

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ  
Київський міжнародний університет цивільної авіації

На правах рукопису

РЕВУК Олександр Григорович

НАУКОВІ ОСНОВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ  
СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ  
АВІАПІДПРИЄМСТВА

05.22.14 - експлуатація повітряного транспорту  
05.26.01 - охорона праці

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора технічних наук

Київ 1995

36.8  
31.482

АВ 33.099

Дисертація є рукописом  
Робота виконана в  
цивільної авіації

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00761291 (Q)

Наукові консультанти:

- Заслужений діяч науки і техніки України, академік Академії зв'язку України, д.т.н., професор Л.Я.Ільницький,
- академік Академії інженерних наук України, д.т.н., професор К.Є.Шамарін

Офіційні опоненти:

1. Заслужений діяч науки і техніки України, доктор технічних наук, професор В.С.Новиков
2. Доктор технічних наук, професор В.І.Доценко
3. Академік Академії наук нетрадиційних технологій, доктор геолого-мінералогічних наук, професор Г.М.Крикунов

Провідне підприємство - міжнародний державний аеропорт "Бориспіль"

Захист відбудеться "26" жовтня 1995 р. на засіданні спеціалізованої вченої Ради Д 01.35.04 при Київському міжнародному університеті цивільної авіації за адресою: 252601, м.Київ-58, проспект Космонавта Комарова, 1.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці університету.

Автореферат розісланий "15" 09 1995 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої Ради д.т.н., с.н.с.

М.С.Кулик

ЛНБ ім. В. Стефаніка  
АН України

## Загальна характеристика роботи

**Актуальність проблеми.** Успішне вирішення проблеми забезпечення безпечних умов праці, виключення професійних захворювань, своєчасне попередження аварійних і екстремальних ситуацій неможливо без автоматизованого управління охороною праці підприємств з використанням інформаційно-виміральної системи оперативної дії.

На сучасному етапі розвитку виробничих процесів, незважаючи на загальну економічну кризу, визвану об'єктивними причинами перехідного періоду, в усіх галузях вбачається тенденція в інтенсифікації праці, підвищення інформаційного та психологічного навантаження на людину-виконавця, збільшення енергозброєння робочих місць, зростання питомого об'єму швидкозмінних процесів, що викликає необхідність в чіткому нагляді (контролі) умов праці, прогнозування основних параметрів відносно рівня безпеки з метою охорони здоров'я робітників і службовців та забезпечення їх високої виробничої діяльності.

На працюючу людину діють несприятливі різні фактори, в тому числі: шум, вібрація, іонізуючі та електромагнітні випромінювання, недостатнє освітлення робочих місць і службових приміщень, забруднення (газами і вологи), високі чи низькі температури та вологість повітря, накопичення зарядів статичної електризації, небезпечний рівень напруги в електричному колі і т.п.

Значення кожного з цих параметрів, які вийшли за межі комфортної зони, а також їх сполучені та комплексні дії приводять до погіршення самопочуття (здоров'я), працездатності; виникнення помилок в роботі фахівців і, як наслідок, до появи нещасних випадків, професійних захворювань, створення аварійних та екстремальних ситуацій. З підвищенням технічного рівня виробництва зростає вартість помилки людини, в тому числі збільшуються економічні витрати у зв'язку зі зривами при виконанні функційних обов'язків, невірними діями та втратами робочого часу із-за несприятливих впливів по організаційним, технічним, психофізіологічним та іншим причинам.

Вимір параметрів, формуючих умови праці в робочих зонах підприємств, виконується ізольовано кожного окремо і з великою періодичністю за плановими перевірками, атестації місць праці та обладнання, частково при виконанні третього ступеня адміністративно-громадського контролю, що не відповідає високим вимогам по

оперативності до системи управління із-за низької її інформованості та з великою її інерційністю.

Використання пристроїв епізодичності дії не дає об'єктивних показників про значення впливових факторів в часі технологічних циклів та змін праці.

Крім того, з різкою інтенсифікацією та автоматизацією виробництва, ускладненням технологічних процесів істотно змінились вимоги до засобів вимірювання. Ці вимоги пов'язані головним чином з переходом до одержання та використання наслідків не окремих вимірів, а потоків вимірвальної та контрольованої інформації, тому що оперативність по стабілізації умов праці може бути досягнута на засадах постійного моніторингу за впливовими на умови праці факторами, частина з яких залишається не доступною для прямих вимірювань.

Травматизм у сучасних виробничих процесах залишається на високому рівні і приносить суспільству відчутних соціальних і матеріальних збитків.

Високі психофізіологічні навантаження в технологічних процесах підприємств призводять до високої питомої ваги людського фактору та його значному впливу на ступінь аварійності.

Тому створення найбільш сприятливих умов праці, підвищення рівня її безпеки, зниження виробничого травматизму і професійних захворювань, попередження нещасних випадків, аварійних та екстремальних ситуацій є найважливішим завданням на сучасному етапі. Діюча в підприємствах країни адміністративно-правова (організаційно-розпоряджувальна) система управління охороною праці має ряд суттєвих недоліків і в першу чергу низьку факторну інформативність виробничого і навколишнього середовища. Це призводить до того, що створення керівних команд для поліпшення умов праці на робочих місцях проходить з великим запізненням, тому що виконується на основі кількісних показників подій, які відбулися за певний календарний період (показниках травматизму та інших). Крім того, відсутність автоматизованого контролю з пристроями, обладнаними запобіжною сигналізацією вимагає підготовки фахівців, виділених для процесів вимірювання та опрацювання їх результатів.

Доцільно відзначити, що із-за небезпечних або шкідливих умов при експериментальних роботах (в зоні дії впливових на біологічний організм факторів) присутність людини-оператора взагалі недопустима.

Перспективною для системи управління охороною праці є структура вимірально-інформаційної системи паралельно-послідовної дії з набором вимірвальних та інформаційних перетворювачів, адаптивного пристрою збору даних з датчиків та оцінки ступеня втоми людини при вимірванні умов праці в поточному часі. Охорона праці, як одна з найважливіших сторін виробничої діяльності, вимагає не просто удосконалення існуючої адміністративно-нормативної системи управління, а переходу до принципово нової системи автоматизованого управління охороною праці, основи якої висуватимуться в дисертаційній роботі.

В дисертації вирішується наукова проблема, яка має велике соціальне і народногосподарське значення, тому що ставить своєю метою створення безпечних і здорових умов праці, попередження аварійних та екстремальних ситуацій у виробничих процесах підприємств на основі підвищення ефективності системи оперативного управління охороною праці.

Зв'язок теми досліджень з планами основних  
НДР КМУЦА, КІПК Мінмашпрому України

Теоретичні і експериментальні дослідження, що складають основний зміст роботи, виконувались у відповідності з планами науково-дослідних робіт "Разработать безопасные методы труда и способы защиты окружающей среды в условиях применения авиационной техники" та "Исследование опасности статической электризации в технологических процессах обслуживания и ремонта авиационной техники", а також в рамках договорів про науково-технічну співдружність між КМУЦА (КІІЦА), КІПК Мінмашпрому України і СЕС Мінздоров'я, авіапідприємствами (аеропорт "Київ", завод N 20 ЦА та Ін.).

Ідея роботи - розробка основних положень автоматизованого управління охороною праці.

Мета роботи - розробка теоретичних основ і науково обґрунтованих методик визначення характеристик та інженерних розрахунків систем оперативного управління охороною праці для вирішення важливих наукових і практичних проблем підвищення рівня безпеки на робочих місцях сучасних і перспективних підприємств і на цій основі продовження строків працездатності та трудової активності, покращення якості роботи, досягнення високої надійності функціональних рішень фахівців.

Поставлена мета досягасться вирішенням наступних задач:

- теоретичним узагальненням та аналізом підходів побудови систем управління охороною праці, діючих в різних галузях;

- дослідженням і розробкою критеріїв оцінки умов праці під впливом на людину множини небезпечних та шкідливих виробничих факторів, структур підсистем, які виконують інформаційні і корегуючі дії в динаміці швидкозмінних технологічних процесів;

- побудовою математичної моделі, яка описує процес відображення на організм людини та його самопочуття множини факторів робочої зони;

- розробкою нових вимірвальних перетворювачів та багатомірного універсального функційного перетворювача, обладнання для контролю окремих параметрів (особливо специфічних); пристроїв (блоків) оперативної оцінки ступеня втоми людини при зміні умов праці та автоматичного збору даних з датчиків вимірвальних величин;

- розробкою системи оперативного управління умовами праці зі зворотним зв'язком та елементами автоматичного регулювання, алгоритмів управління, методики і критеріїв ефективності та оперативності СУОП;

- дослідженням можливості використання в СУОП запроваджених виробничо-службових ліній зв'язку підприємств.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується використанням при їх теоретичному обґрунтуванні фундаментальних положень теорії множини, теорії вірогідності та теорії систем; технічної експлуатації, ергономіки, інженерної психології і охорони праці; врахуванням реальних умов і профілю підприємств, їх територіального розташування і структури, методів і засобів вимірювання факторів робочої зони; зіставленням теоретичних досліджень оцінки психофізичного стану фахівців та експериментальних досліджень при зміні умов праці.

