

Національна Академія наук України  
Інститут кібернетики ім. В.М.Глушкова

На правах рукопису

**КАЛЬНИШ Валентин Володимирович**

**ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНІ СИСТЕМНІ МЕХАНІЗМИ  
ФОРМУВАННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ОПЕРАТОРІВ**

**14.03.26 - біологічна і медична кібернетика та  
інформатика**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора біологічних наук

Київ - 1996

Дисертація є рукописом.

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00752566 (V)

Робота виконана в Інституті математики і фізики

**Науковий консультант** - доктор медичних наук,  
академік НАН та АМН України, член-кор.  
РАМН, професор **Навакатікян О.О.**

**Офіційні опоненти** - доктор медичних наук,  
член-кор. НАН та АМН України, професор  
**Трахтенберг І.М.**

доктор біологічних наук, професор  
**Ткачук В.Г.**

доктор психологічних наук, член-кор.  
АПН України, професор  
**Карпуніна А.М.**

**Провідна установа** - Національний університет  
ім. Т. Шевченка

Захист дисертації відбудеться " 9 " листопада 1996 р.  
о 14.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради  
Д 01.39.05 у Інституті кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН  
України за адресою:

252187, Київ, пр. Академіка Глушкова, 40

З дисертацією можна ознайомитись в науково-технічному  
архіві інституту.

Автореферат розіслано " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 1996 року

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради,  
доктор біологічних наук

**Козак Л.М.**

АКТУАЛЬНІСТЬ. В зв'язку з широким розповсюдженням операторської праці, біокібернетичні, психофізіологічні та гігієнічні аспекти її оптимізації активно розроблялись у останні роки, що дозволило зробити важливі теоретичні узагальнення [Кундіев Ю.И. та ін.,1982; Медведєв В.И.,1984; Киколов А.И.,1987; Навакатикян А.О. та ін.,1987; Судаков К.В.,1987, 1990, 1993; Фролов М.В., 1987; Павлов В.В.,1989; Казановская И.А.,1990; Макаренко Н.В., 1991; Небылицын В.Д.,1991; Ткачук В.Г.,1993; Барабан Н.А. та ін.,1994; Варламов В.А.,Богданова Т.С.,1994; Матюхин В.В., 1994; Мойкин Ю.В.,1994; Романова Г.В.,1994; Levi L.,1971; Hart S. et. al.,1987; Palmer S.,1989; Weiss R.,1990 та ін.], вирішити ряд практичних питань відносно деяких виробництв та професій [Дядичкин В.П.,1990; Бузунов В.А.,1991 та ін.], а також намітити перспективні напрямки подальшого вивчення різних видів праці [Кундіев Ю.И.,1986; Матюхин В.В.,1993; Навакатикян А.О.,1994].

До цього часу немає обґрунтованої суцільної концепції, що визначає особливості функціонування основних підсистем організму та їх взаємодії при напруженій розумовій праці. Про це свідчить наявність численних фактів, що носять суперечливий характер. Залишаються не уточненими багато сторін процесу формування розумової працездатності, особливо в умовах діяльності у різні години доби.

Сучасні фізіологія та біокібернетика ще не мають досить повної системи уявлень про роль факторів трудового середовища у формуванні розумової працездатності. Не підведена потрібна на сучасному рівні розвитку науки база та не систематизовані методичні підходи, критерії та принципи оцінки функціонального стану, загальної та професійної працездатності. Існуючі зараз підходи для оцінки розумової працездатності ще не мають системного характеру та не враховують тонкі механізми її формування.

Розробка проблем забезпечення високого рівня розумової працездатності та, на цій основі, проведення раціоналізації праці працюючих, є принципово важливою у справі оптимального використання трудових ресурсів країни, збереження здоров'я операторів, забезпечення високої продуктивності їх праці та активного трудового довголіття. Це, по суті, визначило актуальність, теоретичні та практичні аспекти здійснених досліджень.

