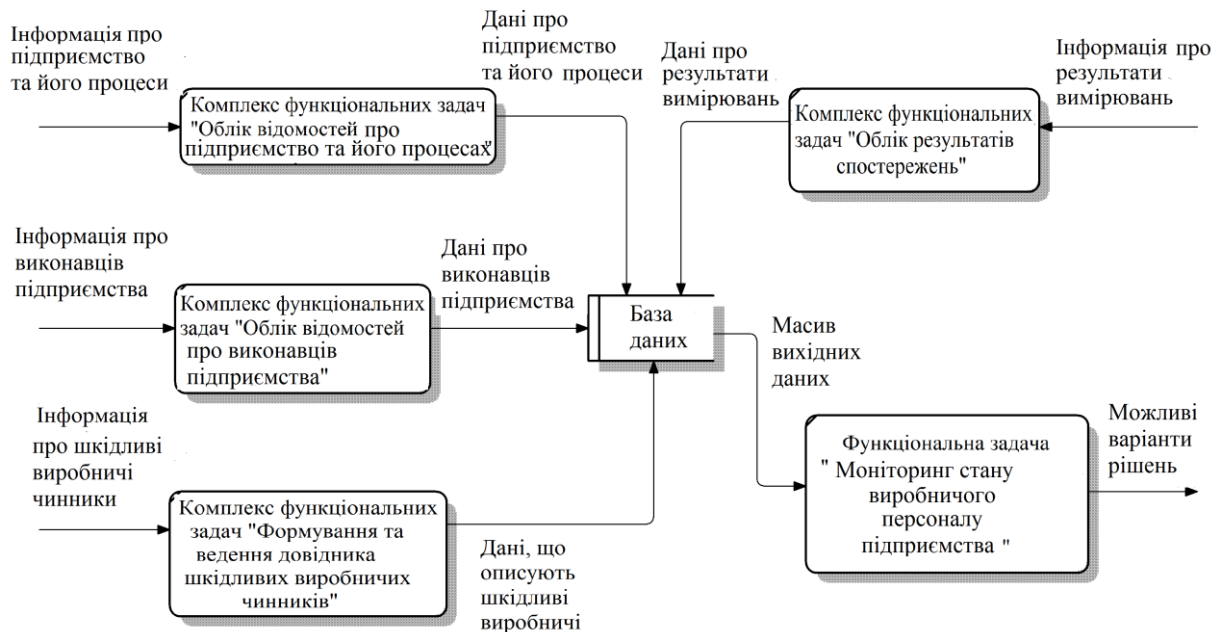


Рисунок 4.3 – Схема потоків даних інформаційної системи моніторингу стану виробничого персоналу підприємства

Комплекс функціональних задач «Формування та ведення довідника ШВЧ, що діють виконання процесу підприємства» призначений для формування та ведення довідкових даних про ШВЧ, що діють на підприємстві або в ході виконання окремих процесів цього підприємства. У випадку, якщо ІС пропонується експлуатувати на конкретному підприємстві, ці дані вводяться один раз та змінюються у випадку змінювання основних ШВЧ, що діють на підприємстві або в ході виконання його окремих процесів. У випадку, якщо ІС пропонується експлуатувати зовнішньою спеціальною службою, дані про ШВЧ будуть поступати в ІС один раз по факту складання договору між цією службою та підприємством та змінюватися у випадку змінювання основних характеристик підприємства та його процесів.

Комплекс функціональних задач «Облік результатів спостережень» призначений для формування та ведення даних о результатах вимірювання параметрів, що визначають стан виконавця на початку спостережень, а також даних о результатах вимірювання окремих ШВЧ в ході виконання процесу підприємства. Без залежності від засобу організації ІС дані до комплексу задач можуть поступати як шляхом вводу з клавіатури, так і (при необхідності) шляхом вводу зі спеціальних вимірювальних пристроїв, що фіксують значення конкретного ШВЧ в конкретний момент часу.

Комплекс функціональних задач «Моніторинг стану виробничого персоналу підприємства» призначений для здійснення оцінки та прогнозу стану виконавця в ході здійснення їм конкретного процесу даного підприємства на основі вихідної інформації комплексів функціональних задач «Облік відомостей о підприємстві та його процесах», «Облік відомостей о виконавцях підприємства», «Формування та ведення довідника ШВЧ, що діють виконання процесу підприємства» та «Облік результатів спостережень». В рамках даного комплексу пропонується реалізувати наступні функції:

а) «Оперативна оцінка стану виконавця в ході виконання їм процесу підприємства»;

б) «Прогноз зміни стану виконавця до моменту завершення виконання їм процесу підприємства».

Основним результатом виконання першої функції є варіанти управлінських рішень, які можуть бути прийняті керівництвом підприємства за результатами оперативної оцінки стану виконавця. Опис множини варіантів даних рішень приведений в табл. 4.2.

Слід зазначити, що сукупність комплексів функціональних задач ІС МС ВП на підприємстві є результатом перетворення деталізованої архітектурної моделі (4.17). Це, в свою чергу, дозволяє сформулювати основні вимоги до інформаційного та програмного забезпечення ІС та визначає основні рішення, що приймаються в ході розробки сховища даних та

аналітичних запитань, що реалізують вираз (3.23) [93, 98, 109].

Таблиця 4.2 –

Таблиця рішень при оперативній оцінці

Номер	Початковий стан	Поточний стан	Опис варіанту рішення
1	«придатний»	«придатний»	Продовження професійної діяльності виконавця
2	«придатний»	«практично придатний»	Продовження професійної діяльності виконавця
3	«практично придатний»	«практично придатний»	Продовження професійної діяльності виконавця
4	«практично придатний»	«граничний стан»	Продовження професійної діяльності виконавця
5	«граничний стан»	«граничний стан»	Продовження професійної діяльності виконавця
6	«граничний стан»	«не придатний»	Виведення виконавця з трудового процесу
7	«не придатний»	«не придатний»	Виведення виконавця з трудового процесу

Основним результатом виконання другої функції є варіанти управлінських рішень, які можуть бути прийняті керівництвом підприємства за результатами зробленого прогнозу. Опис множини варіантів даних рішень приведений в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 –

Таблиця рішень при прогнозуванні

Номер	Початковий стан	Прогноз	Опис варіанту рішення
1	2	3	4

Продовження табл.4.3

1	2	3	4
	«придатний»	«придатний»	Продовження професійної діяльності виконавця
2	«придатний»	«практично придатний»	Продовження професійної діяльності виконавця
3	«придатний»	«граничний стан»	Продовження професійної діяльності виконавця
4	«придатний»	«не придатний»	Виведення виконавця з трудового процесу
5	«практично придатний»	«придатний»	Продовження професійної діяльності виконавця
6	«практично придатний»	«практично придатний»	Продовження професійної діяльності виконавця
7	«практично придатний»	«граничний стан»	Продовження професійної діяльності виконавця
8	«практично придатний»	«не придатний»	Виведення виконавця з трудового процесу
9	«граничний стан»	«придатний»	Продовження професійної діяльності виконавця
10	«граничний стан»	«практично придатний»	Продовження професійної діяльності виконавця
11	«граничний стан»	«граничний стан»	Попередження про можливе виведення виконавця з трудового процесу
12	«граничний стан»	«не придатний»	Виведення виконавця з трудового процесу
13	«не придатний»	—	Виведення виконавця з трудового процесу

4.3 Опис результатів розробки основних елементів забезпечувальної частини інформаційної системи

Згідно з запропонованим в підрозд. 4.1 визначення ІС, слід признати основним видом забезпечення ІС МС ВП підприємства усередни машинне інформаційне забезпечення (ІЗ). Саме ця особливість реалізації сховища даних та запитань до нього, що використовується для оцінки та прогнозу стану виконавців, залежить ефективність експлуатації ІС.

Оскільки, як показано в підрозд. 4.1, для розробки ІС була вибрана архітектура СППР с централізованим сховищем даних, основним елементом усередни машинне ІЗ слід вважати багатомірну базу даних (БД), що забезпечує сховище історичною інформацією за результатами спостережень за ШВЧ, що діють у процесах підприємства, и станом виконавців, що виконують ці процеси. На даний час для реалізації подібної БД можуть використовуватися різноманітні підходи [109-111].

Аналіз даних підходів дозволяє твердити, що найбільш сприятливим підходом до розробки сховища даних ІС МС ВП є реляційний OLAP. Даний вибір зумовлений наступними ваганнями:

- а) можливість експлуатації ІС як самостійної системи, так і як окремого функціонального модуля ІС управління підприємством в цілому;
- б) зрівняно слабою розповсюдженістю багатомірних СУБД;
- в) нецілі спрямованістю експлуатації в рамках одного підприємства декількох різних СУБД;
- г) неможливістю жорсткої прив'язки спеціаліста відділу моніторингу ВП до робочого місця та одночасної необхідності персоніфікації робочої станції, яку спеціаліст використає для виконання функцій ІС.

Базуючись на розробленій в підрозд. 4.1 деталізованій моделі ІС (4.17), схема сховища даних ІС прийме вид, показаний на рис. 4.4.

Згідно з концептуальним описом процесу моніторингу стану ВП

підприємства, що наведений в підрозд. 1.2, IDEF0-модель процесу показана на рис. 4.5.

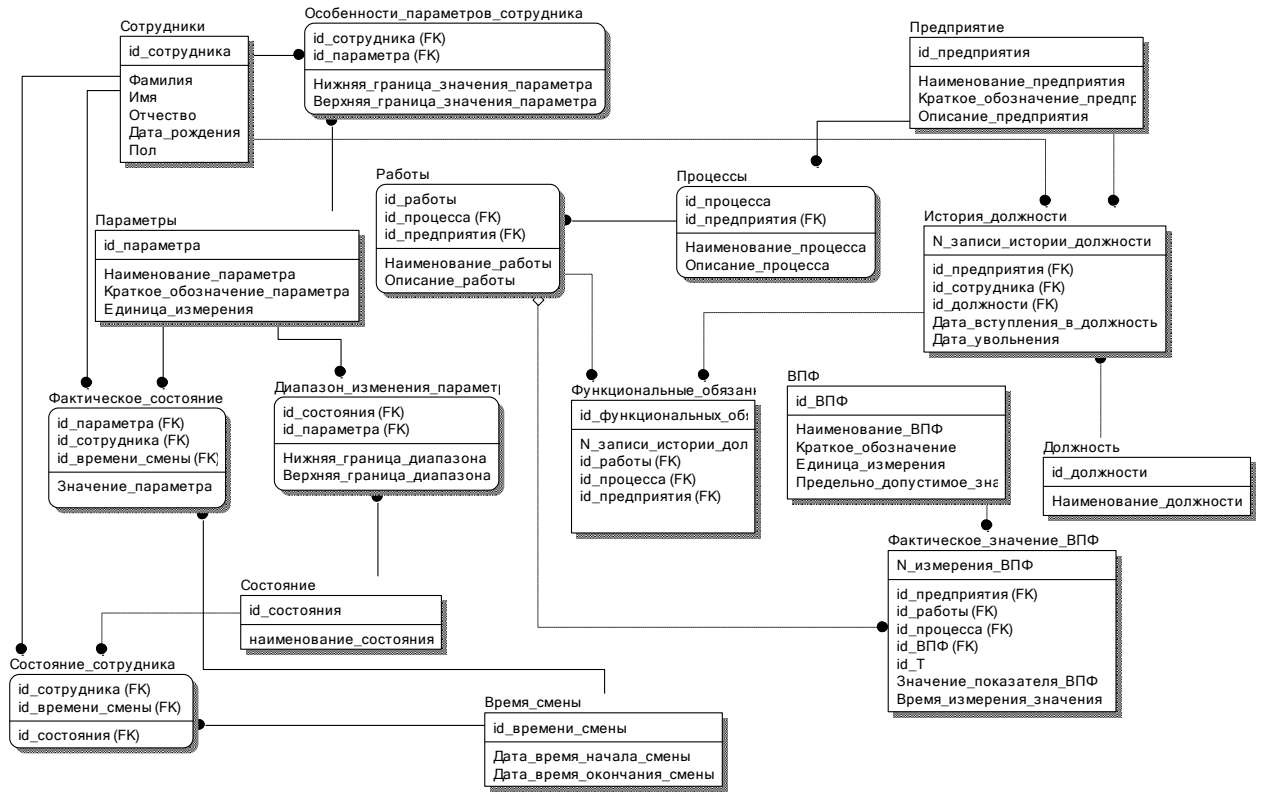


Рисунок 4.4 – Схема сховища даних інформаційної системи

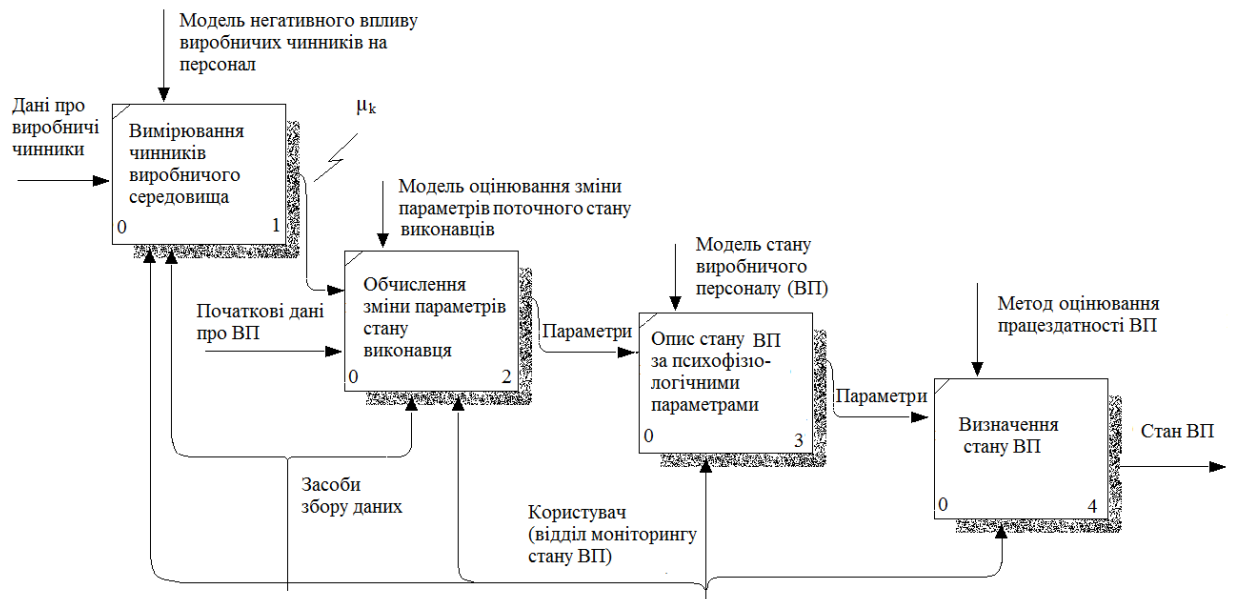


Рисунок 4.5 – IDEF0-модель процесу моніторингу стану виробничого персоналу підприємства

До відповідності з розробленими елементами забезпечувальної частини ІС МС ВП була визначена технологія МС ВП, концептуальна схема якої наведена на рис. 2.1 у підрозд. 2.1. Дана технологія враховує запропонований підхід до оцінювання негативного впливу процесу на персонал та особливості математичної моделі стану виконавців, що дозволяє підвищити пристосування ІС та її інформаційного забезпечення до застосування розроблених моделей та методу.

Інформаційна технологія містить такі етапи.

Етап 1. Облік виробничих чинників, що діють в процесі підприємства.

Етап 2. Облік параметрів стану виробничого персоналу.

Етап 3. Оцінювання працездатності виробничого персоналу.

Етап 4. Обчислення параметрів поточного стану виконавців та наслідків негативного впливу ВЧ на виконавця на заданий момент часу виконання процесу.

Етап 5. Визначення стану виробничого персоналу.

Перший етап інформаційної технології забезпечується інформацією з доступних документів, що описують перелік виробничих чинників процесів підприємства, який формується згідно з картою умов праці, що заповнюється під час атестації для кожного робочого місця. Подалі обчислюється негативний вплив кожного чинника, що врахували за моделлю (2.12), та ці значення надходять до БД для використання в подальших розрахунках.

Другий етап інформаційної технології забезпечується інформацією про зміряні дані початкового стану кожного виконавця (1.2). Якщо це неможливо з будь-яких причин, то дані беруться з БД підприємства, що зберігає дані медичних оглядів персоналу. Дані про початковий стан виконавця зберігаються в БД для подальших розрахунків стану виконавців.

На третьому етапі на основі кількісних даних про початковий стан виконавців визначається працездатність виконавця за допомогою методу оцінювання працездатності виробничого персоналу (3.24-3.28) у вигляді символного значення, що є зрозумілим для будь-якого користувача системи.

На четвертому етапі за допомогою результатів виконання першого та другого етапів (дані про початковий стан виконавця та негативний вплив кожного чинника) обчислюється зміна параметрів стану виконавців на заданий момент часу за моделлями (3.19) та (3.21).

На п'ятому етапі на основі результатів виконання першого, другого та четвертого етапів кількісно визначається стан виробничого стану за моделлю (3.22) та повторюється третій етап інформаційної технології та визначається працездатність виконавця за допомогою методу оцінювання працездатності виробничого персоналу (3.24 -3.28) у вигляді символічного значення.

Взаємодія процесів ІТ МС ВП підприємства, концептуальна схема якої показана на рис. 2.1, за допомогою IDFE3-моделі взаємодії процесів представлена на рис. 4.6.

До відповідності з приведеною концептуальною схемою та взаємодій процесів ІТ МС ВП підприємства, що реалізує весь комплекс функціональних задач, який заявлений в підрозд. 4.3, способи реалізації етапів даної технології показані на рис. 4.7.

