

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний економічний університет
імені Семена Кузнеця

СЕРДЮК НАТАЛІЯ МИКОЛАЇВНА



УДК 004.9; 681.518:061

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

05.13.06 – інформаційні технології

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2018

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Харківському національному університеті радіоелектроніки Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник – доктор технічних наук, доцент
Євланов Максим Вікторович,
Харківський національний університет
радіоелектроніки, професор кафедри
інформаційних управляючих систем.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Рязанцев Олександр Іванович,
Східноукраїнський національний університет
ім. Володимира Даля, проректор
з науково-педагогічної роботи
та міжнародної діяльності;

доктор технічних наук, доцент
Ляшенко Сергій Олексійович
Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені П. Василенка,
професор кафедри безпеки життєдіяльності та права.

Захист відбудеться «27» червня 2018 року о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 64.055.03 у Харківському національному економічному університеті імені Семена Кузнеця за адресою: 61166, м Харків, пров. Інженерний, 1-А.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця за адресою: 61166, м Харків, пров. Інженерний, 1-А.

Автореферат розісланий «25» травня 2018 року.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради

 М.Ю. Лосєв

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. На сьогодні одним із пріоритетних напрямків автоматизації бізнес-процесів є автоматизація вирішення сукупності функцій управління персоналом у межах відповідних інформаційних систем (ІС). 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.

Зараз значну увагу приділяють вирішенню проблем зменшення непродуктивних витрат, що виникають внаслідок непрацездатності кваліфікованого виробничого персоналу та збільшення ефективності використання праці виконавців підприємства. Вирішення цієї проблеми потребує створення нових моделей, методів та функціональних задач HRMS, які дозволять автоматизувати вирішення задач моніторингу стану виробничого персоналу, а саме: облік, контроль, аналіз стану персоналу та оцінювання зміни стану виконавців впродовж виконання професійної діяльності.

Проблемам розробки моделей та методів, які характеризують показники ефективності застосування виробничого персоналу, присвячені наукові праці Р.М. Баєвського, Б.О. Мініна, Ю.Г. Григор'єва, Г.І. Тихонової та інших вчених. Проблемам створення ІС та ІТ (інформаційних технологій) 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.

Переважає більшість сучасних HRMS орієнтована на ведення звітної та довідкової документації щодо стану працівників підприємства, але не всі системи управління персоналом дозволяють контролювати ефективність використання праці виробничого персоналу. 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 виконання професійної діяльності.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження, представлені в цій 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) у якості виконавця.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є зменшення прямих та опосередкованих витрат, що викликані непрацездатністю виконавця впродовж професій-

ної 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-диференціального 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. Розроблені в дисертаційній роботі моделі і метод були використані для створення інформаційної технології (ІТ) моніторингу стану виробничого персоналу (МС ВП) підприємства. У роботі запропоновані основні етапи ІТ, розроблена схема потоків даних, рішення з інформаційного та програмного забезпечень цієї технології. 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 а 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 опублікованих працях. З наукових праць, виконаних у співавторстві, в дисертації використано лише ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистої роботи здобувача. У роботах, опублікованих у співавторстві, здобувачу належать такі результати: в [2] запропонована підсистема управління умовами праці на робочому місці та основні режими функціонування; в [6] розроблена схема ІС управління виробничим персоналом з метою забезпечення безпеки професійної діяльності на підприємстві; в [9] запропоновані моделі та ме-

тод, 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.).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність вибраної теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і завдання дослідження, визначено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, показано зв'язок дисертаційної роботи з науковими темами, наведено відомості про апробацію результатів та публікації матеріалів дисертаційної роботи.

У першому розділі виконано аналіз підходів до управління людськими ресурсами, існуючих HRMS, моделей та методів моніторингу стану виробничого персоналу. На цей 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. За результатами аналізу зроблено такі висновки:

а) єдині рекомендації до переліку типових функцій моніторингу стану виконавця як структурної одиниці виробничого персоналу підприємства відсутні;

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

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

На основі цих та низки інших недоліків сформульована науково-прикладна задача розробки моделей та методу процесу моніторингу стану виробничого персоналу підприємства задля зменшення витрат, які викликані непрацездатністю виконавця впродовж професійної діяльності та збільшення ефективності використання виробничого персоналу, визначені мета і задачі дисертаційного дослідження.

У другому розділі вдосконалено математичну модель негативного впливу виробничих чинників на персонал. Обґрунтована необхідність розробки моделі стану виробничого персоналу. Стан ВП слід розглядати як головний показник ефективного використання персоналу, що характеризує час безвідмовної роботи і продуктивність.

Стан людини-виконавця (далі – виконавця) визначається на основі вектора психофізіологічних параметрів організму в певний час:

$$sost^k_j(t) = \begin{bmatrix} par_{j1}(t) \\ \dots \\ par_{jp}(t) \end{bmatrix}, \quad (1)$$

де $sost^k_j(t)$ – стан виконавця, за яким спостерігають; $par_j(t)$ – значення j -го психофізіологічного параметра організму виконавця, $j = \overline{1, n}$; j - ідентифікатор моменту виміру.