**СТУПІНЬ ДОСЛІДЖУВАНOSTІ ТЕМИ.** Проведений аналіз літературних даних показав, що у більшості випадків виявлені ме-

БІБліотека ім. В. Стефаника  
АН України

ханізми вписуються у фундаментальну теорію функціональних систем П. К. Анохіна. Проте багато питань залишається ще неясними та вимагають подальшого уточнення. Відомий ефект компромісного узгодження активності підсистем організму, необхідний для підтримання адекватної конкретної діяльності функціонального стану працівника, ще недостатньо повно підтверджений фізіологічними та психофізіологічними даними. Неясним лишається питання про належні рівні цілого ряду професійно важливих індивідуально-типологічних якостей та фізіологічних функцій при різнобічних вимогах реального виробництва, які сприяють підтриманню у оператора високого рівня продуктивності праці при роботі у штатних та аварійних ситуаціях.

Зараз активно розвиваються підходи до проведення автоматизованої діагностики працездатності та аналізу взаємозв'язку її складових компонентів. Незважаючи на наявність великої кількості публікацій з цих питань, майже не вирішувалась задача урахування особливостей формування розумової працездатності в умовах виробництва, коли до особи пред'являються частково суперечливі вимоги. Перспективним способом вирішення цієї задачі є урахування закономірностей біокібернетики шляхом уточнення особливостей процесів управління на рівнях: людина-машина та підсистем організму людини. При цьому з'являється необхідність розширення списку відомих принципів побудови комп'ютерних діагностичних систем та створення ефективних засобів конструювання цих систем для одержання більшої пластичності при проведенні досліджень та аналізі працездатності представників різних професійних груп.

МЕТОЮ роботи є виявлення психофізіологічних особливостей та системних механізмів забезпечення розумової діяльності операторів теплоелектростанцій (ТЕС) та користувачів відеодисплейних терміналів (ВДТ) як фізіологічної основи для конструювання автоматизованої комп'ютерної системи оцінки працездатності та розробки раціональних режимів праці й відпочинку.

Досягнення поставленої мети передбачало рішення наступних задач:

- провести виробничі та експериментальні дослідження, спрямовані на виявлення закономірностей формування розумової працездатності, що забезпечує високий рівень продуктивності праці операторів та користувачів ВДТ;

- виявити роль специфічних та неспецифічних системоутворюючих факторів у психофізіологічному забезпеченні формування розумової працездатності;

- розробити принципи створення та сконструювати комп'ютерну систему, діагностичні можливості якої будуть спрямовані на оцінку рівня розумової працездатності операторів;

- розробити методичні підходи до перевірки ефективності роботи операторів ТЕС за графіками змін різної тривалості та здійснити впровадження більш досконалих графіків на підприємствах енергетики.

**ОБ'ЄКТОМ ДОСЛІДЖЕННЯ** дисертаційної роботи є працездатність операторів ТЕС та операторів ВДТ, які працюють на обчислювальних центрах, **ПРЕДМЕТОМ** - структурно - функціональна організація формування розумової працездатності при змінній праці.

**МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ:** біокібернетичні, психофізіологічні, методи варіаційної статистики, факторного, кластерного, кореляційного, коваріаційного, спектрального та ін. видів аналізу.

**НАУКОВА НОВИЗНА.** Результати досліджень вперше обґрунтовують такі положення:

- на підставі проведеного аналізу структурно-функціональної організації праці у системі "людина-виробництво" визначена роль її елементів при формуванні працездатності операторів;

- встановлені закономірності впливу на працездатність операторів специфічних та неспецифічних системоутворюючих факторів, урахування впливу яких відкриває перспективний напрямок досліджень, спрямованих на уточнення положень теорії трудової діяльності;

- визначені особливості зв'язку ряду психофізіологічних та фізіологічних показників з продуктивністю виробничої діяльності операторів ТЕС у штатних та аварійних ситуаціях;

- встановлені характеристики компонентів працездатності, що забезпечують компроміс між якістю та кількістю виконуваної роботи, нагромадженням робочих навичок та зниженням рівня професійно важливих якостей при старінні та ін;

- виявлені особливості взаємодії компонентів неспецифічних системоутворюючих факторів у динаміці робочої зміни операторів ТЕС та користувачів ВДТ;