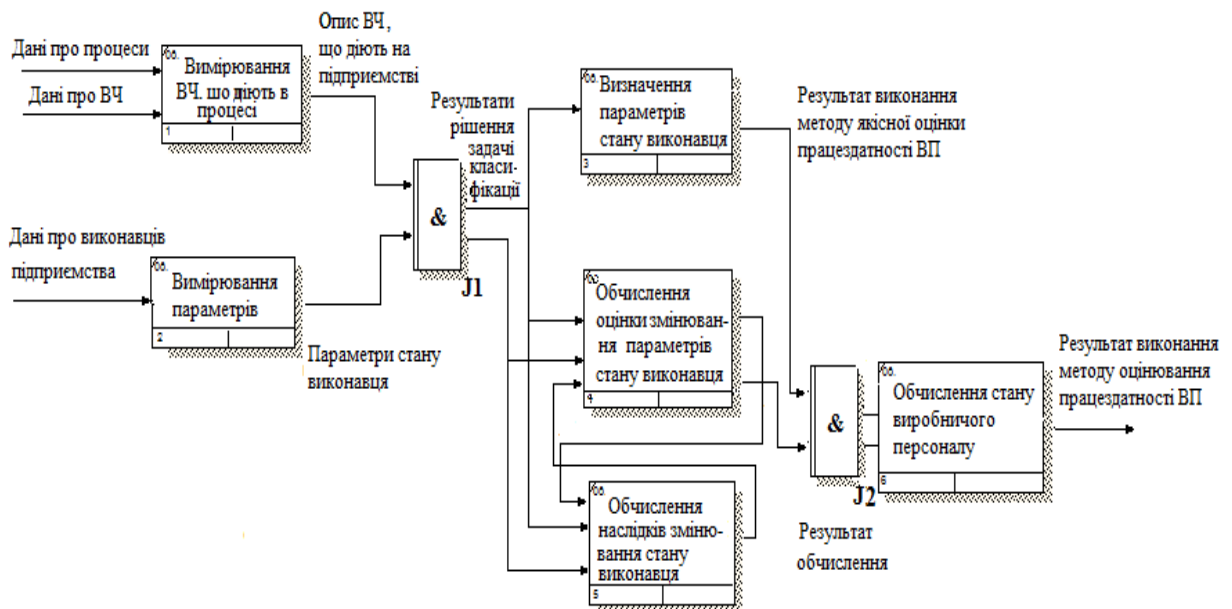


Рисунок 4.6 – IDFE3-модель взаємодії процесів інформаційної технології моніторингу стану виробничого персоналу підприємства

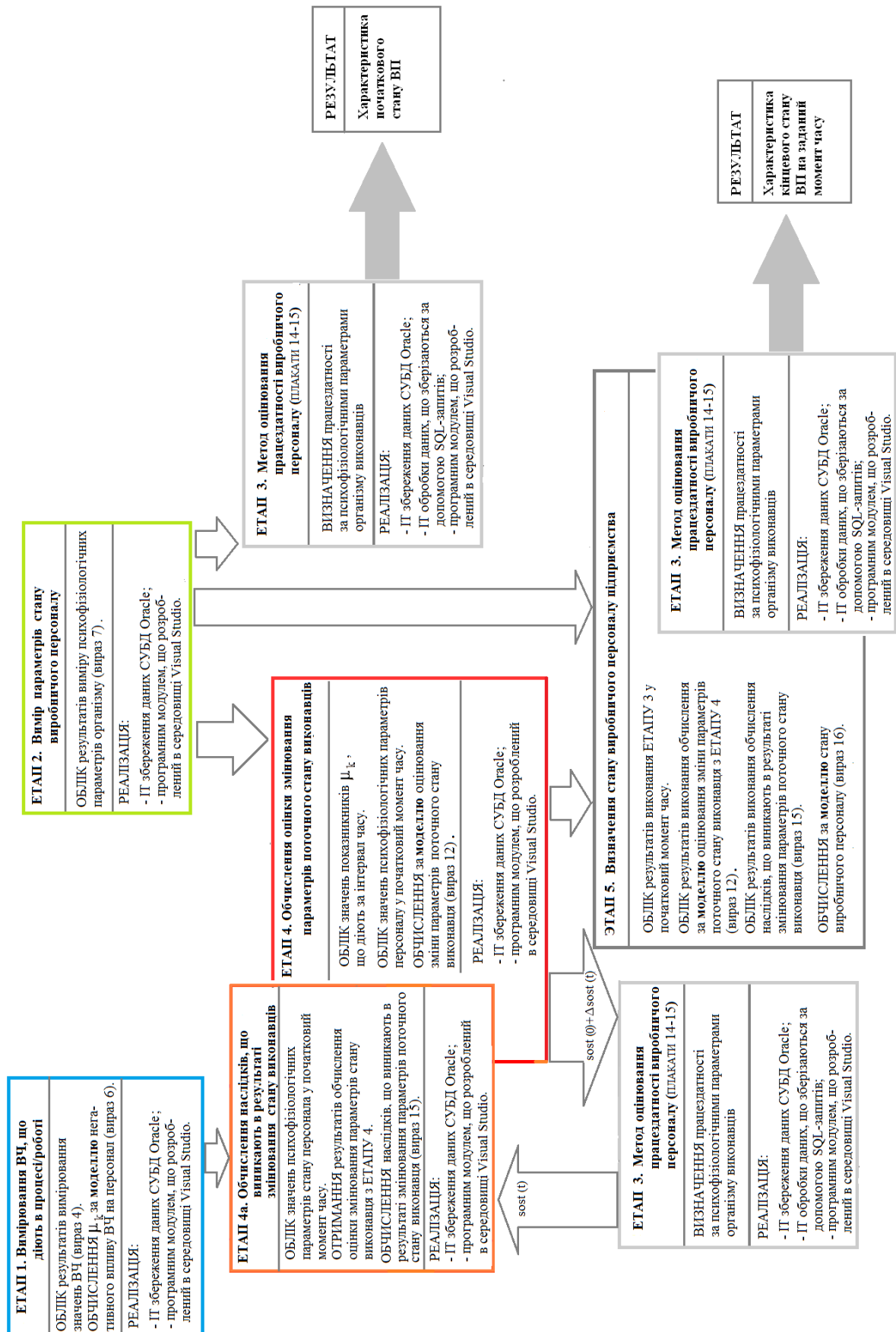


Рисунок 4.7 – Способи реалізації етапів інформаційної технології моніторингу стану виробничого персоналу підприємства

4.4 Апробація отриманих результатів в процесі управління виробничим персоналом публічного акціонерного товариства «Харківміськгаз»

Розглянуті в попередніх розділах результати розробки ІС МС ВП підприємства пройшли апробацію в ході проектування функціонального модуля управління виробничим персоналом комплексної системи управління ПАТ «Харківміськгаз».

ПАТ «Харківміськгаз» – одне з великих газорозподільних підприємств України, основною метою якого є забезпечення безперебійної, безпечної та безаварійної роботи системи газопостачання м. Харкова. Для досягнення даної мети ПАТ «Харківміськгаз» здійснює виконання наступних видів діяльності: надання послуг по транспортуванню природного газу розподільними мережами; будівництво газопроводів; газифікація об'єктів; надання інших послуг, що зв'язані з безперебійним та безпечним газопостачанням споживачів.

ПАТ «Харківміськгаз» постійно працює та над створенням умов задля реалізації своїх цілей та стратегічних ініціатив. З цієї мети підприємство здійснює інвестиції щодо дотримання та впровадження високих стандартів виробництва, дотримання стандартів професійної безпеки та санітарно-гігієнічних норм, впровадження сучасних методів забезпечення професійної безпеки на робочих місцях та збереження здоров'я виконавців, оптимізація бізнес-процесів, дотримання законодавства про працю та галузевих стандартів, дотримання умов колективного договору – фактори, що гарантують якість професійного життя, а саме: ефективну роботу, професійну безпеку та здоров'я виконавців, мінімізацію технологічних та управлінських ризиків.

Як показано в підрозд. 1.3, типових ІС, що дозволяють автоматизувати роботи з виконання даних стратегічних ініціатив, не існує. Тому було прийнято рішення про створення модуля управління виробничим персоналом

комплексної системи управління ПАТ «Харківміськгаз» як спеціалізованого модуля, що розширює функціональні можливості комплексної системи управління ПАТ «Харківміськгаз».

В ході апробації розробленого модуля управління ВП комплексної системи управління ПАТ «Харківміськгаз» в рамках досвітньої експлуатації було здійснено моніторинг стану бригади зварювальників, що виконують електрогазову зварку особливо складних та відповідальних конструкцій та трубопроводів з високовуглецевої сталі, що призначені для роботи під динамічними та вібраційними навантаженнями та високим тиском. Процеси зварки та різки характеризуються підвищеними рівнями оптичного випромінювання (ОВ) у видимій, ультрафіолетовій (УФ) та інфрачервоній (ІЧ) областях спектру, надлишковий вплив їх дуже шкідливий та навіть небезпечний [112, 113, 114].

До відповідності вимогам [115, 116], інтенсивність теплового випромінювання працюючих не повинна перевищувати 140 Вт/м^2 , при цьому випромінюванню не повинно підлягати більш 25% поверхні тіла.

Всі наслідки дії відмічених вище ШВЧ в визивають погіршення самопочуття та знижують працездатність виконавців, при тривалій дії можуть стати причиною різних захворювань, в тому числі і професійних, а при несприятливих обставинах – причиною травм та летальних випадків. Ріст кількості нещасних та летальних випадків, листків непрацездатності, особливо за професійними захворюваннями, значно погіршує ефективність функціонування будь-якого підприємства та є перешкодою для проходження необхідної сертифікації продукції та послуг, а також для економічно ефективної реалізації продукції та послуг [117]. Крім того, подібний ріст може стати причиною начислення підприємству різноманітних штрафів та застосування до нього економічних санкцій [118, 119].

В ході експлуатації модуля управління ВП комплексної системи управління ПАТ «Харківміськгаз» були обстежені співробітники бригади, склад якої приведений в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 –

Склад бригади зварників № 4

№ п/п	Прізвище, ім'я, по-батькові	Посада	Кваліфікація	Рік народження
1	Кулешов Іван Миколайович	Бригадир	Газоелектрозварник, 6 розряду	1955
2	Санін Андрій Григорович	Робітник	Слюсар-ремонтник, 6 розряду	1967
3	Коломийко Олексій Миколайович	Робітник	Газоелектрозварник, 5 розряду	1969
4	Рясной Владислав Юрійович	Робітник	Слюсар-ремонтник, 5 розряду	1976
5	Давиденко Єгор Дмитрович	Робітник	Газоелектрозварник, 4 розряду	1985

Дана бригада виконувала роботи, перелік яких приведений в табл.4.5.

Таблиця 4.5 –

Перелік робіт

№ п/п	Дата	Час початку / закінчення зміни	Перелік робіт	Виконавці робіт
1	2	3	4	5
1	20.07. 2015	8.00- 17.00	Врізання в діючі газопроводи високого тиску.	Кулешов І.М. Санін А. Г. Коломийко О.М. Рясной В. Ю. Давиденко Є. Д.

Продовження табл. 4.5

1	2	3	4	5
			Зварювання газопроводів усередині приміщень діючих газорегулювальних станцій, газонаповнювальних та газороздільних станцій та в компресорних відділах під тиском.	Санін А. Г. Коломийко О.М. Рясной В. Ю. Давиденко Є. Д.
			Визначення та виправлення дефектів в зварних з'єднаннях та наплавленому металі, які виявлені при огляді.	Кулешов І.М. Санін А. Г. Коломийко О.М.
2	21.07. 2015	8.00- 17.00	Зварювальні роботи під час приєднання відводів до діючих газопроводів методом вибуху.	Кулешов І.М. Санін А. Г. Коломийко О.М. Рясной В. Ю. Давиденко Є. Д.
			Визначення та виправлення дефектів у зварних з'єднаннях та наплавленому металі, які виявлені при огляді.	Кулешов І.М. Рясной В. Ю. Давиденко Є. Д.
3	22.07. 2015	8.00- 17.00	Зварювальні роботи методом глибокого зварювання та накладення кріпких та щільних швів у різних положеннях та виробів з металу.	Кулешов І.М. Санін А. Г. Коломийко О.М. Рясной В. Ю. Давиденко Є. Д.
			Визначення та виправлення дефектів в зварних з'єднаннях та наплавленому металі, які виявлені при огляді.	Кулешов І.М. Санін А. Г. Коломийко О.М.

Продовження табл. 4.5

1	2	3	4	5
4	23.07. 2015	8.00- 17.00	Електрозварка виробів різної конфігурації, що належать для роботи під високим тиском.	Кулешов І.М. Санін А. Г. Коломийко О.М. Рясной В. Ю. Давиденко Є. Д.
			Зварювальні роботи методом глибокого зварювання та накладення кріпких та щільних швів у різних положеннях та виробів з металу різної товщини.	Кулешов І.М. Санін А. Г. Коломийко О.М. Рясной В. Ю. Давиденко Є. Д.
			Визначення та виправлення дефектів в зварних з'єднаннях та наплавленому металі, які виявлені при огляді.	Кулешов І.М. Санін А. Г. Коломийко О.М. Рясной В. Ю. Давиденко Є. Д.
5	24.07. 2015	8.00- 17.00	Електрозварка виробів різної конфігурації, що належать для роботи під високим тиском.	Кулешов І.М. Санін А. Г. Коломийко О.М. Рясной В. Ю. Давиденко Є. Д.
			Визначення та виправлення дефектів в зварних з'єднаннях та наплавленому металі, які виявлені при огляді.	Кулешов І.М. Санін А. Г. Коломийко О.М. Рясной В. Ю. Давиденко Є. Д.

В ході виконання вказаних робіт відповідно до моделей, що розроблені в розд. 2 та розд. 3, проводилися вимірювання параметрів стану організму виконавців даних робіт за допомогою електронного автоматичного тонометру Beurer BC16, що пристосований для вимірювання ЧСС та рівня

артеріального тиску. Вимірювання даних параметрів можливі за допомогою індивідуальних автоматичних тонометрів, що дозволяють фіксувати значення ЧСС та рівнів артеріального тиску без відриву від професійної діяльності відповідно з заданим інтервалом.

В табл. 4.6 приведений перелік, опис та ціна автоматичних тонометрів, що мають у продажі та дозволяють проводити облік необхідних показників.

Таблиця 4.6. –

Перелік автоматичних тонометрів

№	Найменування	Функції та опис	Ціна
1.	Longevita BP-201M – на зап'ясток.	Точність вимірювання тиску: ± 3 мм рт. ст. Пам'ять: 120 вимірів, з відображенням дати та часу вимірювання.	609 грн.
2.	Little Doctor LD-8 на зап'ясток.	Дисплей з одночасною індикацією тиску та пульсу. Алгоритм Fuzzy враховує індивідуальні особливості серцевого ритму. 30 осередків пам'яті.	796 грн.
3.	Gamma Active на зап'ясток.	Автоматично визначає ступінь нагнітання повітря до манжети по технології FUZZY LOGIC. 90 останніх результатів прилад залишає в пам'яті.	912 грн.
4.	Nissei WS-1000.	Функціональні автоматичні тонометри з індикацією аритмії та можливістю збереження дати и часу виміру.	1010 грн.
5.	B.Well WA-99.	Вбудований годинник та календар. Автоматично обчислює середній тиск та пульс по даним трьох останніх вимірів.	1160 грн.
6.	Omron RS2 на зап'ясток.	За натиском однієї кнопки проводиться автоматичне вимірювання рівня артеріального тиску та частоти пульсу. Дані тонометри на зап'ясток мають пам'ять на 30 вимірів.	1555 грн.

Для виміру часу сенсомоторної реакції застосовувався секундомір.

Виконавці за командою «Можна» натискали кнопки, запускали секундомір та зупиняли його в момент досягнення стрілкою заданого ділення на циферблаті. Проводяться 13 вимірів, 3 з яких вважаються тими, на які треба орієнтуватися. Індикатором реакції на об'єкт, що рухається, є середня величина помилок запізнення та середня величина помилок упередження. Для оцінки середньої величини помилок запізнення обчислюється сума відхилень з позитивним знаком та кількість помилок такого роду. Ділення сумарної величини помилок на їх кількість дає величину, що шукають. Аналогічним чином обчислюється значення критерію, що характеризує середню величину помилок упередження. Зіставлення обчислених середніх величин дає представлення про перевагу середньої величини помилок запізнення або упередження, тобто о реакції [111].

Результати вимірів приведені в табл. 4.7.

Таблиця 4.7 –

Результати вимірів показників діяльності систем організму виконавців

№ п/п	Дата	Час початку зміни	Виконавці робіт	Систолічний артеріальний тиск	Діастолічний артеріальний тиск	ЧСС	Час реакції
1	2	3	4	5	6	7	8
1	20.07. 2015	8.00	Кулешов І.М.	130	85	78	0,4
			Санін А. Г.	126	80	72	0,4
			Коломийко О.М.	120	85	72	0,3
			Рясной В. Ю.	124	75	66	0,3
			Давиденко Є. Д.	115	70	60	0,2
2	21.07. 2015	8.00	Кулешов І.М.	134	90	80	0,5
			Санін А. Г.	125	80	78	0,5
			Коломийко О.М.	123	85	80	0,4
			Рясной В. Ю.	125	80	76	0,3
			Давиденко Є. Д.	110	75	68	0,2

Продовження табл. 4.7

1	2	3	4	5	6	7	8
3	22.07. 2015	8.00	Кулешов І.М.	135	90	82	0,5
			Санін А. Г.	130	85	78	0,4
			Коломийко О.М.	130	80	72	0,3
			Рясной В. Ю.	125	80	66	0,3
			Давиденко Є. Д.	115	75	60	0,2
4	23.07. 2015	8.00	Кулешов І.М.	125	84	78	0,4
			Санін А. Г.	120	80	76	0,4
			Коломийко О.М.	120	75	72	0,3
			Рясной В. Ю.	120	80	60	0,2
			Давиденко Є. Д.	110	70	60	0,2
5	24.07. 2015	8.00	Кулешов І.М.	140	90	82	0,6
			Санін А. Г.	133	85	78	0,6
			Коломийко О.М.	120	80	68	0,5
			Рясной В. Ю.	126	80	56	0,4
			Давиденко Є. Д.	120	80	66	0,3

В якості засобів індивідуального вимірювання часу сенсомоторної реакції можливо використовувати мобільні додатки до смартфонів або ноутбуків. Однак, реалізація даного виміру можлива тільки при наявності даної техніки на робочому місці та не може проводитися автоматично, тобто без відриву від професійної діяльності.