В процесі досліджень використані методи математичної статистики, графів, автоматичного управління, функціонального та факторного аналізу, теорії наближення функцій.

Об'єктами дослідження вибрані робочі зони і виробничі процеси підприємств, умови праці в яких формуються під впливом особливостей технології та факторів середовища і для яких характерно високе нервово-психічне навантаження оператора.

**Наукову новизну роботи складають:**

- розроблена імітаційно-аналітична модель системи оперативного управління охороною праці динамічних виробництв, з використанням дворівневого інформаційно-вимірвального комплексу;

- вперше одержані критерії оцінки умов праці під впливом на робочу людину множини небезпечних та шкідливих виробничих факторів;

- висунуті методики визначення кількісних показників оперативності та ефективності управління охороною праці, моделі та алгоритми управління множиною факторів, які характеризують реальний стан ергономічної системи;

- розроблені і захищені авторськими свідоцтвами нові пристрої та блоки для АСУ ОП, чия в значній мірі усуваються недоліки моніторингу охорони праці;

- виконане теоретичне узагальнення і вирішена проблема створення основ і ключових ланок АСУ ОП, що має важливе наукове та народногосподарське значення.

**На захист виносяться наукові положення:**

1. Критерії оцінки умов праці під впливом множини факторів робочої зони.

2. Алгоритми та моделі управління множиною факторів, які характеризують реальний стан ергономічної системи.

3. Структурна схема системи оперативного управління охороною праці.

4. Структура дворівневої інформаційно-вимірвальної системи охорони праці (ІВС ОП) підприємства - основи АСУ ОП.

5. Модель міжрівневого зв'язку на основі діючих виробничо-службових мереж з урахуванням динамічних пріоритетів.

6. Спосіб визначення строків і форми показу інформації на робочих місцях.

7. Адаптивний автоматизований пристрій збору інформації з первинних перетворювачів.

8. Структурна схема автоматизованого пристрою оцінки втоми людини-виконавця при зміні умов праці.

9. Методики інженерного розрахунку оперативності та ефективності СУОП.

10. Алгоритми обробки інформації і прийняття рішень (команд) на оперативне втручання в умови праці.

11. Методика оцінки оптимізації СУОП, алгоритмів функціонування.

## 12. Концепція оцінки надійності і ефективності АСУ ОП.

Практична цінність роботи полягає в тім, що за тематиком дисертації під керівництвом автора та при його безпосередній участі проведені дослідження дали можливість розробити критеріальні основи при багатofакторному впливі на умови праці в робочих зонах.

Запропозовані критерії оцінки є підґрунтям для створення алгоритмів побудови ІВС ОП. Розроблений комплекс нових технічних засобів для оперативного контролю різномірних параметрів небезпечних та шкідливих факторів, управління охороною праці підприємств:

- пристрій для автоматизованого контролю параметрів, які впливають на умови праці на робочих місцях, вляхом збору та попереднього опрацювання інформації, яка надходить від вимірвальних перетворювачів;

- пристрій для вимірювання параметрів при роботі джерел НВЧ-випромінень: а) відхилення частоти від номінального значення при НВЧ-випроміненнях; б) коефіцієнта відбиття НВЧ-елементів;

- прилади для вимірювання напруженості електростатичного поля: а) для розширення функціональних можливостей датчика та зменшення його габаритів, що дозволить проводити контроль даного параметру в порожнинах невеликих розмірів та забезпечити індикацію напрямку вектору напруженості; б) для підвищення чіткості вимірювань за рахунок усунення похибок, пов'язаних з нестабільністю частоти генераторів;

- запропозований новий спосіб підвищення достовірності вимірювання параметрів випромінення глісадного радіомаяка інструментальної системи посадки літаків, який дає можливість запобігти опроміненню обслуговувачого персоналу; для його реалізації розроблена структура контрольно-вимірвального комплексу;

- автоматизований пристрій контролю психофізіологічного стану спеціалістів р-ч змілі умов праці;

- універсальний багатомірний функціональний перетворювач, призначений для використання в ІВС ОП.

Автоматизована система дозволить підвищити ефективність охорони праці, поширити питання екології, своєчасно адаптуватись до різних змін технологічних процесів і т.п.

Реалізація та виробниче впровадження. На основі проведених теоретичних, експериментальних досліджень і розробок розв'язана важлива соціальна та народногосподарська проблема підвищення

рівня безпеки на робочих місцях діючих і перспективних підприємств за рахунок якості та оперативності дії СУОП з використанням дворівневого інформаційно-виміривального комплексу.

В складній багатокомпонентній та багатоаспектній проблемі розвитку СУОП здійснено (без перебудови діючої організації виробництва) поетапне впровадження ланок і положень автоматизованого управління.

Результати роботи дали можливість запропонувати промисловості основи побудови АСУ ОП, створити та впровадити в практику блоки, пристрої, які виконані із сучасної елементної бази електроніки, виміривальної та обчислювальної техніки і відзначаються ефективністю, надійністю, спроможністю працювати на протязі довгих інтервалів часу без виключення, якісними характеристиками по точності.

Наукові досягнення роботи використані Бориспільським, Дніпропетровським та концерну "Якутавіа" (м. Якутськ) авіапідприємствами, заводом № 20 ЦА (м. Київ), ОКБ ГИТУ "Південь" (м. Київ), ВНАІЕМ (м. Москва) для оперативної оцінки кількісних показників НШВФ, їх впливу на здоров'я та організацію захисту фахівців, а також в навчальному закладі в/ч 32829 (м. Купянськ) при профвідборі та підготовці авіаспеціалістів (операторів, членів екіпажу), в учбових посібниках, навчальному процесі по курс "Охорона праці" КМУЦА і КІПК Міншампрому України. На підприємствах ЦА діє "Інструкція по зниженню статического електричества в технологических процессах обслуживания и ремонта авиационной техники" (М., изд. МГА, 1986г., с. 28.). Впровадження підтверджено відповідними актами, що наведені в додатку до дисертації.

Матеріали дисертації, незважаючи на їх авіаційну спрямованість, можуть бути використані практично підприємствами всіх галузей.

Апробація роботи. Основні результати доповідались і обговорювались на I Республіканській науково-технічній конференції "Електромагнітна сумісність і пристрої НВЧ (Київ, 1977 р.), III Всесоюзній міжвузівській конференції з проблем охорони праці (Кишинів, 1978 р.), Республіканській конференції "Підвищення рівня організації та ефективності використання засобів механізації технологічних процесів аеропортів" (Київ, 1978 р.), Республіканській науково-технічній конференції "Використання інформаційно-вимірив-

вальних систем при експлуатації авіаційної техніки" (Київ, 1979 р.), IV Всесоюзному симпозіумі "Проблеми створення перетворювачів форми інформації" (Київ, 1980 р.), III Всесоюзній науково-технічній конференції "Захист від шкідливого впливу статичної електризації у народному господарстві" (Північнодонецьк, 1984 р.), Республіканській науково-технічній конференції "Проблеми проектування, будівництва, механізації та експлуатації аеропортів" (Київ, 1985 р.), Республіканській науково-технічній конференції "Актуальні питання охорони праці та природокористування при авіатранспортних процесах" (Київ, 1987 р.), Всесоюзній науково-практичній конференції по впровадженню системи управління охороною праці на підприємствах (Москва, 1988 р.), Всесоюзній науково-технічній конференції "Проблеми удосконалення радіоелектронних комплексів і систем забезпечення польотів" (Київ, 1989р.), Всесоюзному симпозіумі "Використання ЕОМ в охороні праці" (Херсон, 1989 р.), Республіканській науково-технічній конференції "Безпека життєдіяльності (охорона праці, здоров'я, навколишнього середовища в технологічних процесах цивільної авіації)" (Київ, 1990 р.), Республіканській науково-технічній конференції "Автоматизація діяльності служб охорони праці" (Київ, 1991 р.); на Раді факультету аеропортів, на наукових семінарах: загальноуніверситетському, факультету авіаційного обладнання, кафедри охорони праці та навколишнього середовища КМУЦА, кафедри охорони праці та захисту навколишнього середовища КІПК-Міншапрому України, кафедри аерології і охорони праці ДДГА України, Інституту проблем моделювання в енергетиці НАН України.

Особистий внесок автора. Основні положення та результати дисертаційної роботи отримані автором самостійно. Роботи по експериментальному дослідженню та впровадженню розроблених засобів управління умовами праці, контролю факторів, що впливають на рівень безпеки робочих місць виробничих процесів, виконувались разом з співавторами, прізвища яких наведені в переліку публікацій. Із робіт, що опубліковані у співавторстві, використуються результати, належать особисто пошукувачу.

Публікація результатів роботи. Основні результати роботи викладені в 51 науковій праці, опублікованих центральними та республіканськими видавництвами. Серед опублікованих робіт 3 навчальних посібника, 7 авторських свідоцтв на винаходи, статті, тези доповідей на Всесоюзних та Республіканських конференціях, симпозіумах.