- сформульовані принципи конструювання комп'ютерної системи оцінки працездатності, що дозволяють при побудові цієї системи вра-

хувати встановлені закономірності формування розумової працездатності;

- запропоновані оригінальні методики, засновані на нових підходах до: оцінки динамічності нервових процесів (А. с. N 16-07777); асиметрії тонусу окорушійних м'язів (А. с. N 1762893); урахування взаємодоповнення напруження основних підсистем організму (інформаційної, енергетичної) в змінах; визначення адаптивності організму до виробничої діяльності у змінах на базі ретроспективного аналізу зв'язку його реакцій у "минулому" та "майбутньому"; оцінки змінення варіативності комплексу функцій організму в процесі роботи у змінах різної тривалості.

#### **ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ, ЩО ПРЕДСТАВЛЕНІ НА ЗАХИСТ:**

- розумова працездатність формується як результат дії специфічних та неспецифічних системоутворюючих факторів у ієрархічно організованій системі "людина-виробництво";

- специфіка операторської діяльності окреслює зону компромісу компонентів працездатності (індивідуально-типологічних характеристик, особливостей надповільної активності головного мозку та ін.) та визначає природу взаємовідносин між продуктивністю переробки інформації та функціями організму при різних режимах її пред'явлення;

- механізми формування високої працездатності операторів забезпечуються взаємодоповненням активності інформаційної та енергетичної підсистем організму, компромісним рівнем "централізації-децентралізації" та "жорсткості-гнучкості" управління функціями організму в змінах (денній, нічній);

- ефективна оцінка та моніторинг працездатності забезпечуються застосуванням комп'ютерної системи, принципи конструювання якої дозволяють врахувати механізми формування високої працездатності, оптимізувати умови застосування діагностичних процедур, скоротити строки настроювання системи для різних контингентів операторів, полегшити її тиражування та ін;

- продуктивним напрямком оптимізації режимів праці та відпочинку операторів, що враховує соціально-психологічні фактори, які є характерними для теперішнього часу, є збільшення тривалості змін, наслідком чого (після визначеного періоду адаптації персоналу до нового режиму) є збереження працездатності та зниження робочого напруження організму операторів.

**ОСОБИСТИЙ ВНЕСОК АВТОРА** у розробку основних положень, що винесені на захист. Розроблено концепцію структурно-функціональної організації формування розумової працездатності операторів. Створені психофізіологічні методики, які були реалізовані на комп'ютерах ТАР-34, "Искра-226", СМ-1420, ІВМ у вигляді різного ступеню складності комп'ютерних систем діагностики працездатності. На 6 ТЕС та обчислювальному центрі проведені фізіологічні, психофізіологічні та соціально-психологічні дослідження (на 2 спільно з Н.І.Ситник, яка виконала кандидатську дисертацію під керівництвом автора). Вивчення особливостей зорового здоров'я операторів ВДТ здійснювалося з залученням даних О.В. Яворського, який виконав кандидатську дисертацію під керівництвом автора. Проведена оцінка результатів фізіологічних, психофізіологічних, соціально-психологічних та медичних виробничих досліджень, а також експериментальних матеріалів, що моделюють роботу оператора у навантаженому режимі та режимі "автотемп". Деталізація окремих механізмів формування розумової працездатності проводилась з використанням експериментальних даних, отриманих М.В.Макаренко та В.В.Горбуновим.

**ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ.** Результати проведених досліджень роблять істотний внесок у теоретичні основи біокібернетики та фізіології праці, що полягає:

- у встановленні механізмів формування розумової працездатності, які враховують баланс компонентів специфічних та неспецифічних системоутворюючих факторів. Встановлені закономірності розвивають теорію функціональних систем П.К.Анохіна;

- у визначенні закономірностей вікової та змінної динаміки професійно важливих якостей, що визначають працездатність оператора, а також закономірності трансформації надповільної біоелектричної активності головного мозку у динаміці 8- та 12-годинних змін;

- у розробці концепції створення діагностичних систем оцінки психофізіологічних професійно важливих якостей операторів;

- у виявленні закономірностей змінення робочого напруження операторів у різних фазах адаптації до подовженої робочої зміни при впровадженні раціональних режимів праці та відпочинку.