Стан виконавця змінюється в процесі професійної діяльності під впливом чинників виробничого середовища. Сукупність значень чинників, які діють на одного виконавця в певний момент часу формально описано як вектор наступного виду:

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

де $\phi^{ik}(t_j)$ – значення i -го чинника, $i=1, \dots, m$, що діє на k -го виконавця, $k=1, \dots, S$ в момент часу t_j .

Ступінь негативного впливу чинника запропоновано визначити за допомогою вагового коефіцієнта α , з урахуванням виконання умов (3) і (4):

$$\exists \phi^i(t_j) \leq \phi^i_{нз} \Rightarrow \alpha_i = 0, \quad (3)$$

$$\exists \phi^i(t_j) > \phi^i_{нз} \Rightarrow \alpha_i \in (0, 1], \quad (4)$$

де $\phi^i_{нз}$ – нормативне значення виробничого чинника.

На основі відхилення фактичних рівнів чинників виробництва від нормативних значень чинників умови трудового процесу поділяють за відповідністю ступеня впливу (небезпеки і ризику) на 4 класи: оптимальні, дозволені, шкідливі і небезпеч-

ні. Для кожного окремого чинника існує своя шкала відповідності ступеня негативного впливу згідно з нормативними стандартами умов праці.

У випадку виконання умови (4), негативний вплив чинника на персонал μ_k можна формально описати моделлю:

$$\mu_k = \sum_{j=1}^p \alpha_i \phi^{ik}(t_j) / p, \quad (5)$$

де p – кількість замірів значень i -го чинника, що діє на виконавця в момент часу t_j ; t_j – момент часу, в який проводиться замір; α_i – ваговий коефіцієнт для i -го чинника.

Для кожного виконавця зміна його стану впродовж виконання професійної діяльності відбувається внаслідок негативного впливу виробничих чинників. На формальному рівні таку зміну можна описати виразом

$$\Delta s_{ost}(t) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^p f \left(\mu_{\phi^{ik}(t_j)} \right), \quad (6)$$

де $\Delta s_{ost}(t)$ – зміна стану виконавця за час t , $t \in [0, \dots, t_j, \dots, T]$; $\mu_{\phi^{ik}(t_j)}$ – негативний вплив i -го чинника на k -го виконавця за час t_j ; p – кількість замірів значень i -го чинника, що діє на виконавця в момент часу t_j ; m – кількість чинників, що діють на виконавця впродовж виконання професійної діяльності за час t_j ; f – функція перетворення дії чинника у набір значень параметрів, що характеризують реакцію організму людини на дію виробничих чинників (ВЧ).

Запропонована модель дозволяє описати вплив ВЧ на зміну стану персоналу й оцінити змінювання цього стану при здійсненні професійної діяльності (6). 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, яка дозволяють організувати збір, обробку та відображення великих обсягів даних про інтегровані наслідки впливу гетерогенних ВЧ на персонал підприємства.

У третьому розділі вдосконалено математичну модель оцінювання змін параметрів поточного стану виконавця впродовж професійної діяльності; запропоновано модель стану виробничого персоналу; набув подальшого розвитку метод оцінювання працездатності виробничого персоналу.

Математична модель оцінювання змін параметрів поточного стану виконавця впродовж професійної діяльності враховує результати моделювання негативного впливу виробничих чинників на персонал та характер спільної дії окремих виробничих чинників на організм виконавця. Ця модель базується на основі припущення щодо неможливості оцінювання змін параметрів стану виконавця за результатами прямих вимірювань та має такий вигляд:

$$\overrightarrow{\Delta s_{ost}}(t_0, t_j) = w(\tau_0) \cdot \int_0^{\tau} f(\mu_{\phi^{ik}(t_0, t_j)}(\tau)) d\tau, \quad (7)$$

де $\overrightarrow{\Delta s_{ost}}(t_0, t_j)$ – зміна параметрів стану виконавця за інтервал часу $[t_0, t_j]$; $w(\tau_0)$

– функція, що визначає внутрішні параметри стану організму в початковий момент часу; \vec{f} – вектор-функція перетворення негативного впливу ВЧ в опис реакції організму людини; τ – розмір нескінченно малої складової часу виміру впливу чинника на параметр організму виконавця.

Для розрахунку перетворення негативного впливу ВЧ на опис реакції організму людини опишемо компонент $\int_0^{\tau} f(\mu_{\phi^{ik}}(t_0, t_j)(\tau)) d\tau$ моделі (7) через інтенсивність реакції параметру організму на дію ВЧ, яка відображає конкретний взаємозв'язок, що не змінюється з часом, між ВЧ та набором параметрів організму людини, які характеризують стан людини в момент часу виразом $\sum_{i=1}^m \left[\int_0^{\tau} \omega_{nm}(\tau) \mu_{\phi^{ik}}(t_0, t_j)(\tau) d\tau \right]$. З

урахуванням удосконалень, а також (1), математична модель оцінювання зміни параметрів поточного стану виконавця впродовж виконання професійної діяльності виглядає так:

$$\overline{\Delta sost}(t_0, t_j) = \begin{bmatrix} par_1(0) \\ \dots \\ par_h(0) \\ \dots \\ par_n(0) \end{bmatrix} \cdot \int_0^{\tau} \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^m \mu_{\phi^{ik}}(t_0, t_j)(\tau) \omega_{1m}(\tau) \\ \dots \\ \sum_{i=1}^m \mu_{\phi^{ik}}(t_0, t_j)(\tau) \omega_{hm}(\tau) \\ \dots \\ \sum_{i=1}^m \mu_{\phi^{ik}}(t_0, t_j)(\tau) \omega_{nm}(\tau) \end{bmatrix} d\tau, \quad (8)$$