Структура і обсяг. Дисертаційна робота складається із вступу, шести глав, висновків, списку літератури із 160 найменувань. Загальний обсяг роботи – 274 сторінки, у тому числі 54 малюнки і 5 таблиць. Крім того, додається додаток обсягом 90 сторінок, який об'єднує 11 малюнків та 19 таблиць.

Автор висловляє щире подяку заслуженому діячеві науки та техніки України, академіку Академії зв'язку України, д.т.н., професору П.Я.Ільницькому, академіку Академії інженерних наук України, д.т.н., професору В.І.Шамаріну за допомогу і постійну увагу до роботи, а також завідувачу кафедрою охорони праці та навколишнього середовища КМУЦА професору Л.А.Буріченку та співробітникам кафедри за консультації, виявлення моральної підтримки при виконанні досліджень та їх оформленні.

#### Основний зміст роботи

У вступі обґрунтовується актуальність теми досліджень, висловлюється ідея, визначається мета і задачі дисертаційної роботи, сформульовані основні положення, які виносяться на захист, вказана її наукова новизна і практична цінність.

У першій главі наведений порівняльний аналіз діючих систем управління охороною праці. Показано, що теоретичні дослідження і практичний досвід підприємств та окремих галузей країни доводять необхідність управління охороною праці для забезпечення безпечних умов праці на робочих місцях, виключення випадків виробничого травматизму і професійних захворювань. Зараз стає гострою проблемою розпізнавання та попередження аварійних і екстремальних ситуацій. Це підтверджується тим, що системи охорони праці, які склались до нинішнього часу, дають можливість робити висновки про безпеку праці та визначати ефективність самої системи лише по кількісним показникам травматизму, захворювань та явищ, які відбулися. Але статистичні показники для визначення рівня та динаміки виробничого травматизму не забезпечують достовірної оцінки фактичного стану безпеки. Крім того, такі показники не дозволяють своєчасно і оперативно поліпшити умови праці та підвищити безпеку на робочих місцях, тому що у зв'язку з ускладненням технологічних процесів та зростанням їх швидкодії необхідно контролювати десятки параметрів, що впливають на якісну сторону роботи всіх ланок підприємств.

На робочих місцях підприємств використовується змішана праця фахівців, яка характеризується прийняттям керівних рішень, тобто розумової діяльності і одночасно виконанням мускульних робіт. Так, наприклад, до авіаційних фахівців пред'являються високі вимоги відносно сприймання інформації, витривалості емоційного стану та інших психофізіологічних можливостей людини. Працівник авіатранспортного процесу - це фахівець, який виконує управління складними ергатичними комплексами, машинами, автоматизованими та обчислювальними системами та забезпечує нагляд за їх роботом. Більшість із фахівців переносять великі нервово-психічні навантаження, які обумовлені виконанням трудових операцій в умовах дефіциту часу, вимушеними контактами з іншими працівниками. Як правило, діяльність фахівців транспортних, енергетичних та інших подібних систем зв'язана з високим інтелектуальним і емоційним напруженням. Перевантаження приводять до помилкових дій, внаслідок яких виникають аварії і катастрофи. Так по даним ІСАО 30-85 відсотків авіакатастроф і предумов до них спричиняються з вини людського фактору.

В сучасних умовах досягти безпечних високопродуктивних умов праці фахівців підприємств можливо тільки удосконаленням, розвитком та автоматизацією системи управління охороною праці (СУОП).

Різні аспекти та принципи побудови системи організації і управління охороною праці досліджені в роботах Буріченка Л.А. та Протоєрейського О.С., Вільсона О.Г., Вишинського В.В. та Чернявського В.Б., Гогіташвілі Г.Г., Голінька В.І., Давидова В.Г. та Кузьміна А.П., Комарова А.О., Короткової Н.О., Крикунова Г.М., Новикова В.С., Рубіна В.С., Ткачука К.Н., Кієвала І., Fulmer К.М. та інших. Результати цих досліджень використовуються при розробці системи управління охороною праці різних галузей. Але більшість із них розглядають окремі сторони СУОП і орієнтовані на той рівень виробництва, який був досягнутий на момент проведення дослідження.

В зв'язку з цим запроваджена діюча адміністративно-правова (організаційно-розпоряджувальна) структура СУОП, з суттєвими додатками окремих сторін її функціонування по галузях, не виконує поставлених перед нею завдань, не ефективна для промислових підприємств України.

Недоліки діючої СУ полягають також і в т.м., що методи попередження травматизму націлені на ліквідацію таких причин нещасних

випадків та виявлених професійних захворювань, що вже відбулись.

Із-за відсутності безперервного контролю параметрів небезпечних та шкідливих факторів лишаються "непоміченими" їх впливи, які можуть привести до аварій та нещасних випадків.

Тому виходом із цього становища є побудова автоматизованої системи управління охороною праці (АСУ ОП) з використанням дворівневого інформаційно-вимірвального комплексу.

Розробка та реалізація системи з повною чи частковою автоматизацією етапів управління дозволить запровадити перехід від профілактики травматизму до профілактики небезпечних ситуацій в дотравматичний період.

Таким чином, задачу можна сформулювати так: система управління охороною праці повинна цілком відповідати сучасним технологіям і організації виробничих процесів, тобто вона повинна бути швидкодіючою, об'єктивною, своєчасно реагувати на зміни характеру виробничих процесів і умов праці.

Задачі дослідження та розробки наукових основ підвищення ефективності СУОП повинні базуватися на засадах Закону України "Про охорону праці" та передбачати:

а) обов'язкове забезпечення безпеки людини;

б) пріоритет життя і здоров'я працівника по відношенню до результатів виробничої діяльності підприємства.

В другій главі роботи розкривається дослідження умов праці авіапідприємств під впливом множини факторів, які формують рівень безпеки фахівців наземних служб при виконанні функційних обов'язків по технічній експлуатації авіаційної техніки і забезпечення регулярності та безпеки польотів. Формалізований зв'язок умов праці в робочих зонах з безпекою польотів. Кількісно безпека польотів оцінюється імовірністю виникнення льотної пригоди за визначений проміжок часу (або визначеної по кількості виконаних польотів чи окремих етапів польотів).

Критерій безпеки вищеє складові:

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 \quad (2.1)$$

де  $\delta_1$  - імовірність авіапригоди, обумовленої помилками фахівців аеропорту (керівництво та управління польотами);

$\delta_2$  - імовірність авіапригоди, обумовленої помилками інженерно-технічного складу, занятого забезпеченням нормального функціонування радіотехнічних, світлотехнічних та інших систем забезпечення польотів;

$\delta_3$  - імовірність авіапригоди, обумовленої помилками екіпажу (льотного складу);

$\delta_4$  - імовірність авіапригод, обумовлених технічними і конструктивними недоліками авіаційної техніки.

Обмежим аналіз впливу умов праці на безпеку польотів тільки фахівців служб, які відносяться до аеропорту, виключивши із розгляду  $\delta_3$  і  $\delta_4$ . Складові  $\delta_1$  та  $\delta_2$  визначаються за формулами (2.2) та (2.3) відповідно:

$$\delta_1 = \sum_{i=1}^n P_i^*(t) \cdot P_{23}(t) \quad (2.2)$$

де  $n$  - число операторів, які приймають участь в забезпеченні розглядаємого етапу польотів;

$P_i^*(t)$  - імовірність помилки  $S$ -го оператора;

$P_{23}(t)$  - умовна імовірність виникнення авіапригоди із-за помилки  $S$ -го оператора.

$$\delta_2 = \sum_{i=1}^m P_i^*(t_1) \cdot P_{23}(t_2) \cdot P_{23}^*(t_3) \quad (2.3)$$

де  $m$  - число операторів 2-ої групи технологічних процесів;

$P_i^*(t_1)$  - імовірність помилки  $S$ -оператора;

$P_{23}(t_2)$  - імовірність відмови  $S$ -системи забезпечення польотів із-за помилки оператора;

$P_{23}^*(t_3)$  - імовірність авіапригоди за умов відмови  $S$ -ої системи.

Основні складові імовірності помилок операторів I і II груп за період часу  $T$  розподіляються на три складові:

$$P_{23}(T) = P_{23}(T) + P_{23}(T) + P_{23}(T) \quad (2.4)$$

де  $P_{23}(T)$  - імовірність помилок, зв'язаних з професійною невідповідальністю оператора;

$P_{23}(T)$  - імовірність помилок, зв'язаних з професійною невідповідальністю та нетренованістю, невідповідною до дій в екстремальних умовах;

$P_{23}(T)$  - імовірність помилок, зв'язаних з психофізіологічним станом фахівця і залежних від умов праці та обставин на робочих місцях.

Теоретично третю складову можна визначити із наступних міркувань. Нехай  $A$  - множина помилок, які може скоїти оператор в момент часу  $t$ ,  $B$  - множина параметрів, характеризуючих психофізіологічний стан оператора. Тоді за відомими відображеннями множини  $B$  в множину  $A$

$$\varphi: B \rightarrow A \quad (2.5)$$

для будь-якого моменту часу  $t$  можна знайти можливі помилки фахівця.