**РІВЕНЬ РЕАЛІЗАЦІЇ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ.** Результати виконаної роботи покладені в основу створення документів, які регламентують заходи щодо поліпшення умов та ре-

жимів праці, оцінки та прогнозування працездатності та робочого напруження. Матеріали, що увійшли у дисертацію, використані:

- у монографії О.О.Навакатікяна, В.В.Крижановської, В.В.Кальниша "Гігієна та фізіологія розумової праці";

- у проекті Санітарних норм та правил для користувачів ВДТ, який передано для затвердження в МОЗ України;

- у методичних рекомендаціях: "Застосування статистичних методів аналізу при проведенні наукових досліджень у профпатології" (Київ, 1981), "Методичні рекомендації з професійного відбору та визначенню профспридатності працівників провідних професій теплових електростанцій та підприємств електричних мереж" (Москва, 1983); "Створення сприятливих умов праці користувачів ЕОМ, що працюють з дисплеями на інформаційно-обчислювальних центрах" (Харків, 1986); "Принципи комплексної оцінки "напруженості праці" та "робочого напруження" при розумових видах діяльності" (Москва, 1986);

- у Постанові Держкомпраці УРСР N 134 від 15. 10. 86 р;

- в інформаційних листках: "Оцінка ступеню емоційного напруження при розумовій праці" (Київ, 1990); "Оцінка ступеню напруження окорухійних м'язів користувачів ПЕОМ при роботі з відеодисплейними терміналами" (1993).

Пропозиції, що впливають з дисертаційної роботи, використовуються на підприємствах енергетики, у навчальних та науково-дослідних установах України та Росії (на 9 об'єктах впровадження).

**АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ.** Основні положення дисертаційної роботи були викладені та обговорені на II Всес. конф. "Фізіологія екстремальних станів та індивідуальний захист людини" (Москва, 1986), Міжн. конф. "Робота користувачів за дисплеєм" (Стокгольм, 1986, Берлін, 1992, Мілан, 1994), Респ. конф. "Створення та використання тренажерів та систем навчання операторського персоналу атомних та теплових електростанцій, диспетчерів енергосистем" (Київ, 1988), Міжн. конф. "Методологічні та ергономічні проблеми систем людина-машина" (Вроцлав, 1988), VIII Респ. конф. "Біоніка-89" (1989), Всес. конф. "Діалог людина-ЕОМ" (Свердловськ, 1989), II Всес. симп. "Фізіологічне нормування праці" (Донецьк, 1989), I Всес. конф. "Професійно-трудова реабілітація працівників старшого віку" (Київ, 1989), IX Всес. конф. "Актуальні проблеми фізіології праці та профілактичної ергономіки" (Москва, 1990), Всес.

конф. "Індивідуальні психофізіологічні особливості людини та професійна діяльність" (Черкаси, 1991), Міжн. конф. "Медицина праці у країнах Східної Європи" (Берлін, 1992) та "Стрес у 90-х" (Вашінгтон, 1992), Міжн. симп. "Актуальні питання фізіології розумової праці" (Київ, 1993), I Міжн. нараді "Інформатика у біології, медицині та екології" (Київ, 1993), XII та XIV з'їздах Укр. фізіологічного товариства ім. І. П. Павлова (Харків, 1990, Київ, 1994), Міжн. конф. "Суспільство, стрес та здоров'я у країнах з перехідною економікою" (Москва, 1995), семінарах у Інституті кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України (Київ, 1986-1996).

**ПУБЛІКАЦІЇ.** За результатами роботи опубліковано 75 наукових робіт, одержано 2 авторських свідоцтва на винаходи.

**СТРУКТУРА ТА ОБСЯГ ДИСЕРТАЦІЇ.** Дисертація складається з вступу, восьми глав, закінчення, висновків, списку літератури з 483 найменувань та двох додатків, викладена на 297 сторінках машинописного тексту, ілюстрована 36 малюнками, 15 таблицями.