Відеограма інтерфейсу задачі обліку параметрів стану організму виконавців приведена на рис.4.8.

В ході виконання указаних робіт вимірювання діючих ШВЧ проводились за допомогою наступних вимірювальних пристроїв. Для вимірювання енергетичних характеристик ОВ був використаний вимірювач теплового випромінювання РАТ-2П, який призначений для забезпечення вимірів інтегральних характеристик випромінювання у всьому спектральному діапазоні ОВ. Використовується задля проведення санітарно-гігієнічних досліджень при атестації робочих місць (рекомендований

Міністерством охорони здоров'я України, Міністерством охорони здоров'я Росії та Міністерством охорони здоров'я Республіки Білорусь).

ФИО	Должность	Квалификация	Разряд	Год
Кулешов И.Н.	бригадир	газоэлектросварщик	6	1955 г.р
Санин А.Г.	рабочий	слесарь-ремонтник	6	1967 г.р
Коломыйко Е.Н.	рабочий	газоэлектросварщик	5	1969 г.р.
Рясной В.Ю.	рабочий	слесарь-ремонтник	5	1976 г.р.
Давиденко Е.Д.	рабочий	газоэлектросварщик	4	1985 г.р.

Дата	Время начала смены	Исполнители работ	Систолическое артериальное давление	Диастолическое артериальное давление	ЧСС	Время реакции
23.07.2015	8.00	Кулешов И.Н.	125	84	78	0,4
23.07.2015	8.00	Санин А.Г.	120	80	76	0,4
23.07.2015	8.00	Коломыйко Е.Н.	120	75	72	0,3
23.07.2015	8.00	Рясной В.Ю.	120	80	60	0,2
23.07.2015	8.00	Давиденко Е.Д.	110	70	56	0,2

Рисунок 4.8 - Відеограма інтерфейсу задачі обліку параметрів стану організму виконавців

Діапазон енергетичної освітленості – 10^2 - 10^4 Вт/м²; спектральний діапазон – 0,2-25 мкм, с ІЧ фільтром – 1-15 мкм; межа основної допустимої відносної похибки $\pm 6\%$; час встановлення показів 15 с; маса – 0,6 кг.

Температура виробничого середовища вимірювалась за допомогою універсального вимірювача параметрів мікроклімату «МЕТЕОСКОП-М», що призначений задля проведення моніторингу середовища в побутових та виробничих приміщеннях, на відкритих територіях. «МЕТЕОСКОП-М» використовується для контролю параметрів мікроклімату, атестації робочих місць на підприємствах, в офісах та інш. Діапазон вимірів температури від –

40°C до +85°C. Діапазон вимірювань відносної вологості від 3 до 97%.
Результати вимірювання приведені в табл. 4.8.

Таблиця 4.8 –

Результати вимірювання шкідливих виробничих чинників,
що діють в процесі

Дата, час проведення виміру	Рівень ЕМВ, Вт/м ²	Температура, °С
20.07.2015, 8.00	0	22
20.07.2015, 10.00	60	24
20.07.2015, 12.00	82	26
20.07.2015, 14.00	110	28
20.07.2015, 16.00	100	30
21.07.2015, 8.00	0	24
21.07.2015, 10.00	20	25
21.07.2015, 12.00	34	29
21.07.2015, 14.00	100	32
21.07.2015, 16.00	104	34
22.07.2015, 8.00	0	26
22.07.2015, 10.00	131	30
22.07.2015, 12.00	140	33
22.07.2015, 14.00	119	33
22.07.2015, 16.00	129	34
23.07.2015, 8.00	0	26
23.07.2015, 10.00	83	29
23.07.2015, 12.00	86	31
23.07.2015, 14.00	95	32
23.07.2015, 16.00	131	32
24.07.2015, 8.00	0	24
24.07.2015, 10.00	123	25
24.07.2015, 12.00	137	27
24.07.2015, 14.00	106	26
24.07.2015, 16.00	134	26

Відеограма інтерфейсу задачі обліку результатів вимірювання ВЧ
приведена на рис. 4.9.

С метою апробації запропонованої моделі оцінювання змін параметрів стану виконавця в ході своєї професійної діяльності, що, на відміну від існуючих, враховує нелінійний характер спільної дії окремих виробничих чинників на організм виконавця та наслідки, що виникають з цієї дії (вираз (3.21)), була проаналізована реакція серцево-судинної та нервової систем людини на сумісну дію електромагнітного випромінювання та підвищеної температури повітря [73, 75].

ИС мониторинга состояния ИП предприятия

Файл Процессы Сотрудники ВПФ Наблюдение Прогноз Сервис Выход

Данные об исполнителях процесса/работы

Результаты измерений вредных производственных факторов

Результаты оценки/прогноза изменения состояния сотрудника

Подразделение Бригада №4

Дата 23.07.2015

Время начала/окончания смены 8.00 - 8.00

Вредные производственные факторы

Название ВПФ Температура, °C

Признак действия ВПФ Да Нет

Результаты выбора ВПФ

Температура, °C 32

Время проведения измерения 16.00

Сохранить

Результаты измерений вредных производственных факторов

Дата	Время проведения измерения	Температура, °C	a
23.07.2015	8.00	26	0,2
23.07.2015	10.00	29	0,35
23.07.2015	12.00	31	0,45
23.07.2015	14.00	32	0,5
23.07.2015	16.00	32	0,5

Назад Далее

Рисунок 4.9 - Відеограма інтерфейсу задачі обліку результатів вимірювання виробничих чинників

Дані про ВЧ інтерполювалися між змінами значенням рівня $EMV = 0$ и значенням температури повітря $= 20$ С. Дані про вимірюванні параметри

стану виконавця інтерполювалися по методу Ейткена-Лагранжа. Таким чином, були одержані часові ряди для параметрів, що досліджуються та які були відцентровані. Рішення рівняння Вінера-Хопфа проводилося шляхом його дискретизації та зведення до чотирьох систем лінійних рівнянь [73, 75].

Нумерація чинників зовнішнього середовища:

- 1 – рівень ЕМВ;
- 2 – температура повітря.

Нумерація вимірюваних параметрів стану організму виконавця:

- 1 – рівень систолічного АТ;
- 2 – рівень діастолічного АТ;
- 3 – ЧСС;
- 4 – час сенсомоторної реакції.

Системи лінійних рівнянь вирішувалися методом Гауссу з вибором головного елемента. З метою регуляризації рішення було застосовано згладження отриманих результатів. За допомогою графічного аналізу результатів для функцій $\omega_{11}(\tau)$, $\omega_{21}(\tau)$, $\omega_{32}(\tau)$, $\omega_{41}(\tau)$ була вибрана формула [73, 75]

$$\omega(\tau) = Ce^{-a\tau}, \quad (4.18)$$

для функцій, $\omega_{31}(\tau)$, $\omega_{22}(\tau)$ $\omega_{42}(\tau)$ – формула

$$\omega(\tau) = C\tau^b e^{-a\tau}, \quad (4.19)$$

а для функцій $\omega_{12}(\tau)$ и $\omega_{31}(\tau)$ – формула $\omega(\tau) = C = Const$. Відношення (4.18), (4.19) були лінійзовані шляхом логарифмування, коефіцієнти визначались методом найменших квадратів, в результаті чого були отримані наступні відношення [73, 75]:

$$\omega_{11}(\tau) = 0,083e^{-0,1613\tau}$$

$$\omega_{21}(\tau) = 5,6 \cdot 10^{-3} e^{0,3402\tau}$$

$$\omega_{31}(\tau) = 0,00406$$

$$\omega_{41}(\tau) = 9,14 \cdot 10^{-5} e^{-0,0355\tau}$$

$$\omega_{12}(\tau) = 0,00324$$

$$\omega_{22}(\tau) = 2,77 \cdot 10^{-3} \cdot \tau^{1,409} e^{-0,5498\tau}$$

$$\omega_{32}(\tau) = 0,332 \cdot 10^{-2} e^{-0,3279\tau}$$

$$\omega_{42}(\tau) = 1,134 \cdot 10^{-3} \cdot \tau^{1,748} e^{-1,023\tau}$$

В загальному випадку спостерігаються явища запізнення, накопичення наслідків та експоненціального відновлення та підтверджена застосування моделі (3.19), що встановлює конкретний вид залежності між результатами вимірювання дії ШВЧ та реакцією організму виконавця на цю дію [73, 75].

Далі приведені обчислення результатів впровадження технології моніторингу стану виробничого персоналу підприємства ПАТ «Харківміськгаз» на прикладі бригадира Кулешова М.І., що виконував наступні роботи: врізання в діючі газопроводи високого тиску; зварювання газопроводів усередині приміщень діючих газорегулювальних станцій, газонаповнювальних та газороздільних станцій та в компресорних відділах під тиском; визначення та виправлення дефектів в зварних з'єднаннях та наплавленому металі, які виявлені при огляді.

Результат обчислень, що виконані на Етапах 3, 4, 5 та 6 технології моніторингу стану виробничого персоналу підприємства показаний на 23.07.2015 р. періодом з 8.00 до 17.00 години.

ЕТАП 3. За початковими параметрами виконавця (табл. 4.6) за допомогою методу оцінювання працездатності виробничого персоналу визначається початковий стан виконавця. Приклад обчислення ймовірностей за параметрами Кулешова М.І.:

$$P(sista_i(t) = d_{sista_i(t)} | C = sost_j(t)) = P\left(\begin{matrix} sista_i(t) = d_{sista_i(t)} \cap d_{sista_i(t)} \in \\ \in [d_j^{min}, d_j^{max}] \cap C = sost_j(t) \end{matrix}\right) / P(C = sost_j(t)),$$

$$P(sista_i(t) = d_{sista_i(t)} | C = \text{придатный}) =$$

$$= P\left(\begin{matrix} sista_i(t) = 125 \cap 125 \\ \in [110, 120] \cap C = \text{придатный}(t) \end{matrix}\right) / P(C = \text{придатный}),$$

$$P(sista_i(t) = d_{sista_i(t)} | C = \text{практичнопридатный}) =$$

$$= P\left(\begin{matrix} sista_i(t) = 125 \cap 125 \\ \in [121, 136] \cap C = \text{практичнопридатный}(t) \end{matrix}\right) / P(C = \text{практичнопридатный}),$$

$$P(sista_i(t) = d_{sista_i(t)} | C = \text{границный стан}) =$$

$$= P\left(\begin{matrix} sista_i(t) = 125 \cap 125 \\ \in [137, 145] \cap C = \text{придатный}(t) \end{matrix}\right) / P(C = \text{границный стан}),$$

$$P(sista_i(t) = d_{sista_i(t)} | C = \text{не придатный}) =$$

$$= P\left(\begin{matrix} sista_i(t) = 125 \cap 125 \\ \in [146, 155] \cap C = \text{не придатный}(t) \end{matrix}\right) / P(C = \text{не придатный}),$$

$$P(sista_i(t) = d_{sista_i(t)} | C = \text{практичнопридатный}) = 1.$$

$$P(diasta_i(t) = d_{diasta_i(t)} | C = \text{придатный}) =$$

$$= P\left(\begin{matrix} diasta_i(t) = 84 \cap 84 \\ \in [70, 80] \cap C = \text{придатный}(t) \end{matrix}\right) / P(C = \text{придатный}),$$

$$P(diasta_i(t) = d_{diasta_i(t)} | C = \text{практичнопридатный}) =$$

$$= P\left(\begin{matrix} diasta_i(t) = 84 \cap 84 \\ \in [81, 85] \cap C = \text{практичнопридатный}(t) \end{matrix}\right) / P(C = \text{практичнопридатный}),$$

$$P(diasta_i(t) = d_{diasta_i(t)} | C = \text{границный стан}) =$$

$$= P\left(\begin{matrix} diasta_i(t) = 84 \cap 84 \\ \in [86, 89] \cap C = \text{придатный}(t) \end{matrix}\right) / P(C = \text{границный стан}),$$

$$P(diasta_i(t) = d_{diasta_i(t)} | C = \text{не придатный}) =$$

$$= P\left(\begin{matrix} diasta_i(t) = 84 \cap 84 \\ \in [90, 100] \cap C = \text{не придатный}(t) \end{matrix}\right) / P(C = \text{не придатный}),$$

$$P(diasta_i(t) = d_{diasta_i(t)} | C = \text{практичнопридатный}) = 1.$$

$$\begin{aligned}
& P(puls_i(t) = d_{puls_i(t)} | C = \text{придатный}) = \\
& = P\left(\begin{array}{l} puls_i(t) = 78 \cap 78 \\ \in [56,62] \cap C = \text{придатный}(t) \end{array}\right) / P(C = \text{придатный}), \\
& P(puls_i(t) = d_{puls_i(t)} | C = \text{практичнопридатный}) = \\
& = P\left(\begin{array}{l} puls_i(t) = 78 \cap 78 \\ \in [63,76] \cap C = \text{практичнопридатный}(t) \end{array}\right) / P(C = \text{практичнопридатный}), \\
& P(puls_i(t) = d_{puls_i(t)} | C = \text{границный стан}) = \\
& = P\left(\begin{array}{l} puls_i(t) = 78 \cap 78 \\ \in [77,90] \cap C = \text{придатный}(t) \end{array}\right) / P(C = \text{границный стан}), \\
& P(puls_i(t) = d_{puls_i(t)} | C = \text{не придатный}) = \\
& = P\left(\begin{array}{l} puls_i(t) = 78 \cap 78 \\ \in [91,110] \cap C = \text{не придатный}(t) \end{array}\right) / P(C = \text{не придатный}), \\
& P(puls_i(t) = d_{puls_i(t)} | C = \text{границный стан}) = 1.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& P(time_i(t) = d_{time_i(t)} | C = \text{придатный}) = \\
& = P\left(\begin{array}{l} time_i(t) = 0,4 \cap 0,4 \\ \in [0,3;0,39] \cap C = \text{придатный}(t) \end{array}\right) / P(C = \text{придатный}), \\
& P(time_i(t) = d_{time_i(t)} | C = \text{практичнопридатный}) = \\
& = P\left(\begin{array}{l} time_i(t) = 0,4 \cap 0,4 \\ \in [0,4;0,42] \cap C = \text{практичнопридатный}(t) \end{array}\right) / P(C = \text{практичнопридатный}),
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& P(time_i(t) = d_{time_i(t)} | C = \text{границный стан}) = \\
& = P\left(\begin{array}{l} time_i(t) = 0,4 \cap 0,4 \\ \in [0,43;0,46] \cap C = \text{придатный}(t) \end{array}\right) / P(C = \text{границный стан}),
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& P(time_i(t) = d_{time_i(t)} | C = \text{не придатный}) = \\
& = P\left(\begin{array}{l} time_i(t) = 0,4 \cap 0,4 \\ \in [0,47;1,2] \cap C = \text{не придатный}(t) \end{array}\right) / P(C = \text{не придатный}),
\end{aligned}$$

$$P(time_i(t) = d_{time_i(t)} | C = \text{практичнопридатный}) = 1.$$

$$P(C = sost_j(t) [sista_i(t), diasta_i(t), puls_i(t), time_i(t)]) = C =$$

$$\begin{aligned}
& = \text{"практичнопридатный"} \left[\begin{array}{l} \text{"практичнопридатный"}, \text{"практичнопридатный"}, \\ \text{границный стан}, \text{"практичнопридатный"} \end{array} \right] = \\
& = 0,75.
\end{aligned}$$

Таким чином, даному виконавцю з умовною ймовірністю 0,75 за початковими параметрами стан визначений як «практично придатний». Результат виконання Етапу 3 приведений в табл. 4.9.

Таблиця 4.9 –

Результат виконання Етапу 3.

Прізвище, ініціали виконавця	Початкові параметри		Стан виконавця на початок зміни
Кулешов І. М.	sista(0)	125	«практично придатний»
	diasta(0)	84	
	puls(0)	78	
	time (0)	0,4	

ЕТАП 4. Приклад обчислення оцінювання зміни стану виконавця в процесі професійної діяльності за допомогою математичної моделі оцінювання змін параметрів стану виконавця в ході своєї професійної діяльності (табл. 4.7) через 2 години після початку зміни за допомогою (3.19):

$$\Delta s_{ost}(t_0, t_j) = \vec{w}(\tau_0) \cdot \int_0^{\tau} f(\mu_{\phi^{ik}(t_0, t_j)}(\tau)) d\tau = \vec{w}(\tau_0) \cdot \int_0^{\tau} \mu_{\phi^{ik}(t_0, t_j)} \omega_{nm}(\tau) d\tau =$$

$$= \begin{bmatrix} sista(0) \\ diasta(0) \\ puls(0) \\ time(0) \end{bmatrix} \times \int_0^{\tau} \begin{bmatrix} \mu_1(\tau) \\ \mu_2(\tau) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^m \omega_{11}(\tau) + \omega_{1m}(\tau) \\ \sum_{i=1}^m \omega_{21}(\tau) + \omega_{2m}(\tau) \\ \sum_{i=1}^m \omega_{31}(\tau) + \omega_{3m}(\tau) \\ \sum_{i=1}^m \omega_{41}(\tau) + \omega_{4m}(\tau) \end{bmatrix} d\tau.$$

де $\omega(\tau)$ – перехідна функція, яка відображає конкретний взаємозв’язок, що не змінюється з часом між ШВЧ та набором параметрів, що характеризує психофізіологічний стан людини в момент часу τ ;

$\mu_{\phi^{ik}(t)}$ – негативний вплив процесу для m значень величини i -го ШВЧ, що діє на k -го виконавця в момент часу t_j .