В свою чергу множина параметрів  $B$  являється відображенням множини  $F$  факторів, визначаючих умови праці

$$\varphi_2: F \rightarrow B \quad (2.6)$$

Тоді елемент множини  $A$  (помилка  $a \in A$ ) може бути знайдений як  $a = \varphi_1(\varphi_2(f)) \in A$  та  $f \in F$ .

Таким чином, якщо знайти відображення  $\psi = \varphi_1 \circ \varphi_2$ , то можна безпосередньо по множині впливових факторів визначити появу помилок фахівця та розрахувати  $R_{\psi}(T)$ .

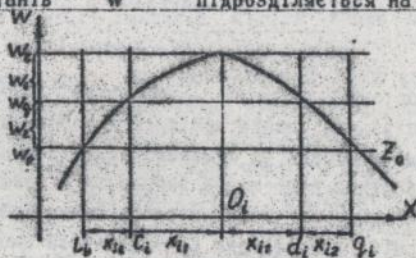
Значні проблеми виникають при дослідженні і обчисленні критеріїв оцінки умов праці при впливі на людину-працівника множини факторів виробничого та зовнішнього середовища.

По кількості факторів, визначаючих умови праці на робочому місці, критерій оцінки розділяється на однопараметричні, двопараметричні і багатопараметричні. Кожному сполученню значень впливових факторів відповідає цілком певний психофізіологічний стан людини.

Позначивши множину психофізіологічних станів людини через  $W$ , поставим у відповідність кожному стану людини багатомірний вектор. Формалізація множини  $W$  і методика визначення його елементів відноситься до біологічних проблем. Тому, не розкриваючи повністю змісту множини  $W$ , можемо записати:

$$\omega = f(x), \quad \omega \in W \quad \text{та} \quad f(x) = \{f(x), x \in X\} \quad (2.7)$$

Множина станів  $W$  підрозділяється на підмножини (мал.2.1).



Мал.2.1

Так,  $w_5$  відповідає стану комфортності і тривалість трудово-го періоду може установлюватись вимогами виробництва; психофізіологічний стан  $w_2$  відповідає стану пониженої комфортності і трива-

лість робочого дня обмежується 7-ми чи 8-ми годинами;  $W_2$  - стан дискомфорту і трудовий період повинен скорочуватися і т.п. Можна також розглядати і стани, які не допустимі з точки зору охорони здоров'я, приймати рішення до зміни умов праці та застосування засобів індивідуального захисту.

З загальному випадку встановлюється співвідношення значень параметра впливового фактору  $x_{i\omega}$  підмножині станів  $W_2$ .

Відображення (2,7) можна розглядати як декартовий добуток множин  $X_1$  та  $W$

$$z = X_1 \times W$$

Елементами множини є пари

$$z = (x_1, \omega) : x_1 \in X_1 \wedge \omega \in W$$

Однопараметричний критерій на практиці задається точками відліку - точковий.

При двофакторному впливі можна записати, що

$$X = x_1 \times x_2 \quad (2.8)$$

Поклавши  $i = 1$  та  $j = 2$  вираз (2.8) приведемо до виду

$$X = x_1 \times x_2 = \{(x_1, x_2) : x_1 \in X_1 \vee x_2 \in X_2\} \quad (2.9)$$

Елементи множини  $X$  можна відобразити точками на площині, на якій координатні осі проградуировані в відносних значеннях елементів  $x_1 \in X_1$  і  $x_2 \in X_2$ .

Розглянемо множину  $z$ , що визначається як

$$z = X \times W \quad (2.10)$$

і відображається точками в трьохмірному просторі.

Підмножина  $z_0 \leq z$ , виходячи з її визначення

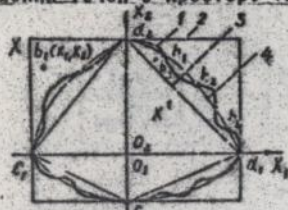
$$z_0 = \{(x_1, \omega) : \exists \omega \in W \wedge f(x) = \omega\} \quad (2.11)$$

утворить в просторі  $x_1, x_2, W$  поверхню, проекція якої на площину  $X$  дозволить знайти критерій для оцінки умов праці.

За значеннями мінорант та мажорант будується критерій, названий лінійним. Графічно його можна зобразити в двомірному просторі кусочно-лінійним контуром, який містить точки граничних станів. Тому множина станів, розташована на внутрішній площі контура, являється допустимов і характеризує нормальні умови праці (мал. 2.2).

Всі точки за контуром являються замешними і засвідчують про недопустимі умови праці. При більш складному впливі факторів на

організм людини необхідно переходити до квадратичного критерію, який враховує, умовно кажучи, "енергетичні" впливи факторів на організм. При цьому довжина векторів впливових факторів визначає положення точок в просторі (мал.2.3).



Мал.2.2



Мал.2.3

Більш вдосконалим являється поліноміальний критерій, який визначається зближенням контура 4 (мал.2.2) кривою другого порядку. Ділянка контуру для одного квадранта записується виразом

$$F_4(x_1, x_2) = a_{11}x_1^2 + 2a_{12}x_1x_2 + a_{22}x_2^2 + 2a_{13}x_1 + 2a_{23}x_2 + a_3, \quad (2.12)$$

і для визначення належності умов праці до умов, забезпечуючих стан  $W_1$ , потрібно задовольняти відношення

$$\forall x_1 \wedge \forall x_2 \Rightarrow F_4(x_1, x_2) \leq 0 \Leftrightarrow x \in X' \quad (2.13)$$

(тут 0 - оптимальний елемент множини  $X'$ ).

При трифакторному впливі

$$X = \{(x_1, x_2, x_3); x_1 \in X_1 \wedge x_2 \in X_2 \wedge x_3 \in X_3\} \quad (2.14)$$

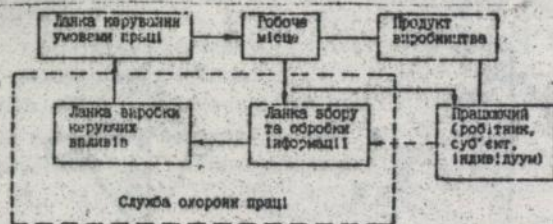
елементи множини відображаються точками в чотирьохмірному просторі. При числі X факторів більше трьох слід розглядати як гіперпростір.

Запропоновані нові критерії оцінок умов праці, дозволяють більш правильно враховувати вплив діснаправлених небезпечних та шкідливих факторів виробничого і навколишнього середовища.

Залишивши незмінну мету служб охорони праці - збереження здоров'я працівників при постійному підвищенні продуктивності - настала необхідність переходити від традиційних методів управління умовами праці до автоматизованих систем управління охороною праці (АСУ ОП).

На мал.2.4 показано місце служби охорони праці в системі сучасного виробництва підприємства. Робоче місце характеризується

умовами праці, які у відповідній мірі залежать від профілю виробництва та виробляємої на робочому місці продукції.

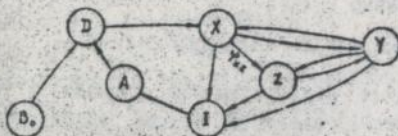


Мал.2.4

Працівник (особа), приймаючи участь у випуску продукції, відчуває вплив умов праці на робочому місці та діяльності ритму, специфіки виробництва.

Служба охорони праці керується інформацією про умови на робочому місці, нормативними документами і т.п. Внаслідок опрацювання інформації, приймає рішення про відповідність чи невідповідність умов на робочому місці та розробляються пропозиції про зміну умов праці.

З урахуванням функційного зв'язку, структурну схему, відображену на мал.2.4 подаємо в абстрактній формі графом (мал.2.5).



Мал.2.5

Тут  $X$  - множина параметрів, які характеризують умови праці на робочому місці;  $Y$  - множина параметрів, що характеризують продуктивність;  $Z$  - множина параметрів, характеризуючих здоров'я людини, його психофізіологічний стан;  $I$  - множина сигналів, кодуєчих інформації;  $A$  - множина алгоритмів, що розв'язують задачі про створення необхідних умов праці;  $\Phi_{xx}$  - функція дії впливу умов праці на здоров'я людини;  $B_0$  - множина багатомірних векторів комфортних, нормальних умов праці;  $D$  - множина керівних дійностей.

Функційні зв'язки між елементами множин відбиваються

передачев гілок (  $\Phi_{xz}, \Phi_{yz}, \Phi_{zy}$  і т.п.).

Відображення умов праці на психофізіологічний стан людини має також і зворотні зв'язки

$$\Phi_{xz}: x \rightarrow z, \quad \Phi_{yz}: y \rightarrow z, \quad \Phi_{zy}: z \rightarrow y,$$

$$\Phi_{yx}: x \rightarrow y, \quad \Phi_{xy}: y \rightarrow x.$$

Відображення

$$\Phi_{xI}: x \rightarrow I_x, \quad \Phi_{yI}: y \rightarrow I_y, \quad \Phi_{zI}: z \rightarrow I_z$$

є бієктивними (взаємно-однозначними). Об'єднання підмножини сигналів

$$I_x \cup I_y, I_x \cup I_z \quad (2.15)$$

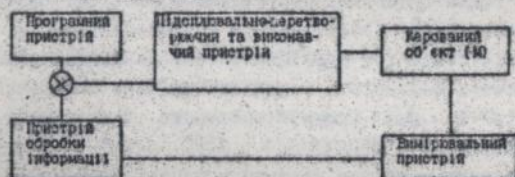
утворює повну множину інформаційних сигналів.