## ЗМІСТ РОБОТИ

**В ГЛАВІ 1** проведений аналіз сучасних робіт вітчизняних та закордонних авторів з питань формування розумової працездатності операторів. На цій основі зроблено висновок про ступінь дослідження теми та намічені напрямки необхідних досліджень для досягнення мети дисертації.

**ГЛАВА 2.** Аналіз факторів, які діють на працюючу людину, дозволив сформулювати концепцію формування працездатності, згідно з якої у системі "людина-виробництво" вони мають визначену організацію, характерними рисами якої є:

1. Ієрархічна співвідлеглість не тільки матеріальної основи виробництва (підприємство; структурна одиниця підприємства, елементом якої є система "людина-машина"; працівник), але й ієрархічна співвідлеглість системоутворюючих факторів, які мають вплив на працездатність людини.

2. Існування комплексу специфічних (професійно важливі психофізіологічні якості працівників з характерними для них віковими зміненнями; умови праці; система організації праці на виробництві, заснована на особливостях продукції, що випускається) та неспецифічних (темпоральність; синхронізація підсистем системи "люди-

на-виробництво") системоутворюючих факторів, що впливають на формування працездатності.

3. Організація взаємодії амбівалентних компонентів системоутворюючих факторів на основі компромісу.

Базисною для проведення досліджень є теорія функціональних систем П.К.Анохіна.

Розроблюваною концепцією постулюється, що виявлені механізми формування працездатності ляжуть в основу створення комп'ютерної діагностичної системи, яка буде ключовою ланкою для наукового обгрунтування комплексу заходів, спрямованих на раціональне використання трудових ресурсів підприємства.

В ГЛАВІ 3 даються відомості про об'єкт та обсяги досліджень. Дослідження проводились на контингенті операторів ТЕС (машиністів котлів та турбін) та користувачів ВДТ: програмістів, операторів введення даних) на таких підприємствах: Алма-Атинській ТЕЦ-1, Бурштинській ДРЕС, Київській ТЕЦ-6, Конаковській ДРЕС, Омській ТЕЦ-5, Разданській ДРЕС та на ОЦ Держплану УРСР (м. Київ), а також при проведенні експериментальних досліджень з залученням добровольців. Загальне число обстежених 835 чол. Змінні дослідження виконані на контингенті 249 чол.

Використовувались фізіологічні (серцевий ритм, надповільні потенціали головного мозку до навантаження та протягом 5 хв. після дозованого фізичного навантаження), психофізіологічні (з застосуванням табличних методів, а також хронорефлексометрів, приладу ПНН-3, силовимірвачів та різних типів ЕОМ: ТАР-34, Іскра-226, СМ-1420, ІВМ), які дозволяють оцінювати характеристики швидкості переробки інформації, короткочасної пам'яті, уваги, м'язової сили та витривалості та ін.; психологічні та соціологічні (з застосуванням анкет на паперових носіях та реалізованих на ЕОМ), тести, що включають методики "САН", Спілбергера та різноманітні опитувальники, дозволяють отримати суб'єктивні оцінки працездатності, напруженості праці та ін.; статистичні методи аналізу отриманих даних.

ГЛАВА 4 присвячена аналізу впливу специфічних системоутворюючих факторів на формування працездатності операторів. Встановлено, що результативність операторської праці на рівні підсистеми "людина-машина" визначається характеристиками професійних дій у штатних та аварійних ситуаціях, які ми назвали базовими якістьми забезпечення успіху роботи (БЯУР). Більшість операторів має значен-

ня БЯУР, що належать до зони їх компромісу, характерною особливістю якої є наявність балансу високих, але не максимальних величин БЯУР. Питання про фізіологічну вартість професійної діяльності у груп операторів з балансом високих рівнів та розузгодженням БЯУР вирішувалось на основі вивчення особливостей надповільної активності головного мозку. За допомогою кластерного аналізу були виділені омегаграми, що відображають несприятливі (кластер "А") та сприятливі (кластер "В") зсуви у функціональному стані операторів.

В табл. 1 наведені дані працездатності операторів. Аналіз отриманих матеріалів дозволяє зробити висновок, що для осіб з балансом БЯУР характерні високий рівень динамічності та функціональної рухливості нервових процесів, поліпшенням рівнів психофізіологічних функцій при їх тренуванні, а також переважаюча кількість омегаграм кластера "В" у денній зміні.