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 за час $[t_0, t_j]$; $\omega_{1m}(\tau), \dots, \omega_{hm}(\tau), \dots, \omega_{nm}(\tau)$ – інтенсивність реакції параметра організму на дію ВЧ, яка відображає конкретний взаємозв'язок, що не змінюється з часом, між ВЧ та набором параметрів організму людини, які характеризують стан людини в момент часу τ ; τ – розмір нескінченно малої складової часу виміру впливу чинника на параметр організму виконавця.

Результати розробки моделі оцінювання змін параметрів поточного стану виконавця впродовж професійної діяльності були використані в запропонованій моделі стану виробничого персоналу. Ця модель враховує початковий стан виконавців, зміну поточного стану впродовж виконання професійної діяльності та наслідки, які виникають в результаті дії гетерогенних чинників на персонал, та має такий вигляд:

$$sost^k_j \in SOST = \overline{sost}(t_0) + \overline{\Delta sost}(t_0, t_j) + R(t, t_0) \cdot \overline{\Delta sost}(t_1, t_2), \quad (9)$$

де $sost^k_j$ – стан k -го виконавця, $sost^k_j \in SOST$, $j = \overline{1, n}$; j - ідентифікатор моменту виміру; $\overrightarrow{sost}(t_0)$ – стан виконавця в початковий момент часу; $\overrightarrow{\Delta sost}(t_0, t_j)$ – зміна поточного стану виконавця впродовж виконання професійної діяльності за час t , $t \in [0, \dots, t_j, \dots, T]$; $R(t, t_0)$ – δ -функція, що описує наявність наслідків, які виникають в результаті змінювання стану виконавця з одного на інший під час дії гетерогенних чинників на виконавця; $R(t, t_0) \cdot \overrightarrow{\Delta sost}(t_1, t_2)$ – функція, яка враховує наслідки від впливу ВЧ на організм виконавця, якщо відбулося змінювання його поточного стану.

Використання моделі (9) дозволяє формалізувати стан ВП підприємства за допомогою психофізіологічних параметрів організму виконавців для подальшого аналізу з метою мінімізації непродуктивних витрат та поліпшення виконання професійної діяльності.

Доведено, що зміна стану виконавця залежить не тільки від безпосереднього впливу негативних чинників, а й від накопичення цієї дії, тобто наслідків. Наявність наслідків, що виникають через спільну дію окремих виробничих чинників на організм виконавця в ході професійної діяльності, в загальному вигляді визначено як δ -функцію символічного опису наявності наслідків, які виникають в процесі змінювання стану виконавця:

$$R(t, t_0) = \begin{cases} sost(t) \setminus sost(0) = \emptyset \rightarrow R(t, t_0) = 0; \\ sost(t) \setminus sost(0) \neq \emptyset \rightarrow R(t, t_0) = 1, \end{cases} \quad (10)$$

де $sost(t)$ – поточний стан виконавця в момент t_j ; t – момент часу на який визначається стан виконавця; $sost(0)$ – стан виконавця на початок часу робочої зміни або процесу t_0 .

Якщо впродовж виконання професійної діяльності стан виконавця змінився з одного на інший, то наслідки можна обчислити через зміну поточного стану за допомогою такого виразу:

$$R(t, t_0) \cdot \overrightarrow{\Delta sost}(t_1, t_2) = R(t, t_0) \cdot \overrightarrow{w}(\tau_0) \cdot \frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^{t_2 - t_1} \mu_{\phi^{ik}(t_0, t_j)} \omega_{nm}(\tau) d\tau, \quad (11)$$

де $\overrightarrow{\Delta sost}(t_1, t_2)$ – 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 на виконавця за час $[t_0, t_j]$; τ – розмір нескінченно малої складової часу виміру впливу чинника на параметр організму виконавця.

Оскільки стан виконавця визначається на основі (1), модель (11) виглядатиме так:

$$R(t, t_0) \cdot \overline{\Delta sost}(t_1, t_2) = R(t, t_0) \begin{bmatrix} par_1(0) \\ \dots \\ par_h(0) \\ \dots \\ par_n(0) \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^{t_2 - t_1} \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^m \mu \phi^{ik}(t_0, t_j)(\tau) \omega_{1m}(\tau) \\ \dots \\ \sum_{i=1}^m \mu \phi^{ik}(t_0, t_j)(\tau) \omega_{hm}(\tau) \\ \dots \\ \sum_{i=1}^m \mu \phi^{ik}(t_0, t_j)(\tau) \omega_{nm}(\tau) \end{bmatrix} d\tau. \quad (12)$$

Запропоновано метод оцінювання працездатності виробничого персоналу. Цей метод класифікує стан виконавців на основі аналізу психофізіологічних параметрів стану організму в умовах недостатньої кількості накопичених даних. Це дозволяє прийняти рішення про стан виконавця відповідно до чинних правил визначення працездатності персоналу.