Алгоритм А вибирається таким чином, щоб одержати сюр'єктивне відображення I на B:

$$\Phi_2: I \rightarrow B_2 \quad (2.16)$$

де  $\Phi_2 \in A$ ,  $B_2 \subset B$  і  $B = \bigcup_{\leq} B_2$ , B - множина багатомірних векторів, що характеризують реальний стан ергономічної системи.

Абстрактний опис СУОП дає можливість показати її як систему автоматичного регулювання (мал.2.6).



Мал.2.6

Керована ланка характеризується багатомірним вектором параметрів M. Тут множина M є декартовий добуток  $M = X \times Y \times Z$ , а об'єктом регулювання являються умови праці, продуктивність та стан здоров'я людини-виконавця.

У третій главі приводяться вимоги до вимірвачів небезпечних

та шкідливих виробничих факторів. Сьогодні підприємства не мають достатньої кількості цих пристроїв як по всій номенклатурі параметрів охорони праці, так і по точносним та експлуатаційним характеристикам.

При побудові СУОП оперативної дії підприємств і галузей задачі контролю та управління факторами, впливовими на здоров'я працюючих і рівень безпеки їх праці вимагають необхідності вирішувати ці питання на сучасному рівні вимірвальних структур. Для цього доцільно використовувати перетворювачі модульного виготовлення стаціонарного, нестаціонарного та пересувного (сканувального) типу. Використання блочно-модульного принципу, з урахуванням положень ергономіки, побудови моноблочної системи датчиків, засобів збору, кодування та опрацювання даних дозволить мати універсальну, гнучку інформаційно-вимірвальну структуру.

Контроль умов праці в робочих зонах буде виконуватися автоматизовано в часі технологічних процесів на основі об'єктивних оцінок факторів, впливово діючих на людину. Оцінки виконуються за допомогою вимірвальних пристроїв неперервної чи періодичної дії. Для цього доречно використати вимірвальні датчики, які є в промисловості країни. Для поповнення парку вимірвачів небезпечних та шкідливих виробничих факторів (НВВФ), відсутніх в промисловості або незадовольняючих висунутим вимогам, при виконанні дисертаційної роботи винайдені та впроваджені на підприємствах нові блоки і пристрої: адаптивний пристрій автоматичного зняття і опрацювання сигналів з вимірвальних датчиків; універсальний багатомірний функціональний перетворювач; метод та пристрої для виміру параметрів при роботі джерел НВЧ-випромінювань, накопичення потенціалів статичної електрики, які дозволять мати кількісну оцінку впливових факторів в зонах специфічних динамічних виробничих процесів і, цим самим, своєчасно застосувати захист від шкідливих вражень.

Особливе значення має поданий в роботі блок автоматизованого контролю психофізіологічного стану фахівців при зміні умов праці. З його допомогою можна встановити співвідношення між параметрами фізіології праці і параметрами виробничого та навколишнього середовища.

Четверта гла . присвячена розробці та дослідженню інформаційно-вимірвальної системи охорони праці (ІВС ОП) - основи АСУ ОП. Для контролю і управління небезпечними та шкідливими фактора-

ми, що формують умови праці і граничні значення яких оцінюються нормативною базою ССБП та іншими нормувально-керівними документами, необхідно використати ІВС ОП.

Вибір дворівневої (двоступеневої) системи визначається необхідністю забезпечення заданої швидкодії і точності, підвищення надійності роботи, спрощення процесу експлуатації. Кількість рівнів визначається кількістю послідовно розташованих вузлів, в яких виконується зміна числа інформаційних каналів в ІВС.

Запропонована СУОП, на основі дворівневої ІВС ОП, на верхньому рівні має ланку вводу зовнішньої (нормативної та сигнальної) управляючої інформації, пристрій довгочасної пам'яті, прямиї зв'язок з центральним пристроєм (ЦПІВС), та обчислювальним центром підприємства.

Нижній рівень ІВС являє собою систему периферійних пристроїв (ПП), обладнаних засобами відображення інформації (ЗВІ) і зв'язаних з пристроями верхнього рівня - центральною частиною. Основна задача ПП полягає в поточному контролі умов праці на окремому виробничому об'єкті підприємства, попереднього опрацювання інформації і передачі її в ЦПІВС і, паралельно, інформування працівників об'єкту. На об'єктах встановлюються вимірні пристрої для контролю множини параметрів  $X_i (i=1, 2, \dots, N)$ .

На основі знятої інформації по заданим алгоритмам визначається можливість виконання своїх обов'язків працівником при даних умовах в певному проміжку часу  $\tau$  :

$$\psi(\tau) = \int_0^{\tau} f(y_i) dt \leq \psi_{max}(\tau)$$

Граничні значення функціоналів  $\psi_{max}(\tau)$  зберігаються в пам'яті СУОП.

Однією із кількісних характеристик ІВС, визначаючих її якісну сторону, являється ефективність. При розробці методики оцінки останньої введений інтегральний критерій, який буде визначати якість довільно взятої СУОП в порівнюваних одиницях відносно ідеальної:

$$\varepsilon_e = A_0 - B \quad (4.1)$$

де  $\varepsilon_e$  - абсолютна ефективність реальної СУОП;  $A_0$  - ціна виграшу при використанні ідеальної СУОП;  $B$  - ціна збитків в одиниць часу при використанні реальної СУОП.

З урахуванням (4.1) знаходимо критерій відносної ефектив-

$$\tau_0 = B_s - B_0, \quad (4.2)$$

де  $B_s$  - збитки в одиниць часу при використанні базової СУОП;  
 $B_0$  - збитки в одиниць часу при використанні досліджуваної СУОП.  
 В нормованому вигляді (максимум  $\bar{\tau}_0$  приведено до одиниці)  
 (4.2) має вигляд:

$$\bar{\tau}_0 = 1 - \frac{B_0}{B_s}, \quad (4.3)$$

Прогресивною СУОП буде тоді, коли задовольняється умова:  
 $0 < \bar{\tau}_0 \leq 1$ .

Виходячи з призначення ІВС доцільно ввести параметр - повнота обліку ( $x$ ) факторів, впливаючих на умови праці, який може змінюватись від 0 до 1. При вимірах сто відсотків факторів, присутніх на робочому місці,  $x$  дорівнює одиниці, а якщо не вимірюється ні один із факторів повнота обліку дорівнює нулю.

Повнота обліку визначається формулою

$$x = \left( \sum_{i=1}^{N_{\text{фн}}} a_i \frac{\varphi_i}{\tau_{ik}} \right) / \left( \sum_{i=1}^{N_0} a_i \frac{\varphi_i}{\tau_i} \right), \quad (4.4)$$

де  $N_{\text{фн}}$  - число елементів підмножини виміряних факторів;  
 $N_0$  - число елементів множини реально діючих факторів;  $\tau_i$  - проміжок часу, через який потрібно контролювати  $i$ -фактор;  
 $\tau_{ik}$  - періодичність виміру параметрів в конкретному випадку (взагалі  $\tau_{ik} \neq \tau_i$ );  $a_i$  - вагова функція, яка характеризує відносний вплив  $i$ -го фактору на здоров'я працівника;  $\varphi_i$  - математичне сподівання  $i$ -го фактору на робочому місці.

$$\varphi_i = \frac{\Phi_i}{\Phi_{\text{фн}}}, \quad (4.5)$$

де  $\Phi_i$  - вимірний фактор;

$\Phi_{\text{фн}}$  - гранично допустиме значення фактору.

$x$  може бути оптимізован по критеріям: мінімальної вартості, мінімальних апаратурних витрат та мінімального психофізіологічного впливу умов праці на працівника.

Для розв'язання дуже непростої задачі оцінки багатofакторного впливу обмежується область гіперпростору  $X$ , зміна параметрів в середині якої буде знаходитись в границях встановлених норм на

кожний із них, і по залежностям

$$W_2 = f(x_1, x_2, \dots, x_q, \dots, x_n) \quad (4.6)$$

(при  $x_q < \lim x_q$  та  $W_2 < \lim W_2$ , де  $q = \overline{1, n}$ ) методами екстрополяції знаходиться положення поверхні, що відокремлює підпростір допустимих параметрів при їх одночасному впливі.

Як складові вектору  $W$  використовуються прямі та непрямі показники працездатності - тривалість сенсорномоторної реакції, стійкість уваги і т.п.

Запропонована методика визначення меж областей допустимих значень параметрів  $X$ , за декількома складовими вектора  $W$  з використанням інтерполяційного багаточлена Лагранжа та методів математичної статистики.