μ_1, μ_2 - елементи для обчислення негативного впливу μ_k .

m – кількість значень діючих ШВЧ.

$$\begin{aligned} \Delta_{sost}(t_0, t_j) &= \vec{w}(\tau_0) \cdot \int_0^{\tau} f(\mu_{\phi^{ik}(t_0, t_j)}(\tau)) d\tau = \vec{w}(\tau_0) \cdot \int_0^{\tau} \mu_{\phi^{ik}(t_0, t_j)} \omega_{nm}(\tau) d\tau \\ \Delta_{sost}(0, 2) &= \begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} \times \left([27,5] \times \begin{bmatrix} 0,00324 \\ 2,77 \cdot 10^{-3} \cdot \tau^{1,409} e^{-0,5498\tau} \\ 0,332 \cdot 10^{-2} e^{-0,3279\tau} \\ 1,134 \cdot 10^{-3} \cdot \tau^{1,748} e^{-1,023\tau} \end{bmatrix} \right) = \\ &= \begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} \times \left([27,5] \times \begin{bmatrix} 0,00324 \\ 2,77 \cdot 10^{-3} \cdot 2^{1,409} e^{-0,5498 \cdot 2} \\ 3,32 \cdot 10^{-3} e^{-0,3279 \cdot 2} \\ 1,134 \cdot 10^{-3} \cdot 2^{1,748} e^{-1,023 \cdot 2} \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} \times \left([27,5] \times \begin{bmatrix} 0,00324 \\ 0,00245 \\ 0,001723 \\ 0,00049 \end{bmatrix} \right) = \\ &= \begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,0891 \\ 0,0674 \\ 0,0474 \\ 0,0135 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 11,14 \\ 5,661 \\ 3,697 \\ 0,0054 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Результат виконання Етапу 4 в вигляді оцінки зміни стану виконавця приведений в табл. 4.10.

ЕТАП 5. Так як через 2 години після початку зміни не відбулося змінювання стану виконавця, тобто не виникло переходу одного стану в інший, то $\bar{R}(t, t_0) = 0$.

Результат виконання Етапу 5 приведений в табл. 4.11.

Таблиця 4.10 –

Результат виконання Етапу 4.

Прізвище, ініціали виконавця	Початкові параметри		Стан виконавця на початок зміни	Зміна параметрів
Кулешов І. М.	sista(0)	125	«практично придатний»	11,14
	diasta(0)	84		5,661
	puls(0)	78		3,697
	time (0)	0,4		0,0054

Таблиця 4.11 –

Результат виконання Етапу 5.

Прізвище, ініціали виконавця	Початкові параметри		Стан виконавця на початок зміни	Зміна параметрів	Наслідки дії
Кулешов І. М.	sista(0)	125	«практично придатний»	11,14	0
	diasta(0)	84		5,661	0
	puls(0)	78		3,697	0
	time (0)	0,4		0,0054	0

ЕТАП 6. За допомогою моделі стану виробничого персоналу (вираз (3.22)) обчислюємо параметри виконавця для визначення його стану через 2 години після початку зміни:

$$\begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 11,14 \\ 5,661 \\ 3,697 \\ 0,0054 \end{bmatrix} + [0] = \begin{bmatrix} 136,1 \\ 89,6 \\ 81,6 \\ 0,4054 \end{bmatrix}.$$

Результат виконання Етапу 6 приведений в табл. 4.12.

Таблиця 4.12 –

Результат виконання Етапу 6.

Прізвище, ініціали виконавця	Початкові параметри	Стан виконавця на початок зміни	Прогноз стану виконавця через 2 години		
			Зміна параметрі в	Наслідки дії	Параметри виконавця
Кулешов І.М.	sista(0) 125 diasta(0) 84 puls(0) 78 time (0) 0,4	«практично придатний»	11,14 5,661 3,697 0,0054	0 0 0 0	$\begin{bmatrix} 136,1 \\ 89,6 \\ 81,6 \\ 0,4054 \end{bmatrix}$

За обчисленими параметрами виконавця за допомогою методу оцінювання працездатності виробничого персоналу, класифікуємо стан виконавців на основі аналізу психофізіологічних параметрів стану організму аналогічно Етапу 3. За результатами методу оцінювання працездатності виробничого персоналу його стан визначено як «практично придатний». Відеограма роботи функціонального модуля моніторингу стану виробничого персоналу підприємства в режимі «прогноз» приведена на рис. 4.10.

Для прогнозу стану виконавця через 4 и 6 годин після початку зміни та на кінець зміни аналогічним чином повторюються Етап 4, Етап 5 та Етап 6. Результати обчислення прогнозу стану виконавця через 4 и 6 годин після початку зміни та на кінець зміни наведені у ДОДАТКУ Б.

В ході досвідної експлуатації функціонального модуля моніторингу

стану виробничого персоналу підприємства комплексної системи управління ПАТ «Харківміськгаз» в режимі «оцінювання» данні про стан виконавців та дію ШВЧ використовувалися для оперативного оцінювання зміни стану виконавців бригади № 4 в ході виконання розглянутих вище робіт. Результати обчислень необхідних параметрів для визначення стану виконавців наведені у ДОДАТКУ В.

Результати оцінювання наведені в табл. Г.1 (ДОДАТОК Г).

В результаті проведених досліджень можна зробити висновок, що модель стану виробничого персоналу (вираз (3.22)), дозволяє визначити стан, а також зробити прогноз зміни цього стану.

Дата	ФИО сотрудника	Состояние сотрудника на начало смены	Прогноз состояния сотрудника через 2 ч	Прогноз состояния сотрудника через 4 ч	Прогноз состояния сотрудника через 6 ч	Прогноз состояния сотрудника на конец смены	Значение
23.07.2015	Кулешов Н.И.	практически годен	практически годен	пограничное состояние	пограничное состояние	не годен	
23.07.2015	Санин А.Г.	практически годен	практически годен	пограничное состояние	пограничное состояние	пограничное состояние	
23.07.2015	Коломыйко Е.Н.	практически годен	практически годен	практически годен	пограничное состояние	пограничное состояние	
23.07.2015	Рясной В.Ю.	практически годен	практически годен	практически годен	практически годен	практически годен	
23.07.2015	Давиденко Е.Д.	годен	годен	годен	практически годен	практически годен	

Рисунок 4.10 - Відеограма роботи функціонального модуля моніторингу стану виробничого персоналу підприємства в режимі «прогноз»

В ході досвідної експлуатації функціонального модуля моніторингу

стану виробничого персоналу підприємства комплексної системи управління ПАТ «Харківміськгаз» в режимі «прогноз» розроблені рішення використовувалися для прогнозу зміни стану виконавця до моменту закінчення зміни. Результати визначення прогнозу зміни стану виконавців наведені в табл. Г.2 (ДОДАТОК Г).

Оскільки існуючі методики не дозволяють здійснити визначення стану та прогноз зміни стану виконавця, слід відмітити, що розроблені теоретичні прикладні рішення забезпечують гарнішу організацію робіт з моніторингу стану виробничого персоналу підприємства комплексної системи управління ПАТ «Харківміськгаз» ніж існуючі моделі та методи.

Аналіз даних, що отримані при оперативному оцінюванні зміни стану виконавців та результати прогнозу зміни стану виконавців відрізняються на 20 % в сторону більш несприятливого прогнозу зміни стану виконавця до кінця зміни. Це говорить про превентивний характер моделі стану виробничого персоналу при (3.22), тобто про своєчасне попередження можливого погіршення здоров'я, та, як слідство, виникнення непрацездатності виконавця. На основі даного прогнозу можливо своєчасне прийняття управлінського рішення, яке дозволить зберегти здоров'я та зменшити прямі та опосередковані витрати, які викликані непрацездатністю людини-виконавця впродовж виконання професійною діяльністю.

Запропонована інформаційна технологія дозволяє оптимізувати прийняття управлінських рішень щодо стану виробничого персоналу за рахунок поліпшення використання виробничого персоналу та зменшення непродуктивних витрат, викликаних непрацездатністю виконавців.

При обчисленні економічного ефекту від впровадження запропонованих в дисертаційній роботі враховувався специфічний характер прояви ефекту, який вимагав спеціальних методів його визначення.

Економічний ефект від удосконалення системи організаційних заходів розглядається як основна частина ефекту внаслідок використання інтенсивного чинника розвитку. Ступінь або міру цього ефекту можна

встановити за допомогою прямих і непрямих порівнянь, експертними оцінками спеціалістів, тощо.

Слід мати на увазі, що результати організаційних заходів впливають на економічний ефект по-різному, тому немає необхідності класифікувати джерела економічного ефекту організаційного поліпшення. Методи визначення розміру економії для кожної конкретної події індивідуальні і визначаються за характером цієї діяльності.

Наведемо узагальнене обчислення економічного ефекту (EE) для окремих заходів організаційного вдосконалення:

$$EE = (C_{до} - C_{після}) - k \cdot C_{орг} \quad (4.20)$$

де $C_{до}$ - витрати до впровадження заходу;

$C_{після}$ - витрати після впровадження заходу;

$C_{орг}$ - витрати на організацію заходу;

k - певний коефіцієнт.

Взагалом, економічний ефект опосередкований у формі, з одного боку, заощадженням ресурсів, часу і простору, їх взаємодій, споживанням, обміні та розподілі, а з іншого, своїми витратами або іншим чином, що виникають від рівня організації підприємства. Алгебраїчна сумою даних компонентів, що висловлені у вигляді значення є мірою економічних наслідків системи організації підприємства.

Для нашого випадку поліпшення організаційних заходів обчислюється зменшенням непродуктивних витрат, викликаних непрацездатністю виконавців (4.20) та матиме вигляд

$$EE = \sum_{j=1}^Y \sum_{i=1}^S C_{ij} \cdot t_{ij} - \sum_{j=1}^Y \sum_{i=1}^S V_{ij} \cdot t_{ij} \quad (4.21)$$

де C_{ij} - витрати на виробництво, послуги;

V_{ij} - витрати внаслідок непрацездатності виконавців;

S - кількість виконавців;

Y - кількість днів;

t - час, година.

Витрати на виконання роботи одним виконавцем за 1 годину C_i обчислюються як

$$C_i = \sum_{i=1}^m Work(t) \cdot k_{TC}$$

де k_{TC} - коефіцієнт тарифної ставки;

m - кількість робіт підприємства.

Ця методика обчислення економічного ефекту за рахунок зменшення витрат, викликаних непрацездатністю виконавців та поліпшення використання виробничого персоналу використовувалася на підприємствах ПАТ «Харківміськгаз» та ГНПП «Об'єднання Комунар». Загальний ефект від впровадження запропонованих прикладних рішень, а також елементів ІТ МС ВП склав 53 тис. грн, що підтверджено відповідними актами впровадження.

4.5 Висновки по розділу

1. Підхід до оцінки дії на організм великої кількості гетерогенних ШВЧ як негативного впливу процесу на виконавців виконавця дозволив розробити узагальнену модель архітектури ІС МС ВП підприємства, що

встановлює засіб обчислення значень оцінки негативного впливу μ . Дана модель дозволяє встановити особливості формального опису ІЗ та ПЗ ІС та дозволяє уточнити модель архітектури ІС за рахунок надання моделі (3.22) як одної з вимог до представлення вхідних та вихідних даних ІС.

2. На основі результатів розробки моделі стану виробничого персоналу, була розроблена деталізована модель архітектури ІС МС ВП підприємства. Дана модель враховує запропонований підхід до оцінки негативного впливу та особливості математичної моделі стану ВП, що дозволяє підвищити пристосованість ІС та її ІЗ до застосування розроблено моделі.

3. В ході реалізації основних елементів ІС МС ВП підприємства було запропоновано в якості основного архітектурного рішення використовувати концепцію СППР з фізичним сховищем даних. Розроблена схема потоків даних, що описує взаємодію комплексів функціональних задач. Розглянуто призначення кожного комплексу задач. Описані варіанти рішень при роботі ІС в режимі оперативного оцінювання та режимі прогнозу.

4. В ході реалізації ІС МС ВП підприємства запропоновано використати підхід реляційний OLAP. В рамках даного підходу розроблена схема сховища даних ІС, яке може бути реалізовано в більшості корпоративних та офісних реляційних або об'єктно-реляційних СУБД. Розроблена концепція технології МС ВП та визначений взаємозв'язок етапів даної технології, що реалізує заявлений комплекс функціональних задач.

5. Розроблена прикладна інформаційна технологія моніторингу стану ВП підприємства шляхом інформатизації та розповсюдження її на нову предметну область – управління виробничим персоналом підприємства.

6. Проведена апробація отриманих наукових та практичних результатів дисертаційної роботи в процесі моніторингу стану ВП у ПАТ «Харківміськгаз». В якості об'єкту розглянута була бригада зварників № 4. В ході апробації проводилися вимірювання діючих ШВЧ, результати яких вводилися в ІС. На основі результатів вимірювань в ході рішень відповідних функціональних задач ІС була отримана оцінка стану виконавців бригади, а

також отриманий прогноз зміни стану виконавців бригади через 2, 4 и 6 годин після початку робочої зміни, та на кінець зміни.

Список використаних джерел у даному розділі наведено у повному переліку використаних джерел під номерами: [20-25, 46- 48, 71, 73, 75, 79-119].

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено актуальну науково-прикладну задачу зменшення прямих та опосередкованих витрат, які викликані непрацездатністю виконавця впродовж професійної діяльності, шляхом підвищення продуктивності виконання робіт з моніторингу стану виробничого персоналу підприємства. У результаті проведених досліджень отримані такі результати.

1. Проведено аналіз проблем, що виникають в ході автоматизації процесів моніторингу стану ВП підприємства. Проведений аналіз показав відсутність єдиних рекомендацій щодо переліку типових функцій МС ВП, а також узгодженої точки зору на систему показників та схему даних, що описують процес моніторингу стану ВП на сучасному підприємстві. Аналіз існуючих ІС, підтвердив відсутність у сучасних системах функцій кількісного обліку, контролю та оцінки стану виконавців як показника використання ВП на об'єкті управління або на його окремих процесах. Факторами, що перешкоджають розробці ІС МС ВП, є недосконалість математичного апарату визначення та оцінювання стану виконавців впродовж професійної діяльності.

2. Удосконалено математичну модель негативного впливу виробничих чинників на персонал, яка, на відміну від існуючих, враховує вплив гетерогенних шкідливих виробничих чинників на виконавців і дозволяє організувати збір, обробку та відображення інформації про цей вплив на співробітників підприємства, що дозволяє реалізувати функцію обліку чинників виробничого середовища.

3. Удосконалено математичну модель оцінювання змін параметрів поточного стану виконавця впродовж професійної діяльності, яка, на відміну від існуючих, враховує результати негативного впливу виробничих чинників на персонал та характер спільної дії окремих виробничих чинників на

організм виконавця, що дозволяє кількісно оцінити зміни психофізіологічних параметрів стану виконавця та реалізувати функцію аналізу зміни поточного стану виробничого персоналу.

4. Вперше розроблено математичну модель стану виробничого персоналу, що враховує початковий стан виконавців, зміну поточного стану впродовж виконання професійної діяльності та наслідки, які виникають в результаті дії гетерогенних чинників на персонал, що дозволяє кількісно оцінити стан виконавців та зміни цього стану і зменшити витрати через непрацездатність виробничого персоналу при плануванні переліку робіт підприємства та дозволяє засобами запропонованої інформаційної технології реалізувати функції моніторингу стану виробничого персоналу.

5. Набув подальшого розвитку метод оцінювання працездатності виробничого персоналу, який, на відміну від існуючих, класифікує стан виконавців на основі аналізу психофізіологічних параметрів стану за умов недостатньої кількості накопичених даних, що дозволяє реалізувати функцію оцінки стану виконавця відповідно до чинних правил визначення працездатності персоналу.

6. Запропоновано інформаційну технологію моніторингу стану виробничого персоналу підприємства. Технологія включає всі етапи моніторингу стану виробничого персоналу підприємства, описані раніше, та за рахунок автоматизації процесів моніторингу стану ВП підприємства дозволяє зменшити прямі та опосередковані витрати, викликані непрацездатністю виконавця впродовж виконання професійної діяльності, шляхом підвищення продуктивності виконання робіт з моніторингу стану виробничого персоналу підприємства.

7. Проведено впровадження моделей, методу та інформаційної технології під час вирішення практичних завдань системи управління виробничим персоналом в ході проектування функціонального модуля МС ВП комплексної системи управління ПАТ «Харківміськгаз». Результати роботи були впроваджені, апробовані та застосовані в ПАТ «Турбоатом»,

ПАТ «Харківміськгаз», ГНПП «Об'єднання Комунар», використовуються у навчальному процесі ХНУРЕ, що підтверджено відповідними актами впровадження. Запропонована інформаційна технологія дозволяє оптимізувати прийняття управлінських рішень щодо стану виробничого персоналу за рахунок поліпшення використання виробничого персоналу та зменшення непродуктивних витрат, викликаних непрацездатністю виконавців. Загальний ефект від впровадження запропонованої ІТ МС ВП склав 53 тис. грн.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Елиферов В. Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В. Г. Елиферов, В. В. Репин. – М. : Стандарты и качество, 2005. – 408 с. – (1.изд-во)
2. Трофимов В. В. Информационные системы и технологии в экономике и управлении / В. В. Трофимов. – М.: Высшее образование, 2007. - 486 с.
3. Пришвин А. ERP системы планирования ресурсов предприятия [Электронный ресурс] / А. Пришвин // «ERP системы». – Режим доступа до ресурсу: <http://erpnews.ru/erp.html>
4. ERP II [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: [http://erpexpert.com.ua/ERP II](http://erpexpert.com.ua/ERP-II).
5. Управление персоналом. Бизнес. [Электронный ресурс] / «Бібліотека економіста» – Режим доступа: <http://library.if.ua/book/45/3054.html>.
6. Системы управления персоналом. Human Resource Management [Электронный ресурс] // TADVISER. Государство. Бизнес. ИТ. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.tadviser.ru/index.php/HRM?cache>.
7. Концепции управления персоналом [Электронный ресурс] / «Интернет библиотека» – Режим доступа: http://www.xliby.ru/delovaja_literatura/upravlenie_personalom/p2.php
8. Управление человеческими ресурсами [Электронный ресурс] / «Управление. Бизнес» – Режим доступа: www.Grandars.ru
9. Условия труда на рабочих местах и их аттестация [Электронный ресурс] / «Кадровик» – Режим доступа: <http://www.kadrovik.ua/content/usloviya-truda-na-rabochikh-mestakh-i-ikh-attestatsiya>.
10. Global Strategy on Occupational Health for All. The Way to Health at Work. World Health Organization. – Geneva, 1995. – 560 p.