Метод оцінювання працездатності дозволяє за результатами визначення параметрів (1) знайти ймовірність знаходження обстежуваного працівника в кожному стані $sost_j(t)$, $j=1, \dots, n$ і вибрати той стан, ймовірність знаходження в якому найвища. В основі методу покладене умовне обчислення правильності визначення стану працівника за результатами вимірів параметрів, що описані раніше в (1). Дане представлення дозволяє визначити етапи методу для вирішення задачі класифікації стану виконавця, за яким спостерігають в момент часу τ_0 наступним чином:

Етап 1. Формування вибірки, що навчає, на основі записів зі сховища даних ІС МС ВП підприємства.

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

$$P(C = sost_j(t) | par_j(t)) = \frac{P(par_j(t) | C = sost_j(t)) \times P(C = sost_j(t))}{P(par_j(t))}. \quad (13)$$

Подамо $par_j(t) = [par_{j1}(t), \dots, par_{jh}(t), \dots, par_{jp}(t)]$. Кожний елемент цього опису може приймати множину значень, з яких в момент проведення вимірювання фіксується конкретне значення $d_{par_{j1}(t)}, \dots, d_{par_{jh}(t)}, \dots, d_{par_{jp}(t)}$, що характеризує стан виконавця, за яким спостерігають в момент часу τ_0 . Тоді (13) буде описаний так:

$$P(C = sost_j(t) | [par_{j1}(t), \dots, par_{jh}(t), \dots, par_{jp}(t)]) = \frac{P(par_{j1}(t) = d_{par_{j1}(t)} | C = sost_j(t)) \times \dots \times P(par_{jh}(t) = d_{par_{jh}(t)} | C = sost_j(t)) \times \dots \times P(par_{jp}(t) = d_{par_{jp}(t)} | C = sost_j(t))}{P([par_{j1}(t), \dots, par_{jh}(t), \dots, par_{jp}(t)])}. \quad (14)$$

Етап 3. Розрахунок ймовірностей (14) для кожного діапазону значень кожного з вимірюваних параметрів и кожного зі станів на основі вибірки.

$$\begin{aligned}
& P\left(\text{par}_{j1}(t) = d_{\text{par}_{j1}}(t) \mid C = \text{sost}_j(t)\right) = \\
& = P\left(\text{par}_{j1}(t) = d_{\text{par}_{j1}}(t) \cap d_{\text{par}_{j1}}(t) \in \left[d_j^{\min}, d_j^{\max} \right] \mid C = \text{sost}_j(t)\right) / P(C = \text{sost}_j(t)),
\end{aligned} \tag{15}$$

де $d_{\text{par}_{j1}}(t)$, – конкретне значення в момент проведення виміру, що характеризує співробітника, за яким спостерігають в момент часу τ_0 , та знаходиться в діапазоні $\left[d_j^{\min}, d_j^{\max} \right]$; \cap - логічний перетин (логічне «і»); $\left[d_j^{\min}, d_j^{\max} \right]$ – діапазон значень параметру $\text{par}_{j1}(t)$, що відповідає стану $\text{sost}_j(t)$.

Етап 4. Вирішення задачі класифікації стану співробітника за яким спостерігають шляхом розрахунку ймовірностей (15) та нормалізації

$$\begin{aligned}
& P'(C = \text{sost}_j(t) \mid [\text{par}_{j1}(t), \dots, \text{par}_{jh}(t), \dots, \text{par}_{jp}(t)]) = \\
& = \frac{P(C = \text{sost}_j(t) \mid [\text{par}_{j1}(t), \dots, \text{par}_{jh}(t), \dots, \text{par}_{jp}(t)])}{\sum_{j=1}^P P(C = \text{sost}_j(t) \mid [\text{par}_{j1}(t), \dots, \text{par}_{jh}(t), \dots, \text{par}_{jp}(t)])},
\end{aligned} \tag{16}$$

де $\sum_{j=1}^P P(C = \text{sost}_j(t) \mid [\text{par}_{j1}(t), \dots, \text{par}_{jh}(t), \dots, \text{par}_{jp}(t)])$ – сума ймовірностей можливих рішень класифікації з урахуванням сформованих правил.

Особливістю застосування цього методу є використання як перших обов'язкових записів в такій вибірці записів, що є усередненим описом параметрів кожного стану за результатами спостережень, що були проведені раніше.

У четвертому розділі запропоновано інформаційну технологію моніторингу стану виробничого персоналу (ІТ МС ВП) підприємства, яка реалізована за допомогою СУБД Oracle та програмного модуля, який розроблено в середовищі Visual Studio. Наведена практична реалізація розроблених моделей, методу та ІТ МС ВП підприємства, наведені результати застосування ІТ МС ВП у вигляді функціонального модуля системи управління виробничим персоналом підприємства. Ця технологія базується на запропонованій моделі оцінювання негативного впливу процесу на персонал та особливостях математичної моделі стану виконавців.

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 місяця. Надалі обчислюється негативний вплив кожного чинника, що врахували за моделлю (5), та ці значення надходять до БД для використання у подальших розрахунках.