П'ята глава присвячена дослідженню можливості використання службових ліній зв'язку, тому що дуже важливою функційною частиною СУОП є мережа передачі інформаційних сигналів, параметричних даних, вироблених команд та інш. Мережа зв'язку об'єднує всі ланки оперативного управління і має структуру, яка відповідає прийнятій технології процесу управління. Структура управління та структура інформаційної мережі взаємозв'язані, при чому перша визначає характер, спрямованість, склад, об'єми та інтенсивність потоків інформації в мережі. Експериментальні дані навантаження каналів зв'язку авіапідприємств показують нестационарність потоків повідомлень на протязі доби. Добовий трафік в системах, обслуговуваних технологічними процесами, має чітко виразний бімодальний характер.

Для використання в СУОП підприємства службових ліній зв'язку розглядається можливість простої апроксимації бімодального розподілення добового завантаження, придатного для побудови аналітичної моделі.

Отримані в роботі аналітичні моделі взаємодії динамічних реверсивних пріоритетів можуть служити основою для розробки імітаційних моделей та методики інженерної оцінки оперативності передачі повідомлень.

В шостій главі розглянуті основи управління умовами праці.

Відзначено, що багатомірний вектор  $W$  психофізіологічного стану включає в себе і підмножину, яка характеризує патологічний стан індивідуума. Основною задачею СУОП являється створення таких

умов праці або іншими словами, забезпечити межі зміни факторів  $x_i \in X$  таким чином, щоб було виконано співвідношення:

$$W \in V \Leftrightarrow \forall W_i (\omega_i \in W \Leftrightarrow W_i \in V) \quad (6.1)$$

де множина  $V$  являє собою множину параметрів  $S$ -мірного простору психофізіологічного стану, що забезпечує працездатний (нормальний) рівень здоров'я людини.

Із (6.1) випливає мета призначення СУОП. Її діяльність повинна бути скерована на управління факторами, так щоб

$$X = z \Leftrightarrow \forall x_i (x_i \in X \Leftrightarrow x_i \in Z) \quad (6.2)$$

тобто впливові параметри обмежувались як знизу, так і зверху допустимими значеннями.

Ряд параметрів множини  $Y$ , характеризуючих продуктивність праці можуть також служити непрямыми показниками психофізіологічного стану працівника.

$$\text{Тоді,} \quad \varphi: W \times X \rightarrow Y \quad (6.3)$$

за допомогою датчиків перетворюються різномірні фактори та параметри в множину інформаційних сигналів

$$\varphi_{x_i}: x \rightarrow I_{x_i}; \varphi_{w_i}: W \rightarrow I_{w_i}; \varphi_{y_j}: Y \rightarrow I_{y_j} \quad (6.4)$$

Процес аналізу записується в загальному виді

$$\varphi_B: I_B \rightarrow B_B \quad (6.5)$$

де  $B_B$  - багатомірний вектор, який визначає стан ергономічної системи для заданого проміжку часу.

Користуючись значеннями елементів множини  $I_B$  та  $B_B$

керівний орган виробляє управляючі дії

$$\varphi_D: B_B \rightarrow D_B \quad (6.6)$$

що надходять до виконуючого органу, за допомогою якого нормалізуються значення  $X$

$$\varphi_{Dx}: D_B \rightarrow X \quad (6.7)$$

Для оцінки впливу множини НМВФ на людину в процесі праці дослідження проводились з групами фахівців різного профілю, віку та стажу роботи.

По швидкості реакції (непрямий інтегральний параметр) обстежуваного судили про його втому під впливовими діями відомих факторів на робочому місці.

Для оцінки багатфакторного впливу розроблено пристрій вимірювання інтегральної характеристики психофізіологічного стану людини - швидкості реакції. Запропонований вимірвач придатний для фахівців розумової, моторної та змішаної діяльності, корисний при профвідборі, а також допуску до роботи (наприклад, пілотів, водіїв, операторів складних пультів та інших). Логічне порівняння поточних інформаційних даних з нормативними значеннями дозволить мати динаміку змін в організмі кожного члену колективу за певний період, прогнозувати тривалість трудового процесу, визначати строки проведення періодичних медоглядів за часом з урахуванням професій, груп по віку і т.д.

Суттєвою якісною характеристикою СУОП є оперативність, яка являє собою дієвість системи управління. Запропонований кількісний критерій оперативності - імовірність стандартних умов праці, під якою розуміється імовірність того, що при використанні даної управляючої системи на протязі заданого терміну часу на всіх робочих місцях, охоплених СУОП, значення контрольованих факторів, які характеризують умови праці, будуть знаходитися в допустимих (стандартних) межах. В загальному випадку ця імовірність визначається як

$$P_{\text{cm}}(t) = \prod_{i=1}^k P_{\text{cm}i}(t) \quad (6.8)$$

де  $P_{\text{cm}i}(t)$  - імовірність стандартних умов праці на  $i$ -му робочому місці;  $k$  - кількість робочих місць, охоплених СУОП;  $t$  - проміжок часу, за який визначається оперативність.

В роботі доведено, що методика оцінки оперативності управління охороною праці базується на моделі умов праці та СУОП і визначається динамікою факторів, які контролюються та регулюються цією системою.

Надійність СУОП визначається надійністю окремих ланок і пристроїв, на яких будується система, мережею зв'язку, яка об'єднує всі ланки системи, точністю моніторингу умов праці, його оперативність, своєчасність психологічного контролю операторів та інших працівників та деякими іншими обставинами.

Розглянуто методи побудови інтегрованої автоматизованої СУОП, використання діючих структур, а також впровадження у виробництво матеріалів дисертаційної роботи, які дають соціальний, технічний та економічний ефект.

У додатках зміщені акти про впровадження розробок автора на

підприємствах, установах різних галузей та учбовому процесі. Наведені дані про дослідження умов праці (особливо специфічних зон) авіапідприємства, його структурні особливості виробничої діяльності; порівняльний аналіз виробничого травматизму в ЦА; експериментальні дані апробації алгоритму управління, визначення якісних показників СУОП оперативності та ефективності; добову зайнятість мережі зв'язку.

#### Основні результати і висновки

Внаслідок виконаних досліджень отримано розв'язання науково-технічної проблеми, що має важливе соціальне та народногосподарське значення. Ця проблема полягає в підвищенні ефективності СУОП, яка досягається шляхом розробки основ системи по зниженню виробничого травматизму, виключенню професійних захворювань, попередженню аварійних та екстремальних ситуацій в виробничих процесах підприємств.

Основні наукові результати, та практична значимість роботи полягають у наступному:

1. Запропоновано новий підхід оцінок умов праці, які формуються під впливом множини несприятливих факторів виробничого та навколишнього середовища. При цьому підході враховується зростаючий з часом кількісний склад факторів, вплив одного фактору при наявності декількох несприятливих інших факторів, можливість посилення шкідливої дії окремого фактору на організм при наявності впливу інших факторів. Розроблені методики визначення меж комфортного стану умов праці по значенням критеріальних оцінок.

Розроблені математичні моделі залежності психофізіологічного стану від факторів, які наближені до реального стану ергономічної системи. Ці моделі пов'язують умови праці, працездатність, фактори здоров'я працівника та продуктивність праці.

На засадах теорії множин сформульовані критерії оцінок умов праці. В умовах недостатньої вивченості технологічних процесів рекомендується використовувати найбільш простий критерій – точковий. Зі збагаченням досвіду та появою достатньої кількості статистичних даних пропонується переходити до більш складних, але більш точних критеріїв, таких як лінійний, поліноміальний та квадратичний.

Розроблені методики розрахунку критеріальних оцінок, які дають можливість встановити кількісні показники впливу умов праці та виробничих процесів на психофізіологічний стан людини-виконав-

ця. При цьому визначається внесок кожного несприятливого фактору в погіршення самопочуття оператора, що дозволяє правильно розставити акценти на досліджуваних факторах, отримати їх рангові характеристики і приписати їм відносні вагові коефіцієнти.

2. Для визначення психофізіологічних станів і умов праці, задовольняючих певним вимогам, створена методика розрахунку просторових границь багатомірних векторів, що відображають фактори впливу. При цьому рекомендується використати непрямі показники психофізіологічного стану людини-фахівця. Застосування аналітичного методу ілюструється побудовою меж допустимих значень факторів, що впливають на умови праці, за допомогою інтерполяційних поліномів Лагранжа.

Проведено експериментальне дослідження по використанню такого показника як швидкість реакції оператора для оцінки психофізіологічного стану та його залежності від умов праці. Запропонована методика обробки експериментальних даних, за допомогою якої встановлюються довірчі інтервали для допустимих змін різних факторів в залежності від тривалості робочого дня.

3. Показано, що нові системи управління охороною праці повинні будуватися з використанням інформаційно-вимірвальних систем. Запропоновано для розгалужених, розташованих на значних територіях виробництв (підприємств) створювати СЧОП на базі дворівневої інформаційно-вимірвальної системи паралельно-послідовної дії, термінали нижнього рівня якої встановлюються на окремих об'єктах, і зв'язуються з терміналами вищого рівня засобами зв'язку. Розроблені алгоритми функціонування ІВС та система моніторингу умов праці. Виведені основні залежності обробки сигналів в ІВС для створення безпечних умов праці і створена ціла низка датчиків для контролю факторів, що впливають на умови праці. Створені функціональні пристрої для обробки інформації в ІВС і захищені авторськими свідоцтвами.