11. OHSAS 18001:2007 Occupational health and safety management systems – Requirement [Электронный ресурс] / «Центр поддержки предпринимателей» – Режим доступа: <http://iso.kiev.ua/drugoe/sert-iso-18001.html>

12. ДСТУ OHSAS 18001:2010 Система управління гігієною та безпекою праці [Електронний ресурс] / «ДНАОП. Законодавча база» – Режим доступа: http://www.dnaop.com/html/34112/doc.OHSAS_18001_2010.

13. Сердюк Н. Н. Анализ существующих информационных технологий в области охраны труда / Н. Н. Сердюк // Матеріали IV Міжнар. наук.-метод. конф. «Безпека людини в сучасних умовах» (Україна, Харків, 6-7 грудня 2012 р.). – Харків : НТУ «ХПІ», 2012. – С.7-8.

14. Сердюк Н. Н. Системы поддержки принятия решений в управлении условиями труда промышленности / Н. Н. Сердюк // Матеріали Міжнар. наук.-метод. конф. «Безпека людини в сучасних умовах» (Україна, Харків, 3-4 грудня 2009 р.). – Харків : НТУ «ХПІ», 2009. – С. 42-43.

15. Сердюк Н. Н. Задача определения состояния сотрудника в информационной системе управления безопасностью труда на предприятии / Н. Н. Сердюк // Материалы 5-й Междунар. научн.-техн. конф. «Информационные системы и технологии» (Украина, Харьков, 12-17 сентября 2016 г.). – Х. : «Друкарня Мадрид», 2016. – С. 71-72.

16. Леонова А. Б. Психологические технологии управления состоянием человека / А. Б. Леонова, А.С.Кузнецова. – М.: «Смысл», 2007. – 311 с..

17. Дружилов С. А. Оценка эффективности совместной деятельности специалистов: методика построения аддитивного интегрального критерия. / С.А. Дружилов // Современные наукоемкие технологии. – 2010. - №. 1. – С. 71–73.

18. Машин В. А. К вопросу классификации функциональных состояний человека. / В. А. Машин // Экспериментальная психология. – 2011. - № 1. – С. 40–56.

19. Баевский Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р. М. Баевский. – М. : Медицина, 1979. – 286с.
20. Сердюк Н. Н. Оценка здоровья человека при совместном действии вредных производственных факторов / Н. Н. Сердюк // Вестник национального технического университета «ХПИ». Сборник научных трудов. Тематический выпуск: «Новые решения в современных технологиях». – Харьков : НТУ «ХПИ», 2010. – № 17. – С. 46-50.
21. Показатели учета и анализа состояния безопасности труда [Электронный ресурс] / «Охрана труда-БЖД» – Режим доступа: <http://ohrana-bgd.narod.ru/ohselh15.htm>
22. Контроль за охраной труда [Электронный ресурс] / «Школа безопасности» – Режим доступа: <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/kontrol-za-ohranoy-truda.html> –
23. Ефремов А. А. Комплексная оценка условий труда производственного персонала [Электронный ресурс] / «Наука и» – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/20_DNII_2012/Tecnic/13_114146.doc.htm
24. Смирнитская М. Б. Принципы построения автоматизированной системы управления охраной труда на предприятии с учетом человеческого фактора / М. Б Смирнитская // Машинобудування. – 2014. – №14. – С. 139-147.
25. Standard Statistical Classifications: Basic Principles [Электронный ресурс] / by Eivind Hoffmann, Bureau of Statistics, International Labour Office and Mary Chamie, United Nations Statistics Division. – Режим доступа до ресурсу: <http://unstats.un.org/unsd/class/family/bestprac.pdf>.
26. Григорьев Ю. Г. Биоэффекты хронического воздействия электромагнитных полей радиочастотного диапазона малых интенсивностей (стратегия нормирования) / Ю. Г. Григорьев, А. В. Шафиркин, А. Л Васин // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2003. – Т.43, N 5. – С.501–511.
27. Тихонова Г. И. Эпидемиологическая оценка риска развития патологии при производственном воздействии электромагнитных полей

радиочастотного диапазона / Г. И. Тихонова // Радиационная биология. Радиозэкология. – 2003. – Т.43, N 5. – С.559–564.

28. Сердюк Н. Н. Информационные технологии в управлении условиями труда / Н. Н. Сердюк // Материалы Междунар. научн. конф. «Современные информационные системы. Проблемы и тенденции развития» (Украина, Харьков– Туапсе, 2-5 октября 2007 г.). – Харьков : ХНУРЭ, 2007. – С. 247-248.

29. Adapting to Change in Work and Society: a New Community Strategy on Health and Safety at Work 2002–2006. Brussels. 2002 [Электронный ресурс] / Web- Европейского агентства по безопасности и здоровью на работе. – Режим доступа: <http://europe.osha.eu.int/systems/strategies/future/com2002/>.

30. Сердюк Н. Н. Перспективы создания информационных систем в управлении условиями труда на предприятии / Н. Н. Сердюк // Материалы Междунар. научн.-техн. конф., посвященной 75-летию В. В. Свиридова «Информационные системы и технологии» (Украина, Морское – Харьков, 22-29 сентября 2012 г.). – Харьков : НТМТ, 2012. – С. 103.

31. Сердюк Н. Н. Проблемы создания информационных систем и технологий управления условиями труда на предприятии / Н. Н. Сердюк // Материалы 2-й Междунар. научн.-техн. конф. «Информационные системы и технологии» (Украина, Евпатория-Харьков, 16-22 сентября 2013 г.). – Харьков : НТМТ, 2013. – С. 63-64.

32. Сердюк Н. Н. Особенности разработки информационных систем управления условиями труда / Н. Н. Сердюк // Матеріали V Міжнар. наук.-метод. конф. «Безпека людини в сучасних умовах» (Україна, Харків, 5-6 грудня 2013 р.). – Харків : НТУ «ХП», 2013. – С.164-165.

33. Сердюк Н. Н. Необходимость создания системы мониторинга безопасности производства / Н. Н. Сердюк // Материалы 3-й Междунар. научн.-техн. конф. «Информационные системы и технологии» (Украина, Харьков, 15-21 сентября 2014 г.). – Х. : «ФОП Андреев К.В.», 2014. – С.63-64.

34. Многосменка [Электронный ресурс] / Современные автоматизированные системы управления персоналом. - Режим доступа: <http://www.mnogosmenka.ru>

35. Сnews. Аналитика. [Электронный ресурс] / «Сnews. Издание о высоких технологиях».- Режим доступа: <http://www.cnews.ru>

36. 1С:Предприятие 8 [Электронный ресурс] / «1С:Предприятие 8» - Режим доступа: <http://v8.1c.ru/hrm/>

37. Персонал 2000 [Электронный ресурс] / Центр информационных технологий Телеком-Сервис. - Режим доступа: <http://softweek.ru> -

38. Компания «АМІ» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.ami.ua/>

39. Менеджмент [Электронный ресурс] / «Менеджмент».- Режим доступа: <https://uchil.net/>.

40. Автоматизированная система «Труд-Эксперт» v.4.0 for Windows [Электронный ресурс] / Клинский институт условий и охраны труда.— Режим доступа: <http://www.kiout.ru/>

41. Программа АРСОТ [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://dogma.su/software/armot/>

42. Информационная система по охране труда «Кираса» [Электронный ресурс] / Центр инновационных технологий «АкКО», г. Саратов.— Режим доступа: <http://www.itc-akko.com/>

43. Автоматизированная информационная система «Здравтруд» [Электронный ресурс] / Научно-производственное предприятие «Этна - Информационные технологии».- Режим доступа: <http://www.etna-it.ru/>

44. Критические системы [Электронный ресурс] / Системы и управление. -режим доступа: <http://refitref.ru/doc396732.html>.

45. Ian H. Witten Hall Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques / Ian H. Witten, Eibe Frank, Mark A. - Morgan Kaufmann, 2011.- 664 p.

46. Сердюк Н. Н. Функциональная задача оценки влияния вредных производственных факторов на человека / Н. Н. Сердюк // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 4/4 (64). – С.22-25.

47. Сердюк Н. Н. Разработка модели определения и прогнозирования состояния человека как основного показателя в системе мониторинга безопасности труда на предприятии / Н. Н. Сердюк // Технологический аудит и резервы производства. – 2016. – № 5 (31). – С. 41–46.

48. Евланов М. В. Модели и метод определения состояния организма сотрудника предприятия / М. В. Евланов, Н. Н. Сердюк // Вестник национального технического университета «ХПИ». Сборник научных трудов. Серия: «Механико-технологические системы и комплексы», Харьков : НТУ «ХПИ», 2015. – № 21 (1130). – С. 163-170.

49. Барсегян А. А. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP / А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, В. В. Степаненко, И. И. Холод. – СПб. : БХВ-Санкт-Петербург, 2008.– 384 с.

50. Laurence J. A. Biological effects of electromagnetic fields mechanism for effects of pulsed microwave radiation on protein conformation / J. A Laurence, P. W. French, R. A. Lindner., D.R. Mckenzie // Theor. Biol. - 2000. - V. 206. No. 2. - P. 291-298.

51. Чибисов С. М. Диагностическое значение долгосрочного мониторинга артериального давления при различной ситуационной обстановке / С. М. Чибисов, Д. Г. Стрелков, Ф. Халберг // Буковинский медицинский вестник. – 2006. – №4. – С. 192-193.

52. Обридко В. Н. Оценка функциональных резервов сердечнососудистой системы человека при воздействии различных внешних факторов / В. Н. Обридко, М. В. Рагульская, С. М. Чибисов, Д. Г. Стрелков, Т. Н. Подладчикова // Технологии живых систем. – 2008. – №3. С. 3-12.

53. Оценка функции сердечнососудистой системы [Электронный ресурс] / «Валеология-здоровый образ жизни» – Режим доступа: http://www.fiziolive.ru/html/fiz/statii/valuation_cardiovascular_system.htm

54. Изменение частоты сердечных сокращений и артериального давления при выполнении стандартной физической нагрузки [Электронный ресурс] / «Библиографический фонд» – Режим доступа: <http://bibliofond.ru/view.aspx>.

55. Федорович С. В. Влияние различных видов излучений на здоровье работников / [С. В. Федорович и др.] // Проблемы общественного здоровья и здравоохранения. – 2004. – 111 с.

56. Сердюк Н. Н. Прогнозирование состояния здоровья человека на производстве / Н. Н. Сердюк // Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник. Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – 2004. – № 128. – С. 48-52.

57. Маршалл В. Основные опасности химических производств / В Маршалл. – М.: Мир, 1989. – 672 с.

58. .Погожев И. Б. Применение математических моделей заболеваний в клинической практике / И. Б. Погожев. – М.: Наука, Гл. ред. физ.–мат. лит., 1988. – 192 с. – (под ред. Марчука Г. И.).

59. Дзюндзюк Б. В. Содержательная модель воздействия нескольких вредных факторов на человека / Б. В. Дзюндзюк, И. В. Наумейко, Н. Н. Сердюк // Радиоэлектроника и информатика. – 2000. – № 3. – С.131–132.

60. Шибкова Д. З. Эффекты воздействия электромагнитных излучений на разных уровнях организации биологических систем / Д. З. Шибкова, А. В. Овчинникова // Успехи современного естествознания. – М. : 2015. – № 5.

61. Рябова С. В. Возможность прогнозирования синергических эффектов комбинированных воздействий на организменном уровне / С. В. Рябова, В. Г. Петин // Радиационная биология. Радиоэкология.- 2000.- Т. 40, № 2.-С. 192-196.

62. Григорьев Ю. Г. Влияние электромагнитного излучения сложного режима на высшие растения с различной метаболической активностью / Ю. Г. Григорьев, Л. В. Невзгодина // Проблемы электромагнитной безопасности

человека. Фундаментальные и прикладные исследования : материалы 1 рос. конф., 28–29 ноября Москва, 1996 г.– С.101–102.

63. Давыдов Б. И. Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений / Б. И. Давыдов, В. С. Тихончук, В. В. Антипов. – М.: Энергтоиздат, 1984.–176 с.

64. Зависимость биоэффектов микроволнового облучения от интенсивности и длительности воздействия : отчет о НИР / НИИ гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР. – № ГР 74062615; Инв.№ Б 566490. – М.,1976.– 477с.

65. Тихонова Г. И. Оценка онкологического риска при профессиональном воздействии ЭМПЧ в эпидемиологических исследованиях / Г. И. Тихонова, Е. Б. Гурвич, Н. Б. Рубцова // Пробл. электромагн. безопасности человека. Фундамент. и прикл. исслед. Нормирование ЭМП: философия, критерии и гармонизация Электромагнитные поля и здоровье человека: Материалы 2-й Междунар. конф., 20–24 сент. 1999 г.– Москва, 1999.– С.106–107.

66. Laurence J. A. Biological effects of electromagnetic fields mechanism for effects of pulsed microwave radiation on protein conformation / J. A Laurence, P. W. French, R. A. Lindner., D.R. Mckenzie // Theor. Biol. 2000. V. 206. No. 2. P. 291-298.

67. Антипова С. Е. Методы прогнозирования электромагнитной обстановки на рабочих местах предприятий электроэнергетики и связи / С. Е. Антипова, В. А Романов // Радиотехника. – 2001. – N 9. – С.81–85.

68. Подобед І. М. Про протилежності властивості одного й того ж випромінювання та його вплив на працівника / І. М. Подобед // Проблеми охорони праці в Україні: зб.наук.прць. – Київ, 2012. – №23. – С. 90–95.

69. Одинаев Ф. И. Электромагнитные излучения и здоровье человека / Ф. И. Одинаев [и др.] // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2015. – Т. 20. – №. 6. – С. 1714–1716.

70. Рудаков М. Л. Зарубежные гигиенические стандарты на параметры электромагнитных воздействий в диапазоне радиочастот / М. Л. Рудаков // Зарубежная радиоэлектроника. – 1997.– N 8.– С.56–60.

71. Сердюк Н. Н. Модель негативного влияния производственных факторов на персонал предприятия / Н. Н. Сердюк // XIII Mezinárodní vědecko-praktická conference «Aplikované vědecké novinky» (Česká republika, Praha, 22-30 červenců 2017). – Praha : «Publishing House Education and Science», 2017. –Volume 3. – S. 13-18.

72. Гублер Е. В. Вычислительные методы распознавания патологических процессов /Е. В. Гублер.– Л. : Медицина, 1979.–319 с.

73. Дзюндзюк Б. В. Основы безопасности эргатических систем / Б. В. Дзюндзюк. – К.: УМК ВО, 1990.– 56 с.

74. Попович П. Р. Эргономическое обеспечение деятельности космонавтов / П. Р. Попович, А. И. Губинский, Г. М. Колесников– М.: Машиностроение, 1985.– 272 с.

75. Дзюндзюк Б. В. Модели автоматизированной системы управления условиями труда на рабочем месте оператора радиоэлектронных средств / Б. В. Дзюндзюк, Н. Н. Сердюк // Восточно–Европейский журнал передовых технологий. – 2007. – № 1/4 (25). – С. 87–96.

76. Планирование затрат на мероприятия по охране труда [Электронный ресурс] / «Охрана труда-БЖД» – Режим доступа: http://ohrana-bgd.ru/bgdproiz/bgdproiz1_09.html

77. Nisbet, Robert; Elder, John; Miner, Gary. Handbook of Statistical Analysis & Data Mining Applications [Text] / Nisbet, Robert; Elder, John; Miner, Gary. — Academic Press/Elsevier, 2009.

78. Сердюк Н. Н. Модели типа Гаммерштейна для описания нелинейного воздействия группы факторов на организм человека / Н. Н. Сердюк // Научно-технический журнал. Радиоэлектроника и информатика. – 2006. – № 1. – С.111–113.

79. Малинецкий Г. Г. Нелинейная динамика и проблемы прогноза / Г. Г. Малинецкий, С. П. Курдюмов // Вестник Российской Академии Наук. – 2001. – Т.71, №3. – С. 210–232.

80. Standard Statistical Classifications: Basic Principles [Электронный ресурс] / by Eivind Hoffmann, Bureau of Statistics, International Labour Office and Mary Chamie, United Nations Statistics Division. – Режим доступа: <http://unstats.un.org/unsd/class/family/bestprac.pdf>

81. Евланов М. В. Формализация взаимных отображений моделей информационных систем / М. В. Евланов // Materialy IV Miedzynarodowej naukowii-praktycznej konferencji «Nowoczesnych naukowych osiagnie-2008». - Т.13. - 2008. - Р. 82-85.

82. ГОСТ ИСО/МЭК 15288–2005. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. – Введ. 01–01–2007. – М. : Стандартиформ, 2006. – 57 с.

83. ГОСТ ИСО/МЭК 12207–2010. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств. – Введ. 01–03–2012. – М.: Стандартиформ, 2011. – 106 с.

84. ISO/IEC/IEEE 42010 Website [Электронный ресурс] / «Systems and software engineering - Architecture description» – Режим доступа: <http://www.iso-architecture.org/ieee-1471/index.html>

85. Левыкин В. М. Паттерны проектирования требований к информационным системам: моделирование и применение: монография / В. М. Левыкин, М.В. Евланов, М. А. Керносов. – Харьков: ООО «Компанія «Сміт», 2014. – 320 с.

86. ISO/IEC/IEEE 42010 Website [Электронный ресурс] / «Systems and software engineering — Architecture description» – Режим доступа: <http://www.iso-architecture.org/ieee-1471/index.html>.

87. Perry, D.E. Software architecture [Электронный ресурс] / D.E. Perry, A.L. Wolf - Режим доступа: <http://users.ece.utexas.edu/~perry/work/papers/swa89.pdf>.

88. Архитектуры систем поддержки принятия решений [Электронный ресурс] / «Хранилища данных: информация». – Режим доступа: <http://lissianski.narod.ru/dwarch/dwarch.html>.