Другий етап інформаційної технології забезпечується інформацією про виміряні дані початкового стану кожного виконавця (1). Якщо це неможливо, 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 (13–16) у вигляді символічного значення, що є зрозумілим для будь-якого користувача системи: «придатний», «практично придатний», «граничний стан», «не придатний».

На четвертому етапі за допомогою результатів виконання першого та другого етапів (дані щодо початковий стан виконавця та негативний вплив кожного чинника) обчислюється зміна параметрів стану виконавців на заданий момент часу за моделями (8) та (12).

На п'ятому етапі на основі результатів виконання першого, другого та четвертого етапів кількісно визначається стан виробничого стану за моделлю (9), повторюється третій етап інформаційної технології та визначається працездатність виконавця за допомогою методу оцінювання працездатності виробничого персоналу (13–16) у вигляді символічного значення.

Розроблено IDFE3-модель взаємодії процесів ІТ МС ВП підприємства (рис. 1)



Рисунок 1 – IDFE3-модель взаємодії процесів інформаційної технології моніторингу стану виробничого персоналу підприємства

та схему потоків даних у нотації Гейна-Сарсона (рис. 2), яка описує взаємодію комплексу функціональних задач ІС, що реалізує запропоновану ІТ. Розроблено схему бази даних ІС. Розглянуто призначення кожного комплексу задач та описані варіанти рішень при роботі ІС в режимі оперативного визначення стану і режимі оціню-

вання стану виконавців на кінець робочої зміни.

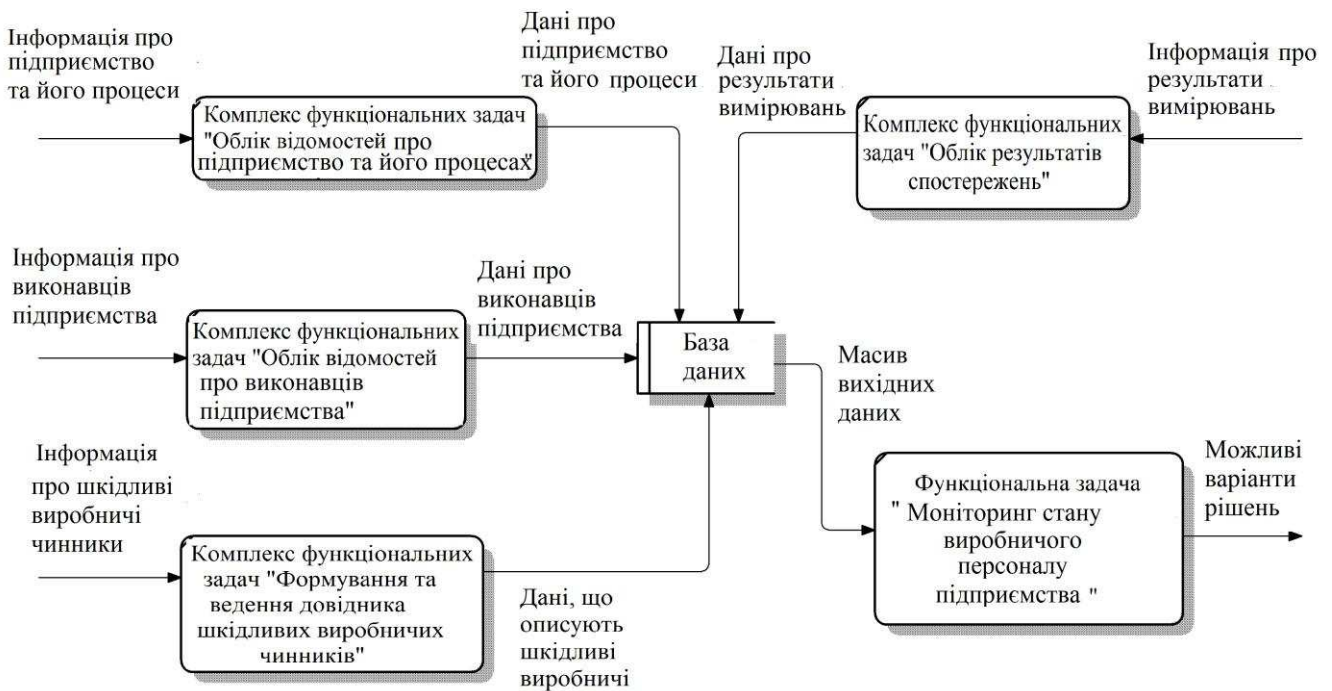


Рисунок 2 – Схема потоків даних інформаційної системи моніторингу стану виробничого персоналу підприємства

Як практична реалізація запропонованої ІТ МС ВП підприємства був впроваджений функціональний модуль управління виробничим персоналом підприємства в ході проектування ІС МС ВП комплексної системи управління ПАТ «Харківміськгаз». Під час дослідної експлуатації функціонального модуля в режимі «прогноз» розроблені рішення використовувались для прогнозу стану співробітників з моменту початку до моменту закінчення робочої зміни.