4. Запропоновано зв'язок між терміналами СЧОП, що розташовані на підприємствах, окремі об'єкти яких розміщуються на значних відстанях в межах виробничої території, як це спостерігається, наприклад, в аеропортах, здійснювати за допомогою виробничо-службової телефонної мережі. Проведено дослідження завантаження службових ліній авіапідприємств і встановлено, що згідно з розрахунками ймовірнісних характеристик тривала і надійна робота по передачі даних для СЧОП можлива для будь-якої години доби. Перед-

бачено встановлювати ранги пріоритетів для інформації службового призначення та інформації для системи охорони праці, щоб в повній мірі використати пропускну властивість службової мережі зв'язку.

5. Запропоновані нові показники якості системи управління охороною праці - ефективність, оперативність та повнота обліку факторів, що формують умови праці. Використання таких показників дає змогу вибирати ту чи іншу структуру СУОП, яка буде найкращим чином відповідати особливостям підприємства, де встановлюється нова СУОП. Запропоновані показники дозволять при проектуванні СУОП оптимізувати її структуру та забезпечити найдоцільніше використання матеріальних ресурсів.

Розроблені методики розрахунку показників СУОП, які дають можливість на інженерному рівні оцінювати СУОП та співставляти різні підходи до їх побудови. Показано, що оперативність визначає дієвість СУОП та характеризує відповідність СУОП цільовому призначенню. Нові показники враховують як вартісні характеристики функціонування СУОП, так і характеристики стохастичних процесів, які визначають умови функціонування ерготичних систем.

6. Запропоновані моделі та методи побудови АСУ ОП з використанням дворівневої ІВС дають можливість перетворити охорону праці в активний автоматизований процес, забезпечення оптимальних умов виробничої діяльності людини. Впровадження системи в практику покладе початок здійсненню переходу від принципу "профілактика травматизму" до принципу "профілактика травмонезбезпечних ситуацій" в дотравматичний період, а внаслідок цього попередження нещасних випадків, професійних захворювань та аварій і катастроф.

Основні результати дисертації опубліковані у роботах:

а) навчальні посібники

1. Ревук А.Г. Комплексная система управления охраной труда предприятия гражданской авиации. - К.: КИИГА, 1991. - 96 с.

2. Ревук А.Г., Павлюк В.Д. Метрологическое обеспечение охраны труда при технической эксплуатации и ремонте авиационной техники. - К.: КИИГА, 1991. - 76 с.

3. Франчук Г.М., Ревук А.Г. Статическое электричество при технической эксплуатации авиационного радиоэлектронного оборудования. - К.: КИИГА, 1992. - 60 с.

б) статті

4. Ревук А.Г., Малахов Л.П. Комбинированный метод исследования качества воздуха в производственных зонах и помещениях аэро-

портов гражданской авиации.//Техническая эксплуатация зданий и сооружений аэропортов. - К.: Знание, 1975. - с.20-21.

5. Ильницкий Л.Я., Голего А.Г., Ревук А.Г. Функциональный преобразователь, аппроксимирующий моделируемую зависимость функциональным рядом.//Электроника и моделирование. Сб.научн.тр. Вып.10. - К.: Наукова думка, 1975. - с.57-58.

6. Ильницкий Л.Я., Голего А.Г., Ревук А.Г. Последовательный нелинейный преобразователь.//Решение краевых задач средствами математического моделирования. Сб.научн.тр. - К.: Изд-во ин-та математики АН УССР, 1976. - с.64-66.

7. Ильницкий Л.Я., Голего А.Г., Ревук А.Г. Анализ разомкнутого функционального преобразователя на нелинейных элементах параболического типа.//Электронное математическое моделирование и оптимизация процессов. Сб.научн.тр. - К.: Наукова думка, 1976. - с.42-47.

8. Ревук А.Г., Белец А.И. Трехмерный функциональный преобразователь с дробно-рациональной аппроксимацией.//Специализированные и комбинированные вычислительные устройства. Межвуз.сб.научн.тр. Вып.4. - Рязань: РТИ, 1976. - с.105-108.

9. Ильницкий Л.Я., Ревук А.Г., Белец А.И. Дробно-рациональная аппроксимация трехмерной функции.//Вопросы кибернетики. Сб.научн.тр. - Ташкент, Редиздат АН УЗ.ССР, 1977. - с.94-102.

10. Ильницкий Л.Я., Буриченко Л.А., Ревук А.Г., Становий Н.Г. Информационно-измерительная система охраны труда предприятий гражданской авиации.//Проблемы охраны труда в гражданской авиации. Сб.научн.тр. - К.: КИИГА, 1982. - с.3-8.

11. Ильницкий Л.Я., Ревук А.Г., Шишкин В.П. Параметрический измеритель статического электричества изолирующих при эксплуатации РЭО.//Прогрессивные методы радиоэлектронного оборудования аэропортов и воздушных трасс гражданской авиации. Сб.научн.тр. - К.: КИИГА, 1982. - с.74-78.

12. Ильницкий Л.Я., Ревук А.Г., Павлюк В.Д. Двухуровневая информационно-измерительная система.//Моделирование электрофизических и электроэнергетических систем и устройств. Сб.научн.тр. - К.: Наукова думка, 1983. - с.123-128.

13. Ильницкий Л.Я., Ревук А.Г., Белец А.И. Периферийное устройство информационно-измерительной системы охраны труда ключевого объекта авиапредприятия.//Оптимизация систем охраны труда в гражданской авиации. Сб.научн.тр. - К.: КИИГА, 1985. - с.6-10.

14. Ильницкий Л.Я., Ревук А.Г. Точечный и линейный критерии оценки условий труда.//Эргономические проблемы профотбора, подготовки и адаптации на производстве авиаспециалистов. Сб.науч.тр. - К.: КИИГА, 1985. - с.60-67.

15. Ильницкий Л.Я., Ревук А.Г. Полиномиальный и квадратичный критерии оценки условий труда на рабочем месте специалистов предприятия гражданской авиации.//Проблемы охраны труда и окружающей среды при интенсификации производства гражданской авиации. Сб.науч.тр. - К.: КИИГА, 1986. - с.7-15.

16. Ильницкий Л.Я., Ревук А.Г. Система управление условияки труда.//Методы эргономической эксплуатации и обслуживания авиационной техники. Сб.науч.тр. - К.: КИИГА, 1986. - с.81-87.

17. Инструкция по снижению влияния статического электричества в технологических процессах обслуживания и ремонта авиационной техники. Утв.зам.министра ГА № 7/И. М.: МГА, 1986. - 26 с.

18. Ильницкий Л.Я., Ревук А.Г. Определение областей физических параметров, влияющих на условия труда, по косвенным показателям психофизиологического состояния человека-оператора//Эргономические вопросы безопасности полетов. Сб.науч.тр. -К.: КИИГА, 1987. с.51-54.

19. Ревук А.Г., Цензура Н.А. Влияние температуры внешней среды на работоспособность авиаспециалистов//Системы безопасности труда в технологических процессах гражданской авиации. Сб.науч.тр. - К.: КИИГА, 1988. - с.6-13.

20. Ильницкий Л.Я., Ревук А.Г. Периодичность оценки факторов, определяющих условия труда на рабочем месте.//Эргономические методы аттестации и рационализации рабочих мест и производственных процессов в гражданской авиации. Сб.науч.тр. - К.: КИИГА, 1988. - с.31-36.

21. Ильницкий Л.Я., Павленко В.Ф., Ревук А.Г. Повышение объективности контроля психофизиологического состояния человека-оператора при изменении условий труда.//Предотвращение авиационных происшествий в гражданской авиации. Сб.науч.тр. - К.: КИИГА, 1986. - с.80-85.

22. Ильницкий Л.Я., Паук С.М., Ревук А.Г. Аппроксимация информационного графика в диспетчерских системах управления//Журнал "Электронное моделирование" т.11. № 1. -К.: Наукова думка, 1989. - с.81-84.

23. Ильницкий Л.Я., Ревук А.Г. Критерий эффективности системы

управления охраной труда.//Проблемы охраны труда и окружающей среды в производственных процессах гражданской авиации. Сб.науч.тр. - К.: КИИГА, 1989. - с.3-7.

24. Ильницкий Л.Я., Ревук А.Г. Охрана труда и безопасность полетов.//Эргономические особенности первоначального этапа освоения авиационной техники. Сб.науч.тр. - К.: КИИГА, 1989. - с.65-70.

25. Куцаков А.А., Ревук А.Г. Информационно-измерительная система авиаремонтного цеха параллельно-последовательного типа.//Эргономическая оценка эргатических систем "экипаж-самолет" и "экипаж-тренажер". Сб.науч.тр. - К.: КИИГА, 1990. - с.75-79.

26. Ревук А.Г. Учет факторов среды при аттестации рабочих мест авиаспециалистов.//Вопросы охраны труда и окружающей среды в процессах технического обслуживания и ремонта авиационной техники. Сб.науч.тр. - К.: КИИГА, 1990. - с.3-8.