89. Архитектуры, модели и технологии программного обеспечения информационно-управляющих систем: монография / Ткачук Н. В., Шеховцов В. А., Кукленко Д. В., Сокол В. Е. Под ред. М. Д. Годлевского. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2005. – 546 с.

90. Luckham, D. Specification and Analysis of System Architecture Using Rapide / D. Luckham, L. Augustin, J. Kenney, J. Vera, D. Bryan, W. Mann // IEEE Transactions on Software Engineering. – 1995. – Vol. 21, No. 4. – P. 336-355.

91. Holcman, S.B. Driving Efficiency and Innovation by Consistently Managing Complexity and Change [Электронный ресурс] // MSDN Architecture Center. – Режим доступа: <http://msdn.microsoft.com/en-us/architecture/ff476941>

92. Enterprise Architecture Definition [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://samvak.tripod.com/earf.pdf>.

93. Левыкин В. М. Разработка категорных моделей показателей эффективности бизнес-процессов и мероприятий ОУ / В. М. Левыкин, О. О. Гниденко // Напівпровідникові матеріали, інформаційні технології та фотовольтаїка (НМІТФ–2013): матеріали II міжнар.наук.конф., 22-24 травня 2013 Кременчук, 2013. – С. 239–240.

94. Антощук С.Г. Разработка категорных моделей реализации жизненного цикла процесса выбора мероприятий / С.Г. Антощук, В.А. Болтенков, В.И. Куваева // Project, Program, Portfolio Management P3M 2, 2016 Одесса. ІКС ОНПУ Т.2. – С. 9–11.

95. Сердюк Н. Н. Архитектура информационно-аналитической системы управления безопасностью производства / Н. Н. Сердюк // Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник. Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – 2014. – № 167. – С. 17-22.

96. Сердюк Н. Н. Особенности архитектурных решений информационной системы управления безопасностью труда / Н. Н. Сердюк // Матеріали IV Міжнар. наук.-техн. конф. «Інформаційні управляючі системи та технології» (Україна, Одеса, 22-24 вересня 2015 р.). – Одеса : «ВидавІнформ» ОНМА, 2015. – С. 272-273.

97. Сердюк Н. Н. Основные архитектурные решения информационной системы управления безопасностью труда / Н. Н. Сердюк // Материалы 4-й Междунар. научн.-техн. конф. «Информационные системы и технологии» (Украина, Харьков, 21-27 сентября 2015 г.). – Х. : «ФОП Андреев К.В. 2015. – С.104-105.

98. Aksirt, M. Software Architectures and Component Technology / M. Aksirt. – Boston, Kluwer Academic Publisher, 2002.– 385 p.

99. Євланов М. В. Задача синтезу опису архітектури інформаційної системи / М. В. Євланов // Вісник національного університету «Львівська політехніка». – 2014. – № 805. – С. 114-123.

100. Смит К. Эффективные решения: практическое руководство по созданию гибкого и масштабируемого программного обеспечения: пер. с англ. / К. Смит, Л. Уильямс.– М.: Изд. «Вильямс», 2003. – 448 с.

101. Моделирование архитектуры приложения [Электронный ресурс] / «Microsoft Developer Network». – Режим доступа: <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/dd490886.aspx>.

102. ГОСТ ИСО/МЭК 10746-1–2004. Информационная технология. Открытая распределенная обработка. Базовая модель. Часть 1. Основные положения.– Введ. 04–02–2004.– М. : ИПК Издательство стандартов, 2004.– 81 с.

103. ГОСТ ИСО/МЭК 10746-2–2000. Информационная технология. Взаимосвязь открытых систем. Управление данными и открытая распределенная обработка. Часть 2. Базовая модель.– Введ. 26–12–2000.– М.: Стандартиформ, 2006.– 27 с.

104. ГОСТ ИСО/МЭК 10746-3–2001. Информационная технология. Взаимосвязь открытых систем. Управление данными и открытая

распределенная обработка. Часть 3. Архитектура .– Введ. 20–11–2001.– М. : ИПК Издательство стандартов, 2002.– 57 с.

105. ГОСТ ИСО/МЭК 10746-4–2004. Информационная технология. Открытая распределенная обработка. Базовая модель. Часть 4. Архитектурная семантика – Введ. 04–02–2004.– М. : ИПК Издательство стандартов, 2004.– 34 с.

106. Иванов Д. Документирование архитектуры программных систем средствами UML [Электронный ресурс] / Д. Иванов, Ф. Новиков.- Режим доступа: http://uml3.ru/library/architecture_via_uml.pdf.

107. Вендров А. М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем / А. М. Вендров. – М.: Финансы и статистика, 1998.– 177 с.

108. Маклаков С. В. Создание информационных систем с AllFusion Modeling Suite / С. В. Маклаков. – М. : ДИАЛОГ-МИФИ, 2003.– 422 с.

109. Евланов М. В. Формирование и анализ требований к информационно-аналитической системе управления безопасностью труда на предприятии / М. В. Евланов, Н. Н. Сердюк // Технологический аудит и резервы производства. – 2015. – № 4/3 (24). – С. 41–46.

110. Kozmina N. Research Directions of OLAP Personalization [Текст] / N. Kozmina, L. Niedrite, J. Pokorny, V. Repa, K. Richta, W. Wojtkowski, H. Linger, C. Barry, M. Lang (Eds.) // Information System Development. Business Systems and Services: Modeling and Development– Springer, 2011. – P. 345-356.

111. Solodovnikova D., Niedrite L. Evolution-Oriented User-Centric DataWarehouse // Information System Development. Business Systems and Services: Modeling and Development / J. Pokorny, V. Repa, K. Richta, W. Wojtkowski, H. Linger, C. Barry, M. Lang (Eds.). – Springer, 2011. – 721 p..

112. Методы и портативная аппаратура для исследования индивидуально-психологических различий человека / Н. М. Пейсахов, А. П. Кашин, Г. Г. Баранов, Р. Г. Вагапов. - Казань : Изд-во Казанск. ун-та, 1996. – 238 с. – (под ред. Шадрин В. М.)

113. Оптическое излучение при сварке и родственных процессах. Часть 2 [Электронный ресурс] / «ПАО "Каховский завод электросварочного оборудования"» – Режим доступа: <http://www.kzeso.com/ru/biblioteque/>–

114. ЭЛЕКТРОСВАРКА [Электронный ресурс] / «Большая онлайн библиотека»– Режим доступа: <http://www.e-reading.club>.

115. ГОСТ 12.4.123-83 ССБТ. Способы защиты от инфракрасного излучения. Классификация. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 1983.–27с.

116. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М. : Изд-во стандартов, 1988. –23с.

117. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. – К. : Вид-во стандартів, 1999. –29с.

118. Иванов В. Н. Настольная книга работодателя. Руководство по охране труда / Иванов В. Н., Коржик Б. М., Иванов А. В., Дмитриев С. Л. – 3-е изд., перераб. и доп. – Х.: Форт - 2012. - 340 с.: ил.

119. Хребтова Л. Сучасна ситуація та проблеми питання створення гідних умов праці / Хребтова Л. // Соціальна політика. – 2009. – №2. – С. 41-42.

ДОДАТОК А
АКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ



Україна, 61037, м. Харків, Пр. Московський, 199; тел.: + 38 (057) 349-22-85; 349-22-92, 349-26-54; факс: + 38 (057) 349-21-71; 349-21-95
e-mail: office@turboatom.com.ua; www.turboatom.com.ua

від/от 03.04.15 № 30-55

на № _____

АКТ

Об использовании результатов диссертационной работы

Сердюк Натальи Николаевны

поданной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.13.06 - информационные технологии

Настоящим актом подтверждается, что результаты исследований Сердюк Натальи Николаевны по разработке моделей и методов автоматизированного управления безопасностью труда на предприятии, а именно модель архитектуры информационно-аналитической системы управления безопасностью труда, математическая модель описания воздействия комплекса вредных производственных факторов на сотрудника предприятия и метод принятия решения о целесообразности продолжения трудовой деятельности сотрудника предприятия, были использованы в ОАО «Турбоатом» при создании комплексной системы управления качеством выполнения производственных процессов предприятия.

Настоящий акт не является основанием для получения вознаграждения.

Заместитель генерального директора
по качеству



С.С. Ильинский

АКТ
впровадження результатів дисертаційної роботи
Сердюк Наталії Миколаївни
на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук
за фахом 05.13.06 - інформаційні технології

Даним актом підтверджуємо, що наукові і практичні результати дисертаційної роботи Сердюк Наталії Миколаївни на тему: «МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ, МЕТОДИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМТЦТВІ», а саме:

- а) модель архітектури інформаційно-аналітичної системи управління безпекою праці;
 - б) математичну модель опису дії комплексу шкідливих виробничих чинників на співробітника підприємства;
 - в) метод прийняття рішення про доцільність продовження трудової діяльності співробітника підприємства;
- були використані в процесі створення функціонального модуля безпеки праці комплексної системи управління ПАТ «Харківміськгаз» .

Впровадження запропонованих Сердюк Наталією Миколаївною наукових та практичних результатів дозволило отримати економічний ефект у розмірі 27 тис. грн.

Цей акт виданий без фінансових зобов'язань ПАТ «Харківміськгаз» перед автором дисертаційної роботи.

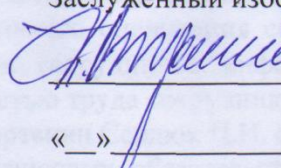
Перший заступник Голови Правління
Заступник з постачання та обліку газу



А.О. Яворовський

УТВЕРЖДАЮ

Первый зам. главного конструктора
ГНПП «Объединение Коммунар» –
Главный инженер НТ СКБ «ПОЛІСВІТ»
Кандидат технических наук, доцент
Заслуженный изобретатель Украины


Н.Ф. Сидоренко



«__» _____ 2015 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов диссертационной работы Сердюк Натальи Николаевны
«Модели, методы и информационная технология управления безопасностью
труда на предприятии»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.13.06 – информационные технологии

Комиссия в составе начальника отдела Ковинько Н.М. и заместителя начальника отдела Мариненко С.А. провела экспертизу и составила настоящий акт о том, что результаты диссертации Сердюк Н.Н. «Модели, методы и информационная технология управления безопасностью труда на предприятии» внедрены при проектировании информационно-советующей системы управления безопасностью труда сотрудников предприятия.

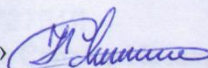
В ходе проведения проектных работ по проектированию информационно-советующей системы использовались разработанные в диссертации:


- а) математическая модель изменения состояния наблюдаемого сотрудника под воздействием вредных производственных факторов;
- б) математическая модель нелинейного воздействия комплекса вредных производственных факторов на организм наблюдаемого сотрудника предприятия;
- в) обобщенная модель архитектуры информационно-аналитической системы управления безопасностью труда на предприятии;
- г) наивный байесовский метод определения состояния организма человека.

Существенными положительными особенностями предложенных в диссертации моделей и метода является возможность их адаптации к возможным изменениям особенностей организации труда и, соответственно, к возможным изменениям комплекса вредных производственных факторов, действующих на предприятии, без изменения информационного обеспечения проектируемой информационно-советующей системы управления безопасностью труда сотрудников предприятия.

Внедрение указанных выше моделей и метода позволило сократить время проведения научно-исследовательских работ по установлению зависимости состояния сотрудников предприятия от воздействия комплекса вредных производственных факторов на их организмы в ходе выполнения сотрудниками различных работ (в том числе – работ с электрооборудованием) и, соответственно, сократить затраты на разработку функциональных задач оперативного оценивания состояния сотрудников и прогноза изменения состояния сотрудников информационно-советующей системы управления безопасностью труда сотрудников предприятия. Эффект от внедрения результатов диссертации Сердюк Н.Н. составляет 26 тыс. грн.

Этот акт выдан без финансовых обязательств ГНПП «Объединение Коммунар» перед автором диссертации.

Начальник отдела НТ СКБ «ПОЛИСВИТ»  Н.М. Ковинько

Заместитель начальника отдела
НТ СКБ «ПОЛИСВИТ»  С.А. Мариненко



АКТ

щодо впровадження у навчальний процес Харківського національного університету радіоелектроніки результатів досліджень кандидатської дисертаційної роботи Сердюк Наталії Миколаївни на тему: «Математичні моделі, метод та інформаційна технологія управління безпекою праці на підприємстві».

Комісія у складі:

Голови комісії:

Завідувача кафедри охорони праці,
к.т.н., доцента Т.Є. Стиценко,

Членів комісії:


доцента кафедри охорони праці,
к.т.н., доцента Г.В. Пронюк,
доцента кафедри охорони праці,
к.т.н., А.В. Фролова,
старшого викладача кафедри
охорони праці О.В. Мамонтова

розглянула результати наукових досліджень та прийняла рішення щодо впровадження їх в учбовий процес кафедри охорони праці, а саме при виклад дисциплін «Організація керування умовами праці», «Безпека в індустрії ІТ» «Безпека життєдіяльності» для студентів усіх спеціальностей.

Отримані в роботі нові результати, які стосуються моніторингу стану виробничого персоналу підприємства, а саме зменшенню непродуктивних витрат що виникають внаслідок непрацездатності кваліфікованого виробничого персоналу та збільшенню ефективності використання виконавців підприємства. Даний ефект досягається використанням моделей і методу, які були використані для створення інформаційної технології моніторингу стану виробничого персоналу, що дозволить автоматизувати рішення про визначення стану співробітника відповідно до чинних правил визначення працездатності.


Отримані результати дозволяють суттєво підвищити рівень викладання матеріалу за вказаними вище дисциплінами.

Голова комісії



Стиценко Т.Є.

Члени комісії:



Пронюк Г.В.



Фролов А.В.



Мамонтов О.В.

ДОДАТОК Б

РЕЗУЛЬТАТИ ОБЧИСЛЕННЯ

ПРОГНОЗУ СТАНУ ВИКОНАВЦЯ ЧЕРЕЗ 4, 6 ГОДИН ПІСЛЯ ПОЧАТКУ
ЗМІНИ ТА НА КІНЕЦЬ ЗМІНИ

Б.1 Результати обчислення інформаційної технології моніторингу стану виробничого персоналу через 4 години після початку зміни

Б.1.1 Результати обчислення, що були виконані на Етапі 4 інформаційної технології моніторингу стану виробничого персоналу через 4 години після початку зміни

Приклад обчислення оцінювання зміни стану виконавця в процесі професійної діяльності за допомогою математичної моделі оцінювання змін параметрів стану виконавця в ході своєї професійної діяльності (табл. 4.7) через 4 години після початку зміни за допомогою (3.19):

$$\Delta s_{ost}(t_0, t_j) = \vec{w}(\tau_0) \cdot \int_0^{\tau} f(\mu_{\phi^{ik}(t_0, t_j)}(\tau)) d\tau = \vec{w}(\tau_0) \cdot \int_0^{\tau} \mu_{\phi^{ik}(t_0, t_j)} \omega_{nm}(\tau) d\tau =$$

$$= \begin{bmatrix} sista(0) \\ diasta(0) \\ puls(0) \\ time(0) \end{bmatrix} \times \int_0^{\tau} \begin{bmatrix} \mu_1(\tau) \\ \mu_2(\tau) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^m \omega_{11}(\tau) + \omega_{1m}(\tau) \\ \sum_{i=1}^m \omega_{21}(\tau) + \omega_{2m}(\tau) \\ \sum_{i=1}^m \omega_{31}(\tau) + \omega_{3m}(\tau) \\ \sum_{i=1}^m \omega_{41}(\tau) + \omega_{4m}(\tau) \end{bmatrix} d\tau.$$

де $\omega(\tau)$ – перехідна функція, яка відображає конкретний взаємозв'язок, що не змінюється з часом між ШВЧ та набором параметрів, що характеризує психофізіологічний стан людини в момент часу τ ;

$\mu_{\phi^{ik}(t)}$ – негативний вплив процесу для m значень величини i -го ШВЧ, що діє на k -го виконавця в момент часу t_j .

μ_1, μ_2 - елементи для обчислення негативного впливу μ_k .

m – кількість значень діючих ШВЧ.

$$\begin{aligned} \Delta_{sost}(0,4) &= \begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} \times \left([28,7] \times \begin{bmatrix} 0,00324 \\ 2,77 \cdot 10^{-3} \cdot \tau^{1,409} e^{-0,5498\tau} \\ 0,332 \cdot 10^{-2} e^{-0,3279\tau} \\ 1,134 \cdot 10^{-3} \cdot \tau^{1,748} e^{-1,023\tau} \end{bmatrix} \right) = \\ &= \begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} \times \left([28,7] \times \begin{bmatrix} 0,00324 \\ 2,77 \cdot 10^{-3} \cdot 2^{1,409} e^{-0,5498 \cdot 2} \\ 3,32 \cdot 10^{-3} e^{-0,3279 \cdot 2} \\ 1,134 \cdot 10^{-3} \cdot 2^{1,748} e^{-1,023 \cdot 2} \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} \times \left([28,7] \times \begin{bmatrix} 0,00324 \\ 0,00245 \\ 0,001723 \\ 0,00049 \end{bmatrix} \right) = \\ &= \begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,0929 \\ 0,0703 \\ 0,0493 \\ 0,014 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 11,62 \\ 5,906 \\ 3,845 \\ 0,0056 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Результат виконання Етапу 4 у вигляді обчислення оцінки зміни стану виконавця приведений в табл. Б.1.1:

Таблиця Б.1.1 –

Результат виконання Етапу 4.