На основі цих розроблених рішень приймалися управлінські рішення щодо працездатності працівника під час виконання професійної діяльності, задля збереження здоров'я співробітника та зменшення витрат, що можуть виникнути внаслідок його непрацездатності

Оскільки існуючі методики не дозволяють здійснити визначення стану та оцінювання зміни стану виконавця, розроблені рішення забезпечують організацію більш ефективних робіт з моніторингу стану виробничого персоналу підприємства комплексної системи управління ПАТ «Харківміськгаз», ніж існуючі моделі та методи.

Відеограма роботи функціонального модуля моніторингу стану виробничого персоналу підприємства комплексної системи управління ПАТ «Харківміськгаз» у режимі «прогноз» наведена на рис. 3.

Аналіз даних, що отримані при оперативному оцінюванні зміни стану виконавців та результати прогнозу зміни стану виконавців відрізняються на 20 % у бік більш несприятливого прогнозу зміни стану виконавця до кінця зміни. Це свідчить про превентивний характер запропонованої моделі стану виробничого персоналу, тобто про своєчасне запобігання можливому інциденту, та, як його наслідку, виник-

ненню непрацездатності виконавця. На основі такого прогнозу можливе своєчасне прийняття управлінського рішення, яке дозволить зменшити прямі та опосередковані витрати, викликані непрацездатністю виконавця впродовж виконання професійної діяльності.

У додатках до дисертації наведено акти про впровадження результатів дисертаційної роботи, результати розрахунку прогнозу стану виконавця, за яким наглядають, через 4, 6 годин після початку зміни та на кінець зміни, а також результати розрахунків параметрів виконавців для визначення стану виробничого персоналу.

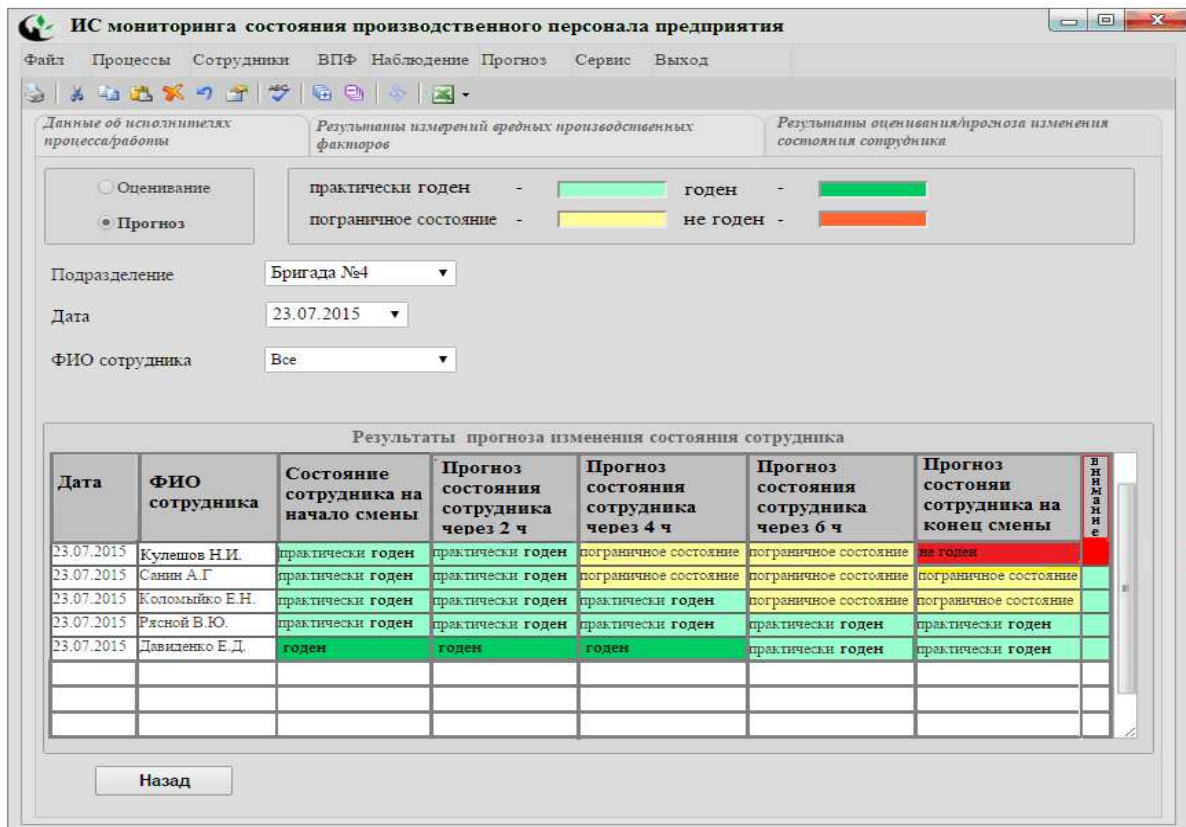


Рисунок 4 – Відеограма роботи функціонального модуля моніторингу стану виробничого персоналу підприємства в режимі «прогноз»

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.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях України з технічних наук

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. 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.).

4. 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.).

Статті в наукових періодичних виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз

5. 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, Google Scholar, eLIBRARY, Bielefeld Academic Search Engine*).