27. Ильницкий Л.Я., Паук С.М., Ревук А.Г. Модели обслуживания с динамическими приоритетами. Журнал "Электронное моделирование" т.12, № 6 - К.: Наукова думка, 1990, с.17-20.

28. Ильницкий Л.Я., Ревук А.Г. Оперативность системы управления охраной труда.//Средства управления охраной труда и окружающей среды на предприятиях гражданской авиации. Сб.науч.тр. - К.: КИИГА, 1992. - с.7-14.

29. Ревук А.Г. Оценка эффективности и надежности системы управления безопасностью труда.//Обеспечение безопасности полетов при летной эксплуатации воздушных судов. Сб.науч.тр. - К.: КИИГА, 1993. - с.28-32.

30. Паук С.М., Пушенко А.Н., Ревук А.Г., Рыбин В.С. Особенности моделей информационных потоков в диспетчерских системах.//Математическое моделирование в энергетике. - К.: Наукова думка, 1993. - с.79-83.

31. Гриценко Ю.В., Ревук А.Г. Применение трендовых алгоритмов для анализа противодействия пилота факторным накладкам.//Управление уровнем безопасности полетов в гражданской авиации. Сб.науч.тр. - К.: КИИГА, 1993. - с.16-21.

32. Ревук А.Г., Шамарин Ю.Е. Основные структурные схемы автоматизированной системы управления охраной труда предприятия.//Проблемы охраны труда и окружающей среды при аттестации и рационализации рабочих мест авиаспециалистов. Сб.науч.тр. - К.: КИИГА, 1993. - с.3-9.

в) авторські свідоцтва

33. А.с. N 618750 (СССР) М.Кл<sup>2</sup> G06 7/26/Ильницкий Л.Я., Ревук А.Г., Белец А.И. Опубл. в БИ N29, 1978.
34. А.с. N 1049834 (СССР) SU 601R 29/12 /Ильницкий Л.Я., Ревук А.Г., Шишкин В.П., Пономарев А.А. Опубл. в БИ N 39, 1983.
35. А.с. N 1193614 (СССР) SU 601S 7/40// G 01S 1/04 / Ильницкий Л.Я., Ревук А.Г., Шишкин В.П., Пономарев А.А., Сибрук Л.В., Фузик М.И. Опубл. в БИ N 43, 1985.
36. А.с. N 1262423 (СССР) SU 601R 29/12/Ильницкий Л.Я., Ревук А.Г., Шишкин В.П., Пономарев А.А., Фузик М.И., Ревук В.А. Опубл. в БИ N 37, 1986.
37. А.с. N 1370609 (СССР) SU 601R 27/04 /Ильницкий Л.Я., Даниленко С.В., Ревук А.Г. Опубл. в БИ N 4, 1988.
38. А.с. N 1409950 (СССР) SU 601R 23/04 /Ильницкий Л.Я., Ревук А.Г., Сибрук Л.В. Опубл. в БИ N 26, 1988.
39. А.с. N 742955 (СССР) SU 605B 23/02/Куцаков А.А., Ревук А.Г., Ильницкий Л.Я. Опубл. в БИ N 21, 1993.

г) тези доповідей

40. Ильницкий Л.Я., Голего А.Г., Ревук А.Г. Разомкнутый функциональный преобразователь на нелинейных элементах параболического типа // IV ВНК "Однородные вычислительные системы и среды" Тез. докл. - К.: Наукова думка, 1975. - с.104-105.
41. Ильницкий Л.Я., Голего А.Г., Ревук А.Г. Последовательный функциональный преобразователь, выполненный на нелинейных элементах. // IV ВНК "Однородные вычислительные системы и среды" Тез. докл. - К.: Наукова думка, 1975. - с.105-106.
42. Ильницкий Л.Я., Ревук А.Г., Белец А.И., Гузенко А.И. Трехмерный функциональный преобразователь параллельного типа. // Проблемы создания преобразователей форм информации. III Всесоюзный симпозиум, Тез. докл. - К.: Наукова думка, 1976, - с.11-12.
43. Ревук А.Г. Измерение биологически опасных уровней электромагнитных излучений индикаторных систем отображения информации. // Электромагнитная совместимость и устройства СВЧ. I РНТК. Тез. докл. - К.: Знание, 1977. - с.38-39.
44. Ревук А.Г., Пастушенко А.М. Моделирование воздействия статического электричества. // Проблемы охраны труда. III Всесоюз. межвуз. конференция. Тез. докл. - Кишинев, Штица, 1978, - с.181-182.

45. Ревук А.Г., Казимирчак В.В., Становский Н.Г. Определение зон электромагнитных излучений источников аэропортов. //Повышение уровня организации и эффективности применения средств механизации в технологических процессах аэропортов. РНТК. Тез.докл. - К.: Знание, 1978. - с.4-5.

46. Ревук А.Г. Перспективы развития системы управления охраной труда авиапредприятия. //Актуальные вопросы охраны труда и природопользования при авиатранспортных процессах. РНТК. тез.докл. - К.: Знание, 1987. - с.3.

47. Ревук А.Г. Автоматизированная система управления охраной труда отраслевого предприятия //ВНПК по внедрению системы управления охраной труда на предприятиях. Тез.докл. М.: ЦНИИОТ ВЦСПС, 1988. - с.13-14.

48. Куцаков А.А., Ревук А.Г. Дискретизатор сигналов датчиков //ВНТК "Проблемы совершенствования радиотехнических комплексов и систем обеспечения полетов". Тез.докл. - К.: КИИГА, 1989. - с.8-9.

49. Ревук А.Г., Жук Л.А. Использование ЭВМ в системе управления охраной труда аэропорта. //Всесоюз. симпозиум "Применение ЭВМ в охране труда". Тез.докл. Херсон, ХИИ, 1989. - с.5-6.

50. Ревук А.Г. Учет факторов производственной среды при функционировании двухуровневой системы управления охраной труда предприятия/РНТК "Безопасность жизнедеятельности (охрана труда, здоровья, окружающей среды в технологических процессах гражданской авиации)" - К.: Знание, 1990. - 2 с.

51. Ревук А.Г., Куцаков А.А. Автоматизированный сбор информации в технологических процессах и условия труда в подразделениях авиапредприятия/РНТК "Автоматизация деятельности служб охраны труда. - К.: Знание, 1991. - 3 с.

## А н н о т а ц и я

**А. Г. Ревук** Научные основы повышения эффективности системы управления охраной труда авиапредприятия. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям: 05.22.14 - Эксплуатация воздушного транспорта; 05.26.01 - Охрана труда. Киевский международный университет гражданской авиации, Киев, 1995.

Защищается 51 научная работа, в том числе 3 учебных пособия и 7 авторских свидетельств, которые содержат теоретические исследования и разработку путей обеспечения безопасных условий труда, исключения профессиональных заболеваний, своевременного предупреждения аварийных и экстремальных ситуаций, создание основ автоматизированного управления охраной труда с использованием двухуровневой информационно-измерительной системы оперативного действия. Для оценки условий труда при многофакторном воздействии предложены новые критерии. Разработаны модели и алгоритмы управления условиями труда, ряд измерительных приборов (блоков), устраняющих пробелы мониторинга охраны труда и осуществлено внедрение результатов исследования. Аналитические выводы хорошо согласуются с результатами экспериментальных проверок основных положений работы. Введением исследуемой системы в эксплуатацию открываются возможности перехода от принципа "профилактика травматизма" к принципу "профилактика травмоопасных ситуаций" в дотравматический период.

## A n n o t a t i o n

**A. G. Revuk** Scientific Basis for Increase in Operational Efficiency on a Labor Safety Management System at Aeronautical Enterprise. Thesis for Ph. D. (Tech.) degree in: 05.22.14 - Air Transport Operation; 05.26.01 - Labor Safety. Kiev International Civil Aviation University, Kiev, 1995

Fifty one scientific works (including 3 manuals and 7 authorship certificates) are being currently defended. They comprise theoretic research and development of ways to ensure safety working conditions (professional diseases excluded) and to timely prevent emergency situations and accidents. This is to be achieved by means of creating basics for automated management of safety working conditions and implementation of two level information measurement operation system. New criteria were suggested to make working conditions assessment in multiple environment. New models and algorithms to manage working conditions have been established. The results of research (including a number of measuring devices eliminating gaps in working conditions monitoring) have been practically tested. Theoretical analysis and conclusions are fully confirmed with the results of research experiments and correspond to the main statements of research. Implementing of the above system into practice opens a new way to transit from "trauma prevention" approach to "traumatic situation prevention" approach.

**Ключові слова:** охорона праці, фактори, критерії, система управління, моделі, алгоритми

-----  
Підписано до друку 12.09.95. Формат 60х84/16. Папір друкарський.  
Офсетний друк. Ум. фарбовідб. 8. Ум. друк. арк. 1,86. Обл. вид. арк. 2,0.  
Тираж 100 прим. Замовлення № 162-І. Ціна . Вид. № 252/Ш.  
-----

Видавництво КМЦА.

252058. Київ-58, проспект Космонавта Комарова, 1.

441372

AB 33.099