ПІБ виконавця	Початкові параметри	Стан виконавця на початок зміни	Зміна параметрів
1	2	3	4

Продовження табл. Б.1.1

1	2	3	4
Кулешов І. М.	sista(0) 125 diasta(0) 84 puls(0) 78 time (0) 0,4	«практично придатний»	$\begin{bmatrix} 11,62 \\ 5,906 \\ 3,845 \\ 0,0056 \end{bmatrix}$

Б.1.2 Результати обчислення, що виконані на Етапі 5 інформаційної технології моніторингу стану виробничого персоналу

Так як через 4 години після початку зміни не відбулося змінювання стану виконавця, тобто не виникло переходу одного стану в інший, то $\bar{R}(t, t_0) = 0$. Результат виконання Етапу 5 приведений в табл. Б.1.2:

Таблиця Б.1.2 –

Результат виконання обчислення наслідків

ПІБ виконавця	Початкові параметри		Стан виконавця на початок зміни	Зміна параметрів	Наслідки дії
Кулешов І. М.	sista(0)	125	«практично придатний»	$\begin{bmatrix} 11,62 \\ 5,906 \\ 3,845 \\ 0,0056 \end{bmatrix}$	0
	diasta(0)	84			0
	puls(0)	78			0
	time (0)	0,4			0

За допомогою виразу (3.22) обчислюємо параметри виконавця задля визначення його стану через 4 години після початку зміни:

$$sost(t_j) = \begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 11,62 \\ 5,906 \\ 3,845 \\ 0,0056 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 136,6 \\ 89,9 \\ 81,8 \\ 0,4056 \end{bmatrix}$$

Результат виконання Етапу 5 приведений в табл. Б.1.3:

Таблиця Б.1.3 –

Результат виконання Етапу 5.

ПІБ виконавця	Початкові параметри		Стан виконавця на початок зміни	Прогноз		
				стану виконавця через 4 години		
				Зміна параметрів	Наслідки дії	Параметри виконавця
Кулешов І. М.	sista(0)	125	«практично придатний»	[11,62]	0	[136,6]
	diasta(0)	84		5,906	0	89,9
	puls(0)	78		3,845	0	81,8
	time (0)	0,4		[0,0056]	0	[0,4056]

Б.1.3 Результати обчислення, що виконані на Етапі 6 інформаційної технології моніторингу стану виробничого персоналу

За обчисленими параметрами виконавця за допомогою методу оцінювання працездатності ВП на основі аналізу показників діяльності систем організму виконавця аналогічно Етапу 3 визначаємо стан виконавця.

За результатами обчислення методу оцінювання працездатності ВП визначений його стан як «граничний стан». Відеограма інтерфейсу задачі прогнозу зміну стану виконавця через 4 години приведена на рис. 4.10.

Б.2 Результати обчислення інформаційної технології моніторингу стану виробничого персоналу підприємства через 6 годин після початку зміни

Б.2.1 Результати обчислення, що виконані на Етапі 4 технології моніторингу стану виробничого персоналу підприємства через 6 годин після початку зміни

Приклад обчислення оцінювання зміни стану виконавця в процесі професійної діяльності за допомогою математичної моделі оцінювання змін параметрів стану виконавця в ході своєї професійної діяльності (табл. 4.7) через 6 годин після початку зміни за допомогою (3.19):

$$\Delta sost(t_0, t_j) = \vec{w}(\tau_0) \cdot \int_0^{\tau} f(\mu_{\phi^{ik}(t_0, t_j)}(\tau)) d\tau = \vec{w}(\tau_0) \cdot \int_0^{\tau} \mu_{\phi^{ik}(t_0, t_j)} \omega_{nm}(\tau) d\tau =$$

$$= \begin{bmatrix} sista(0) \\ diasta(0) \\ puls(0) \\ time(0) \end{bmatrix} \times \int_0^{\tau} \begin{bmatrix} \mu_1(\tau) \\ \mu_2(\tau) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^m \omega_{11}(\tau) + \omega_{1m}(\tau) \\ \sum_{i=1}^m \omega_{21}(\tau) + \omega_{2m}(\tau) \\ \sum_{i=1}^m \omega_{31}(\tau) + \omega_{3m}(\tau) \\ \sum_{i=1}^m \omega_{41}(\tau) + \omega_{4m}(\tau) \end{bmatrix} d\tau.$$

де $\omega(\tau)$ – перехідна функція, яка відображає конкретний взаємозв'язок, що не змінюється з часом між ШВЧ та набором параметрів, що характеризує психофізіологічний стан людини в момент часу τ ;

$\mu_{\phi^{ik}(t)}$ – негативний вплив процесу для m значень величини i -го ШВЧ, що діє на k -го виконавця в момент часу t_j .

μ_1, μ_2 - елементи для обчислення негативного впливу μ_k .

m – кількість значень діючих ШВЧ.

$$\begin{aligned} \Delta_{sost}(0,6) &= \begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} \times \left([29,5] \times \begin{bmatrix} 0,00324 \\ 2,77 \cdot 10^{-3} \cdot \tau^{1,409} e^{-0,5498\tau} \\ 0,332 \cdot 10^{-2} e^{-0,3279\tau} \\ 1,134 \cdot 10^{-3} \cdot \tau^{1,748} e^{-1,023\tau} \end{bmatrix} \right) = \\ &= \begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} \times \left([29,5] \times \begin{bmatrix} 0,00324 \\ 2,77 \cdot 10^{-3} \cdot 2^{1,409} e^{-0,5498 \cdot 2} \\ 3,32 \cdot 10^{-3} e^{-0,3279 \cdot 2} \\ 1,134 \cdot 10^{-3} \cdot 2^{1,748} e^{-1,023 \cdot 2} \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} \times \left([29,5] \times \begin{bmatrix} 0,00324 \\ 0,00245 \\ 0,001723 \\ 0,00049 \end{bmatrix} \right) = \\ &= \begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,0956 \\ 0,0723 \\ 0,0508 \\ 0,0144 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 11,95 \\ 6,071 \\ 3,962 \\ 0,0058 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Результат виконання Етапу 4 приведений в табл. Б.2.1.

Таблиця Б.2.1 –

Результат виконання Етапу 4

ПІБ виконавця	Початкові параметри	Стан виконавця на початок зміни	Зміна параметрів
Кулешов І. М.	sista(0) 125 diasta(0) 84 puls(0) 78 time (0) 0,4	«практично придатний»	$\begin{bmatrix} 11,95 \\ 6,071 \\ 3,962 \\ 0,0058 \end{bmatrix}$

Б.2.2 Результати обчислення, що виконані на Етапі 5 інформаційної технології моніторингу стану виробничого персоналу через 6 годин після початку зміни

Приклад обчислення наслідків, що виникають з нелінійного характеру негативної дії окремих виробничих чинників на організм виконавця в ході

професійної діяльності (вираз (3.21)) через б години після початку зміни, коли відбулася зміна поточного стану з одного на інший:

$$\begin{aligned}
 R(t, t_0) \cdot \Delta_{sost}(t_j) &= R(t, t_0) \cdot \vec{w}(\tau_0) \cdot \int_0^T f(\mu_{\phi^{ik}(t_j)})(T - \tau) dt = \\
 &= R(t, t_0) \cdot \vec{w}(\tau_0) \cdot \frac{1}{T - \tau} \int_0^{T - \tau} \mu_{\phi^{ik}(t_j)} \omega_{nm}(\tau) dt \\
 R(6, 0) \cdot \Delta_{sost}(0, 6) &= 1 \cdot \vec{w}(\tau_0) \cdot \frac{1}{6 - 2} \int_0^{6 - 2} \mu_{\phi^{ik}(t_j)} \omega_{nm}(2) dt = \\
 &= \begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{4} \cdot \int_0^4 [29,5] \cdot \begin{pmatrix} 0,00324 \\ 0,00245 \\ 0,001723 \\ 0,00049 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 0,0956 \\ 0,0723 \\ 0,0508 \\ 0,0144 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2,98 \\ 1,51 \\ 0,99 \\ 0,0014 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Результат виконання обчислення наслідків негативного впливу дії ВЧ на виконавця приведений в табл. Б.2.2:

Таблиця Б.2.2 –

Результат виконання обчислення наслідків

ПІБ виконавця	Початкові параметри	Стан виконавця на початок зміни	Зміна параметрів	Наслідки дії
Кулешов І. М.	sista(0) 125 diasta(0) 84 puls(0) 78 time (0) 0,4	«практично придатний»	$\begin{bmatrix} 11,95 \\ 6,071 \\ 3,962 \\ 0,0058 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5,975 \\ 3,036 \\ 1,98 \\ 0,0029 \end{bmatrix}$

За допомогою виразу (3.22) обчислюємо параметри виконавця задля визначення його стану через 6 годин після початку зміни:

$$\begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 11,95 \\ 6,071 \\ 3,962 \\ 0,0058 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 5,975 \\ 3,036 \\ 1,98 \\ 0,0029 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 142,92 \\ 93,1 \\ 83,94 \\ 4,087 \end{bmatrix}.$$

Результат виконання Етапу 5 приведений в табл. Б.2.3.

Таблиця Б.2.3 –

Результат виконання Етапу 5

ПІБ виконавця	Початкові параметри	Стан виконавця на початок зміни	Прогноз стану виконавця через 6 годин		
			Зміна параметрів	Наслідки дії	Параметри виконавця
Кулешов М.	I. $sista(0)$ 125 $diasta(0)$ 84 $puls(0)$ 78 $time(0)$ 0,4	«практично придатний»	$\begin{bmatrix} 11,95 \\ 6,071 \\ 3,962 \\ 0,0058 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5,975 \\ 3,036 \\ 1,98 \\ 0,0029 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 142,92 \\ 93,1 \\ 83,94 \\ 4,087 \end{bmatrix}$

Б.2.3 Результати обчислення, що виконані на Етапі 6 інформаційної технології моніторингу стану виробничого персоналу

За обчисленими параметрами виконавця за допомогою методу оцінювання працездатності ВП на основі аналізу показників діяльності систем організму виконавця аналогічно Етапу 3 визначаємо стан виконавця.

За результатами обчислення методу оцінювання працездатності ВП визначений його стан як «граничний стан». Відеограма інтерфейсу задачі прогнозу зміну стану виконавця через 6 годин приведена на рис. 4.10.

Б.3 Результати обчислення інформаційної технології моніторингу стану виробничого персоналу підприємства на кінець зміни

Б.3.1 Результати обчислення, що виконані на Етапі 4 технології моніторингу стану виробничого персоналу підприємства на кінець зміни

Приклад обчислення оцінювання зміни стану виконавця в процесі професійної діяльності за допомогою математичної моделі оцінювання змін параметрів стану виконавця в ході своєї професійної діяльності (табл. 4.7) на кінець зміни за допомогою (3.19):

$$\Delta s_{ost}(t_0, t_j) = \vec{w}(\tau_0) \cdot \int_0^{\tau} f(\mu_{\phi^{ik}(t_0, t_j)}(\tau)) d\tau = \vec{w}(\tau_0) \cdot \int_0^{\tau} \mu_{\phi^{ik}(t_0, t_j)} \omega_{nm}(\tau) d\tau =$$

$$= \begin{bmatrix} sista(0) \\ diasta(0) \\ puls(0) \\ time(0) \end{bmatrix} \times \int_0^{\tau} \begin{bmatrix} \mu_1(\tau) \\ \mu_2(\tau) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^m \omega_{11}(\tau) + \omega_{1m}(\tau) \\ \sum_{i=1}^m \omega_{21}(\tau) + \omega_{2m}(\tau) \\ \sum_{i=1}^m \omega_{31}(\tau) + \omega_{3m}(\tau) \\ \sum_{i=1}^m \omega_{41}(\tau) + \omega_{4m}(\tau) \end{bmatrix} d\tau.$$

де $\omega(\tau)$ – перехідна функція, яка відображає конкретний взаємозв'язок, що не змінюється з часом між ШВЧ та набором параметрів, що характеризує психофізіологічний стан людини в момент часу τ ;

$\mu_{\phi^{ik}(t)}$ – негативний вплив процесу для m значень величини i -го ШВЧ, що діє на k -го виконавця в момент часу t_j .

μ_1, μ_2 - елементи для обчислення негативного впливу μ_k .

m – кількість значень діючих ШВЧ.

$$\begin{aligned} \Delta_{\text{cost}}(0,8) &= \begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} \times \left([30] \times \begin{bmatrix} 0,00324 \\ 2,77 \cdot 10^{-3} \cdot \tau^{1,409} e^{-0,5498\tau} \\ 0,332 \cdot 10^{-2} e^{-0,3279\tau} \\ 1,134 \cdot 10^{-3} \cdot \tau^{1,748} e^{-1,023\tau} \end{bmatrix} \right) = \\ &= \begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} \times \left([30] \times \begin{bmatrix} 0,00324 \\ 2,77 \cdot 10^{-3} \cdot 2^{1,409} e^{-0,5498 \cdot 2} \\ 3,32 \cdot 10^{-3} e^{-0,3279 \cdot 2} \\ 1,134 \cdot 10^{-3} \cdot 2^{1,748} e^{-1,023 \cdot 2} \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} \times \left([30] \times \begin{bmatrix} 0,00324 \\ 0,00245 \\ 0,001723 \\ 0,00049 \end{bmatrix} \right) = \\ &= \begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,0972 \\ 0,0735 \\ 0,0517 \\ 0,0147 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12,15 \\ 6,174 \\ 4,032 \\ 0,0059 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Результат виконання Етапу 4 приведений в табл. Б.3.1.

Таблиця Б.3.1 –

Результат виконання етапу 4

ПІБ виконавця	Початкові параметри	Стан виконавця на початок зміни	Зміна параметрів
Кулешов І. М.	sista(0) 125 diasta(0) 84 puls(0) 78 time (0) 0,4	«практично придатний»	$\begin{bmatrix} 12,15 \\ 6,174 \\ 4,032 \\ 0,0059 \end{bmatrix}$

Б.3.2 Результати обчислення, що виконані на Етапі 5 інформаційної технології моніторингу стану виробничого персоналу на кінець зміни

Приклад обчислення наслідків, що виникають з нелінійного характеру спільної дії окремих виробничих чинників на організм виконавця в ході

професійної діяльності (вираз (3.21)) на кінець зміни, коли відбулася зміна поточного стану з одного на інший:

$$\begin{aligned}
 R(t, t_0) \cdot \Delta s_{ost}(t_j) &= R(t, t_0) \cdot \vec{w}(\tau_0) \cdot \int_0^T f(\mu_{\phi^{ik}(t_j)})(T - \tau) dt = \\
 &= R(t, t_0) \cdot \vec{w}(\tau_0) \cdot \frac{1}{T - \tau} \int_0^{T - \tau} \mu_{\phi^{ik}(t_j)} \omega_{nm}(\tau) dt \\
 R(8, 0) \cdot \Delta s_{ost}(0, 8) &= 1 \cdot \vec{w}(\tau_0) \cdot \frac{1}{8 - 2} \int_0^{8 - 2} \mu_{\phi^{ik}(t_j)} \omega_{nm}(\tau) dt = \\
 &= \begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{6} \cdot \int_0^6 [30] \cdot \begin{pmatrix} 0,00324 \\ 0,00245 \\ 0,001723 \\ 0,00049 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{6} \begin{bmatrix} 0,0972 \\ 0,0735 \\ 0,0517 \\ 0,0147 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6,075 \\ 3,09 \\ 2,063 \\ 0,003 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Результат виконання обчислення наслідків негативного впливу дії ВЧ на виконавця приведений в табл. Б.3.2:

Таблиця Б.3.2 –

Результат виконання обчислення наслідків

ПІБ виконавця	Початкові параметри	Стан виконавця на початок зміни	Зміна параметрів	Наслідки дії
Кулешов І. М.	sista(0) 125 diasta(0) 84 puls(0) 78 time (0) 0,4	«практично придатний»	$\begin{bmatrix} 12,15 \\ 6,174 \\ 4,032 \\ 0,0059 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 6,075 \\ 3,09 \\ 2,063 \\ 0,003 \end{bmatrix}$

За допомогою виразу (3.22) обчислюємо параметри виконавця задля визначення його стану через 6 годин після початку зміни:

$$\begin{bmatrix} 125 \\ 84 \\ 78 \\ 0,4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 12,15 \\ 6,174 \\ 4,032 \\ 0,0059 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 6,075 \\ 3,09 \\ 2,063 \\ 0,003 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 143,22 \\ 93,26 \\ 84,09 \\ 1,29 \end{bmatrix}.$$

Результат виконання Етапу 5 приведений в табл. Б.3.3.

Таблиця Б.3.3 –

Результат виконання Етапу 5

ПІБ виконавця	Початкові параметри	Стан виконавця на початок зміни	Прогноз стану виконавця на кінець зміни		
			Зміна параметрів	Наслідки дії	Параметри виконавця
Кулешов М.	I. $sista(0)$ 125 $diasta(0)$ 84 $puls(0)$ 78 $time(0)$ 0,4	«практично придатний»	$\begin{bmatrix} 12,15 \\ 6,174 \\ 4,032 \\ 0,0059 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 6,075 \\ 3,09 \\ 2,063 \\ 0,003 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 143,22 \\ 93,26 \\ 84,09 \\ 1,29 \end{bmatrix}$

Б.3.3 Результати обчислення, що виконані на Етапі 6 інформаційної технології моніторингу стану виробничого персоналу

За обчисленими параметрами виконавця за допомогою методу оцінювання працездатності ВП на основі аналізу показників діяльності систем організму виконавця аналогічно Етапу 3 визначаємо стан виконавця.

За результатами обчислення методу оцінювання працездатності ВП визначений його стан як «не придатний». Відеограма інтерфейсу задачі прогнозу стану виконавця на кінець зміни приведена на рис. 4.10.