6. Евланов М. В. Формирование и анализ требований к информационно-аналитической системе управления безопасностью труда на предприятии / М. В. , 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, DRJI, OAJI, Open Access Articles, WorldWideScience.org, Google Scholar, JURN та інші.*)

7. 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, BASE, ResearchBib, WorldWideScience.org, Google Scholar, JURN та інші.*)

8. 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, Google Scholar*).

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, Google Scholar та інші.*)

Публікації за матеріалами наукових конференцій

10. Сердюк Н. Н. Информационные технологии в управлении условиями труда / Н. Н. Сердюк // Современные информационные системы. Проблемы и тенденции развития: Междунар. научн. конф., 2-5 окт. 2007 г.: матер. конф. – Харьков–Туапсе: 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 // Безопаска людини в сучасних умовах: Міжнар. наук.-метод. конф., 34 груд. 2009 р.: матер. конф. – 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 // Информационные системы и технологии: Междунар. научн.-техн. конф., посвященная 75-летию В. В. Свиридова, 22–29 сент. 2012 г.). – Морское–Харьков: НТМТ, 2012 г.: матер. конф. – С. 103. (0,0062 ум.-др. арк.).

13. Сердюк Н. Н. Анализ существующих информационных технологий в области охраны труда / Н. Н. Сердюк // Безопаска людини в сучасних умовах: IV Міжнар. наук.-метод. конф., 6–7 груд. 2012 р.: матер. конф. – Харків: НТУ «ХПІ», 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 // Информационные системы и технологии: 2-я Междунар. научн.-техн. конф., 16-22 сент. 2013 г.: материалы конф. – Евпатория–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 // Безопаска людини в сучасних умовах: IV Міжнар. наук.-метод. конф., 5–6 груд. 2013 р.: матер. конф. – Харків: НТУ «ХПІ», 2013. – С.164–165. (0,0125 ум.-др. арк.).

16. Сердюк Н. Н. Необходимость создания системы мониторинга безопасности производства / Н. Н. Сердюк // Информационные системы и технологии: 2-я Междунар. научн.-техн. конф., 15-21 сент. 2014 г.: Матер. конф. – Харьков, 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 // Інформаційні управляючі системи та технології: IV Міжнар. наук.-техн. конф., 22–24 вер. 2015 р.: Матер. конф. – 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 // Информационные системы и технологии: 4-я Междунар. научн.-техн. конф., 21–27 сент. 2015 г.: Матер. конф. – 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 // Информационные системы и технологии: 5-я Междунар. научн.-техн. конф., 12–17 сент. 2016 г.: Матер. конф. – 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 // Aplikované vědecké novinky: XIII Mezinárodní vědecko-praktická conf., 22–30 červenců 2017. – Česká republika, Praha: «Publishing House Education and Science», 2017. –Volume 3. – S. 13–18. (0,3125 ум.-др. арк.).

АНОТАЦІЯ

Сердюк Н. М. Математичні моделі, метод та інформаційна технологія моніторингу стану виробничого персоналу підприємства. – 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 Семе́на Кузне́ця, Харків, 2018.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної задачі зменшення прямих та опосередкованих витрат, які викликані непрацездатністю виконавця впродовж професійної діяльності, шляхом підвищення продуктивності виконання робіт з моніторингу стану виробничого персоналу підприємства.

Запропоновано математичну модель стану виробничого персоналу, яка бере до уваги початковий стан виконавців, зміну стану під впливом виробничих чинників і наслідки, що 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 та дозволяє автоматизувати типові функції моніторингу стану виробничого персоналу: облік, контроль та оцінку стану виконавців. 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. Удосконалено математичну модель оцінювання змін параметрів поточного стану виконавця впродовж професійної діяльності, що, на відміну від існуючих, враховує характер спільної дії окремих виробничих чинників на організм виконавця та наслідки, що виникають внаслідок цього впливу, що дозволяє кількісно оцінити зміни психофізіологічних параметрів стану виконавця. 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 прийняти рішення щодо визначення стану відповідно до чинних правил визначення працездатності персоналу.

Запропоновані моделі та метод дозволяють організувати збір та аналіз даних щодо впливу чинників виробничого середовища на персонал підприємства, а також, на основі припущення щодо неможливості оцінювання змін параметрів стану виконавця за результатами прямих вимірювань, дозволяють визначити стан та оцінити зміни стану персоналу підприємства. 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. Запропоновано елементи інформаційної технології МС ВП підприємства, що дозволяють автоматизувати вирішення основних задач функціонального модуля моніторингу стану виробничого стану персоналу підприємства. Зазначені результати досліджень та елементи ІТ МС ВП апробовані, застосовані та впроваджені в декількох організаціях та підприємствах.

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

АННОТАЦИЯ

Сердюк Н. Н. Математические модели, метод и информационная технология мониторинга состояния производственного персонала предприятия. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – информационные технологии. – Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьковский национальный экономический университет имени Семена Кузнеца, Харьков, 2018.

Диссертационная работа посвящена решению актуальной научно-прикладной задачи уменьшения прямых и косвенных потерь, вызванных нетрудоспособностью исполнителя в ходе профессиональной деятельности, путем повышения продуктивности выполнения работ по мониторингу состояния производственного персонала предприятия.

Анализ существующих моделей, методов и информационных систем (ИС) подтвердил отсутствие в современных ИС управления персоналом функций количественного учета, контроля, и оценки состояния исполнителей на объекте управления или его отдельных процессов. Факторами, затрудняющими разработку информационной системы мониторинга состояния производственного персонала (ИС МС ПП) предприятия, является несовершенство математического аппарата определения и оценки изменения состояния сотрудников. Обоснована необходимость и актуальность разработки моделей, метода и информационной технологии МС ПП предприятия.

Усовершенствована математическая модель негативного влияния производственных факторов (ПФ) на персонал, которая, в отличие от существующих, учитывает влияние разнородных вредных производственных факторов на исполнителей и позволяет организовать сбор, обработку и отображение больших массивов данных об этом влиянии на персонал предприятия. Данная модель позволяет установить основу построения ИС МС ПП как формирование единого целостного и непротиворе-

чивого представления о состоянии производственного персонала при выполнении профессиональной деятельности. Усовершенствована математическая модель оценки изменения параметров текущего состояния исполнителя в ходе профессиональной деятельности, которая учитывает характер совместного воздействия отдельных ПФ на организм исполнителя и последствия, возникающие вследствие этого воздействия, что позволяет количественно оценить изменение психофизиологических параметров состояния исполнителя. Предложена математическая модель состояния производственного персонала, которая учитывает начальное состояние исполнителей, изменение состояния под влиянием производственных факторов и последствия, возникающие вследствие воздействия разнородных факторов на персонал, что позволяет количественно оценить состояние исполнителей и изменение этого состояния и уменьшить затраты, вызванные нетрудоспособностью производственного персонала при планировании перечня работ предприятия. Получил дальнейшее развитие метод оценивания работоспособности производственного персонала, который, в отличие от существующих, классифицирует состояние исполнителей на основе анализа психофизиологических параметров в условиях недостаточного количества накопленных данных. Использование предложенного метода позволяет принимать решение по определению состояния сотрудника в соответствии с действующими правилами определения работоспособности сотрудника. Разработана модель архитектуры ИС МС ПП предприятия, устанавливающая способ расчета значений оценки этого влияния. Данная модель позволяет установить особенности формального описания информационного и программного обеспечения ИС и уточнить модель архитектуры ИС за счет рассмотрения математической модели состояния производственного персонала как одного из требований к представлению входных и выходных данных ИС, что позволяет повысить приспособленность ИС и ее информационного обеспечения к применению разработанной модели.

На основе полученных результатов разработана структура информационной технологии МС ПП и определена взаимосвязь этапов данной технологии, реализующая заявленный комплекс функциональных задач. Рассмотрено назначение каждого комплекса задач. Описаны варианты решений при работе ИС в режиме оперативного оценивания и в режиме прогнозирования. Особенности предложенных моделей и метода является возможность их адаптации к изменениям организации труда на предприятии без изменений обеспечивающей части разрабатываемой системы МС ПП предприятия.

Ключевые слова: модель, метод, информационная технология, система мониторинга, профессиональная деятельность, производственные факторы, параметры состояния исполнителя.

ABSTRACT

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

The thesis for Candidate's degree in engineering science in specialty 05.13.06 «In-

formation Technologies». – Kharkiv National University of Radio Electronics, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Kharkiv, 2018.

The dissertation is devoted to solving the actual scientific and applied task of developing models and the method the production personnel health monitoring on the enterprise, which allows reducing direct and indirect losses caused by the performer's disability during the performance professional activity.

The mathematical model the production personnel's state, which takes into account performers' initial state, the state's change under of production factors' influence and the consequences arising from heterogeneous factors' action on the personnel, which allows to quantify the performers' state and change the state and reduce losses due to the production personnel's inability and allows to automate typical functions of the production personnel health monitoring: accounting, control and evaluation performers' status, is proposed. The mathematical model about negative production factors' influence on the personnel has been improved, which, unlike existing ones, takes into account heterogeneous harmful production factors influence on the performers and allows organizing the collection, processing and display large data amounts about this impact on the of enterprise's employees. Mathematical evaluation of changes in the parameters the performer's status in the course about his professional activity, which, unlike those that exist, takes into account the nonlinear character of the joint action by the individual production's factors on performer's organism and the consequences arising from this action, which allows quantifying changes in the psycho-physiological parameters was improved. The qualitative assessment's method about of production personnel's performance, which, unlike existing ones, has been further developed by classifying the performers' state on the basis the analysis about the state's psycho-physiological parameters in the conditions of insufficient amount data accumulated, which makes it possible to make a decision about the state's determination in accordance with the current rules for determining staff's ability gained future development.

The proposed models and method allow to organize data's collection and analysis the production environment's influence factors on enterprise's personnel, and also, on the basis by the assumption that the impossibility of evaluating changes in the parameters the executor's state based on the results of direct measurements, allows you to determine the state and assess the changes in the status the enterprise's personnel. The peculiarities proposed models and the method are the possibility of their adaptation to possible changes in the work's organization at the enterprise without changing the security part of the system HM of the planned IS. The elements of information technology MS PP HM on the enterprise, which allow automating the decision of the main tasks about the functional module for monitoring the state of the production status the personnel on the enterprise, are proposed. These research findings and IT elements PP HM are tested, implemented and implemented in several organizations and enterprises.

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