ДОДАТОК В
РЕЗУЛЬТАТИ ОБЧИСЛЕННЯ ПАРАМЕТРІВ
ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ВИКОНАВЦІВ

Таблиця В.1 –

Результати обчислення параметрів виконавців

Дата	Прізвище, ім'я, по-батькові	Параметри виконавця на початок зміни	Прогноз параметрів виконавця через 2 години	Прогноз параметрів виконавця через 4 години	Прогноз параметрів виконавця через 6 годин	Прогноз параметрів виконавця на кінець зміни
1	2	3	4	5	6	7
20.07. 2015	Кулешов І.М.	130	131	130,56	132,09	135,56
		83	84	84,02	84,87	85,07
		78	78,09	78,33	79,3	80,53
		0,4	0,4	0,42	0,46	0,5
	Санін А. Г.	126	127,73	128,82	129,2	132,98
		80	80,8	83,5	85,01	87,05
		72	74,3	75,02	75,97	81,21
		0,4	0,403	0,41	0,48	0,603
	Коломийко О.М.	120	121,8	123,02	125,64	125,98
		85	85,67	86,1	86,05	87,05
		72	73,6	74	75,72	81,21
		0,3	0,39	0,401	0,41	0,403
	Рясной В. Ю.	124	124,72	125,67	126,91	128,03
		75	76,05	76,92	77,07	85,06
		66	68,3	69,45	71,04	79,87
		0,3	0,36	0,39	0,4	0,691
	Давиденко Є. Д.	115	117,04	117,9	118,13	124,72
		70	72	73,74	74,09	76,05
		60	62,05	63,1	63,9	68,3
		0,2	0,209	0,29	0,302	0,36

Продовження табл.В.1

1	2	3	4	5	6	7
21.07. 2015	Кулешов І.М.	134	135,9	137,03	138,9	140,72
		90	92,03	94,7	95,09	96,05
		80	81,74	84,08	86,82	90,3
		0,5	0,501	0,6	0,703	1,06
	Санін А. Г.	125	126,92	127,4	128,03	133,34
		80	82,8	83,91	85,06	91,4
		78	78,98	79,05	79,87	84,91
		0,5	0,52	0,608	0,691	0,8
	Коломийко О.М.	123	124,05	125,98	127,07	132,55
		85	85,96	87,05	88,02	89,02
		80	80,09	81,21	82,06	85,98
		0,4	0,401	0,403	0,41	0,45
	Рясной В. Ю.	125	128,1	125,78	127,67	132,55
		80	83,4	85,03	88,15	89,02
		76	78,07	78,12	77,68	78,98
		0,3	0,3	0,32	0,32	0,45
	Давиденко Є. Д.	110	112,3	114,07	115,2	124,4
		75	76,09	77,34	78,14	83,91
		68	69,4	70,1	71,56	79,05
		0,2	0,203	0,21	0,218	0,408
22.07. 2015	Кулешов І.М.	135	135,78	136,08	137,34	139,34
		90	90,03	91,07	92,4	95,4
		82	82,67	84,58	85,91	87,91
		0,5	0,502	0,6	0,68	0,9
	Санін А. Г.	130	130,92	133,03	135,91	137,34
		85	85,91	87,03	88,73	92,4
		78	78,83	79,03	82,01	85,91
		0,4	0,401	0,42	0,481	0,68
	Коломийко О.М.	130	130,95	132,55	135,03	135,56
		80	82,75	84,02	85,12	89,07
		72	73,71	74,98	75,91	80,53
		0,3	0,39	0,45	0,485	0,5

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7
	Рясной В. Ю.	125	126,78	127,92	129,04	132,29
		80	81,03	82,8	83,16	89,96
		66	66,9	68,05	69,27	86,7
		0,3	0,35	0,39	0,402	0,86
	Давиденко Є. Д.	115	117,61	119,6	121,06	126,02
		75	77,13	78,7	79,18	84,03
		60	61,8	62,17	64,87	78,2
		0,2	0,216	0,35	0,42	0,46
23.07. 2015	Кулешов І. М.	125	126,02	131	132,29	143,22
		84	84,03	87,2	89,96	93,26
		78	78,2	83,3	86,7	84,09
		0,4	0,46	0,6	1,06	1,29
	Санін А. Г.	120	122,01	124,37	126,83	132,29
		80	81,78	83,83	86,02	89,96
		76	77,04	78,18	79,12	86,7
		0,4	0,41	0,49	0,506	1,06
	Коломийко О.М.	120	123,05	125,76	127,98	132,29
		75	77,08	78,91	80,03	89,96
		72	73,09	73,9	74,5	86,7
		0,3	0,31	0,38	0,401	1,06
	Рясной В. Ю.	120	122,12	124,9	127,7	130,29
		80	83,04	85,87	88,91	89,96
		60	64	66,83	68,39	76,7
		0,2	0,265	0,294	0,51	0,78
	Давиденко Є. Д.	110	114,6	118,94	124,16	125,76
		70	75,01	78,91	81,07	78,91
		60	62,05	64,39	66,86	73,9
		0,2	0,29	0,308	0,38	0,38
24.07. 2015	Кулешов І.М.	135	136,2	137,71	139,12	142,22
		90	91,4	92,24	94,14	95,26
		82	83,02	84,22	85,65	88,09
		0,5	0,54	0,6	0,62	1,09

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7
	Санін А. Г.	133	134,06	136,86	138,12	139,12
		85	85,92	86,45	87,28	94,14
		78	79,31	81,79	84,25	85,65
		0,6	0,63	0,7	0,78	0,62
	Коломийко О.М.	120	123,58	125,83	127,92	129,26
		80	81,92	83,03	85,28	87,94
		68	70,04	73,81	76,29	78,05
		0,5	0,53	0,56	0,606	0,9
	Рясной В. Ю.	126	127,92	128,03	129,87	134,06
		80	82,04	84,12	85,02	85,92
		56	60	63,71	65,92	79,31
		0,4	0,42	0,46	0,51	0,63
	Давиденко Є. Д.	120	122,03	126,43	128,26	130,87
		80	82,04	83,82	84,94	85,02
		66	69,91	71,65	74,05	65,92
		0,3	0,33	0,37	0,4	0,51

ДОДАТОК Г

Таблиця Г.1 –

Результати оцінювання зміни стану виконавців

Дата	Прізвище, ініціали виконавця	Стан виконавця на початок зміни	Стан виконавця через 2 години	Стан виконавця через 4 години	Стан виконавця через 6 годин	Стан виконавця на кінець зміни
1	2	3	4	5	6	7
20.07.2015	Кулешов І. М.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»	«граничний стан»
	Санін А. Г.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»
	Коломійко О.М.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»
	Рясной В. Ю.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»
	Давиденко Є.Д.	«придатний»	«придатний»	«придатний»	«придатний»	«придатний»
21.07.2015	Кулешов І.М.	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»	«граничний стан»	«граничний стан»
	Санін А. Г.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»

Продовження табл. Г.1

	2	3	4	5	6	6
	Коломийко О.М.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»
	Рясной В. Ю.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»
	Давиденко Є. Д.	«придатний»	«придатний»	«придатний»	«придатний»	«придатний»
22.07.2015	Кулешов І.М.	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»	«граничний стан»	«граничний стан»
	Санін А. Г.	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»	«граничний стан»	«граничний стан»
	Коломийко О.М.	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»	«граничний стан»	«граничний стан»
	Рясной В. Ю.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»	«граничний стан»
	Давиденко Є. Д.	«придатний»	«придатний»	«придатний»	«придатний»	«придатний»
23.07.2015	Кулешов І.М.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»	«граничний стан»
	Санін А. Г.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»
						попередження
						«практично придатний»

Продовження табл. Г.1

	2	3	4	5	6	7
24.07.2015	Коломийко О.М.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»
	Рясно́й В. Ю.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»
	Давиденко Є. Д.	«придатний»	«придатний»	«придатний»	«придатний»	«придатний»
	Кулешов І.М.	«практично придатний»	«граничний стан»	«граничний стан»	«граничний стан»	«граничний стан»
	Санін А. Г.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»	«граничний стан»
	Коломийко О.М.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»
	Рясно́й В. Ю.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»
	Давиденко Є. Д.	«придатний»	«придатний»	«придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»

Таблиця Г.2 –

Результати прогнозу зміни стану виконавців

Дата	ФІО	Стан виконавця на початок зміни	Прогноз стану виконавця через 2 години	Прогноз стану виконавця через 4 години	Прогноз стану виконавця через 6 часів	Прогноз стану виконавця на кінець зміни
1	2	3	4	5	6	7
20.07.2015	Кулешов І.М.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»	«граничний стан»
	Санін А. Г.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»
	Коломийко О.М.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»
	Рясной В. Ю.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»
	Давиденко Є. Д.	«придатний»	«придатний»	«придатний»	«придатний»	«практично придатний»
21.07.2015	Кулешов І.М.	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»	«граничний стан»	«граничний стан»
					сигнал про можливий перехід в стан «не придатний»	сигнал про можливий перехід в стан «не придатний»

Продовження табл. Г.2

1	2	3	4	5	6	7
	Санін А. Г.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»
	Коломийко О.М.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»
	Ряной В. Ю.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»
	Давиденко Є. Д.	«придатний»	«придатний»	«придатний»	«придатний»	«практично придатний»
22.07.2015	Кулешов І.М.	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»	«граничний стан» сигнал про можливий перехід в стан «не придатний»	«граничний стан» сигнал про можливий перехід в стан «не придатний»
	Санін А. Г.	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»	«граничний стан» сигнал про можливий перехід в стан «не придатний»	«граничний стан» сигнал про можливий перехід в стан «не придатний»
	Коломийко О.М.	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»	«граничний стан» сигнал про можливий перехід в стан «не придатний»	«граничний стан» сигнал про можливий перехід в стан «не придатний»

Продовження табл. Г.2

1	2	3	4	5	6	7
	Рясно́й В. Ю.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»
	Давиденко С. Д.	«придатний»	«придатний»	«придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»
23.07.2015	Кулешов І.М.	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»	«граничний стан» сигнал про можливий перехід в стан «не придатний»	«граничний стан» сигнал про можливий перехід в стан «не придатний»
	Санін А. Г.	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»	«практично придатний»	«граничний стан»
	Коломийко О.М.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»
	Рясно́й В. Ю.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»
	Давиденко С. Д.	«придатний»	«придатний»	«придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»

Продовження табл. Г.2

1	2	3	4	5	6	7
24.07.2015	Кулешов І.М.	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»	«граничний стан» сигнал про можливий перехід в стан «не придатний»	«граничний стан» сигнал про можливий перехід в стан «не придатний»
	Санін А. Г.	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»	«граничний стан» сигнал про можливий перехід в стан «не придатний»	«граничний стан» сигнал про можливий перехід в стан «не придатний»
	Коломийко О.М.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»
	Рясной В. Ю.	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«граничний стан»
	Давиденко Є. Д.	«придатний»	«придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»	«практично придатний»

ДОДАТОК Д

Список публікацій здобувача:

1. Сердюк Н. Н. Модели типа Гаммерштейна для описания нелинейного воздействия группы факторов на организм человека / Н. Н. Сердюк // Научно-технический журнал. Радиоэлектроника и информатика. – 2006. - № 1. С.111–113. (3 д.стор./ 0,1875 ум.-др. арк.).
2. Дзюндзюк Б. В. Модели автоматизированной системы управления условиями труда на рабочем месте оператора радиоэлектронных средств / Б. В. Дзюндзюк, Н. Н. Сердюк // Восточно–Европейский журнал передовых технологий. – 2007. – № 1/4 (25). – С. 87–96. (10 д.стор./ 0,625 ум.-др. арк.).
3. Сердюк Н. Н. Функциональная задача оценки влияния вредных производственных факторов на человека / Н. Н. Сердюк // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 4/4 (64). – С.22-25. (4 д.стор./ 0,25 ум.-др. арк.). (*Index Copernicus, BASE, Ulrichsweb, Driver, WorldCat, DOAJ, EBSCO, FreeFullPDF, eLIBRARY, Bielefeld Academic Search Engine*).
4. Евланов М. В. Формирование и анализ требований к информационно-аналитической системе управления безопасностью труда на предприятии / М. В. Евланов, Н. Н. Сердюк // Технологический аудит и резервы производства. – 2015. – № 4/3 (24). – С. 41-46. (7 д. стор. / 0,4375 ум.-др. арк.). (*Index Copernicus, EBSCO, Ulrich's Periodicals Directory, BASE, ResearchBib, DOAJ, WorldCat, CrossRef, Directory Indexing of International Research Journals, DRJI, OAJI, Open Access Articles, WorldWideScience.org, JURN та інші.*)
5. Сердюк Н. Н. Разработка модели определения и прогнозирования состояния человека как основного показателя в системе мониторинга безопасности труда на предприятии / Н. Н. Сердюк // Технологический аудит и резервы производства. – 2016. – № 5/2 (31). – С. 10-17. (8 д.стор./ 0, 5 ум.-др. арк.). (*Index Copernicus, EBSCO, Ulrich's Periodicals Directory, BASE, ResearchBib, DOAJ, WorldCat, CrossRef, Directory Indexing of*

International Research Journals, DRJI, OAJI, Open Access Articles, WorldWideScience.org, JURN та інші.)

6. Сердюк Н. Н. Прогнозирование состояния здоровья человека на производстве / Н. Н. Сердюк // Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник. Автоматизированные системы управления и приборы автоматизации. – 2004. – № 128. – С. 48-52. (5 д.стор./ 0,3125 ум.-др. арк.).

7. Сердюк Н. Н. Архитектура информационно-аналитической системы управления безопасностью производства / Н. Н. Сердюк // Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник. Автоматизированные системы управления и приборы автоматизации. – 2014. – № 167. – С. 17-22. (6 д.стор./ 0,375 ум.-др. арк.). (*Scientific Electronic Librar*).

8. Сердюк Н. Н. Оценка здоровья человека при совместном действии вредных производственных факторов / Н. Н. Сердюк // Вестник национального технического университета «ХПИ». Сборник научных трудов. Тематический выпуск: «Новые решения в современных технологиях». – Харьков : НТУ «ХПИ», 2010. – № 17. – С. 46-50. (4 д.стор./ 0,25 ум.-др. арк.).

9. Евланов М. В. Модели и метод определения состояния организма сотрудника предприятия / М. В. Евланов, Н. Н. Сердюк // Вестник национального технического университета «ХПИ». Сборник научных трудов. Серия: «Механико-технологические системы и комплексы», Харьков : НТУ «ХПИ», 2015. – № 21 (1130). – С. 163-170. (8 д.стор./ 0,5 ум.-др. арк.) (*Index Copernicus, Ulrich's Periodical Directory та інші.*)

10. Сердюк Н. Н. Информационные технологии в управлении условиями труда / Н. Н. Сердюк // Материалы Междунар. научн. конф. «Современные информационные системы. Проблемы и тенденции развития» (Украина, Харьков– Туапсе, 2-5 октября 2007 г.). – Харьков : ХНУРЭ, 2007. – С. 247-248. (0,0125 ум.-др. арк.).

11. Сердюк Н. Н. Системы поддержки принятия решений в управлении условиями труда промышленности / Н. Н. Сердюк // Матеріали Міжнар. наук.-метод. конф. «Безпека людини в сучасних умовах» (Україна,

Харків, 3-4 грудня 2009 р.). – Харків : НТУ «ХП», 2009. – С. 42-43. (0,0125 ум.-др. арк.).

12. Сердюк Н. Н. Перспективы создания информационных систем в управлении условиями труда на предприятии / Н. Н. Сердюк // Материалы Междунар. научн.-техн. конф., посвященной 75-летию В. В. Свиридова «Информационные системы и технологии» (Украина, Морское – Харьков, 22-29 сентября 2012 г.). – Харьков : НТМТ, 2012. – С. 103. (0,0062 ум.-др. арк.).

13. Сердюк Н. Н. Анализ существующих информационных технологий в области охраны труда / Н. Н. Сердюк // Матеріали IV Міжнар. наук.-метод. конф. «Безпека людини в сучасних умовах» (Україна, Харків, 6-7 грудня 2012 р.). – Харків : НТУ «ХП», 2012. – С.7-8. (0,0125 д.а. автора).

14. Сердюк Н. Н. Проблемы создания информационных систем и технологий управления условиями труда на предприятии / Н. Н. Сердюк // Материалы 2-й Междунар. научн.-техн. конф. «Информационные системы и технологии» (Украина, Евпатория-Харьков, 16-22 сентября 2013 г.). – Харьков : НТМТ, 2013. – С. 63-64. (0,0125 ум.-др. арк.).

15. Сердюк Н. Н. Особенности разработки информационных систем управления условиями труда / Н. Н. Сердюк // Матеріали V Міжнар. наук.-метод. конф. «Безпека людини в сучасних умовах» (Україна, Харків, 5-6 грудня 2013 р.). – Харків : НТУ «ХП», 2013. – С.164-165. (0,0125 ум.-др. арк.).

16. Сердюк Н. Н. Необходимость создания системы мониторинга безопасности производства / Н. Н. Сердюк // Материалы 3-й Междунар. научн.-техн. конф. «Информационные системы и технологии» (Украина, Харьков, 15-21 сентября 2014 г.). – Х. : «ФОП Андреев К.В.», 2014. – С.63-64. (0,0125 ум.-др. арк.).

17. Сердюк Н. Н. Особенности архитектурных решений информационной системы управления безопасностью труда / Н. Н. Сердюк // Матеріали IV Міжнар. наук.-техн. конф. «Інформаційні управляючі системи

та технології» (Україна, Одеса, 22-24 вересня 2015 р.). – Одеса: «ВидавІнформ» ОНМА, 2015. – С. 272-273. (0,0125 ум.-др. арк.).

18. Сердюк Н. Н. Основные архитектурные решения информационной системы управления безопасностью труда / Н. Н. Сердюк // Материалы 4-й Междунар. научн.-техн. конф. «Информационные системы и технологии» (Украина, Харьков, 21-27 сентября 2015 г.). – Х. : «ФОП Андреев К.В. 2015. – С.104-105. (0,0125 ум.-др. арк.).

19. Сердюк Н. Н. Задача определения состояния сотрудника в информационной системе управления безопасностью труда на предприятии / Н. Н. Сердюк // Материалы 5-й Междунар. научн.-техн. конф. «Информационные системы и технологии» (Украина, Харьков, 12-17 сентября 2016 г.). – Х. : «Друкарня Мадрид», 2016. – С. 71-72. (0,0125 ум.-др. арк.).

20. Сердюк Н. Н. Модель негативного влияния производственных факторов на персонал предприятия / Н. Н. Сердюк // XIII Mezinárodní vědecko-praktická conference «Aplikované vědecké novinky» (Česká republika, Praha, 22-30 červenců 2017). – Praha : «Publishing House Education and Science», 2017. –Volume 3. – S. 13-18. (0,3125 ум.-др. арк.).