Таблиця 1

Психофізіологічні характеристики операторів, які мають різні сполучення оцінок продуктивності професійної діяльності в штатній і аварійній ситуаціях

Найменування показника	$\bar{X} \pm m$	
	баланс високих рівнів БЯУР	розбалансованість чи баланс низьких рівнів БЯУР
Функціональна рухливість нервових процесів, с.	0.20 ± 0.1	0.26 ± 0.02*
Проста зорово-моторна реакція після тренування, (мс)	249 ± 14	302 ± 19*
Складна зорово-моторна реакція, з перемиканням, після тренування (мс)	320 ± 19	405 ± 29*
Складна слухо-моторна реакція з перемиканням після тренування (мс)	306 ± 14	377 ± 29*
Відносна похибка відтворення часового інтервалу, після тренування (знак "+" - переважання тормозних реакцій)	+0,032 ± 0,14	+0,071 ± 0,012*
Доля омегаграм з тенденцією до зниження поточнцалу в денну зміну	0.27 ± 0.04	0.43 ± 0.07*

\* - достовірність різниці середніх на рівні  $p < 0.05$ .

Факторний аналіз показав, що для програмістів, які інтенсивно використовують ВДТ, професійно значущими є функції короткочасної пам'яті (КП) та швидкості переробки інформації (ШПІ). Зона компромісу, до якої попадають 67% програмістів, обмежена середнім об'ємом КП та досить низькими значеннями ШПІ. Наявність компромісу саме у відзначеній зоні, очевидно, можна пояснити творчим характером праці осіб цієї групи, яким необхідно досить швидко, але якісно реагувати на постійно виникаючі стандартні та нестандартні ситуації, що вимагають оперативного запам'ятовування та відтворення інформації. Імовірно, екстремальні (високі або низькі) можливості мнестичної функції з різних причин приводять до значного зменшення ШПІ.

У операторів введення даних (користувачів ВДТ) важливим фактором, що впливає на формування працездатності, є рівень рефракції. В досліджених групах з слабкою міопічною та гіперметропічною рефракцією спостерігалось значно більше астенопічних скарг, ніж у групи еметропів, що свідчить про напругу зорової системи у осіб навіть з невеликими відхиленнями рефракції. За допомогою спеціально розробленого способу безконтактної оцінки тонузу вертикальних та горизонтальних окорушійних м'язів було вивчено їх напруження у операторів з різною рефракцією. Як інтегральний показник зв'язності функції зорової системи був використаний коефіцієнт мультиколінеарності, що обчислюється за показниками тонузу горизонтальних та вертикальних окорушійних м'язів та резерва акомодатції.

Встановлено, що зв'язність параметрів м'язів очей у групи еметропів є найменшою. В групах слабких міопів та гіперметропів мультиколінеарність параметрів, що аналізуються а, отже, зв'язність рівнів тонузу різних м'язів очей до роботи достовірно вище. Якщо врахувати відомий факт, що збільшення зв'язності функцій організму свідчить про зріст напруги регуляції його систем, то можна констатувати наявність значного доробочого напруження зорової системи у слабких міопів та гіперметропів в порівнянні з групою еметропів. Таке явище, очевидно, лежить у основі формування астенопічних скарг користувачів навіть з невеликими порушеннями рефракції та свідчить про наявність об'єктивних перешкод до збереження у них високої працездатності.

Уточнюючи концепцію компромісного оптимуму при формуванні працездатності необхідно помітити, що цей оптимум для користувачів ВДТ знаходиться у зоні рівнів тонуусу очних м'язів, характерних для еметропів.

Досліджені особливості формування працездатності у осіб різного віку, що мають межові відхилення у стані здоров'я, на основі аналізу психофізіологічних портретів двох виділених груп операторів: які мають артеріальний тиск (АТ), близький до норми (макс.: 100-130 мм рт.ст.; мін.: 60-80 мм рт.ст.) та підвищені його значення (макс.: 140-160 мм рт.ст.; мін.: 90-100 мм рт.ст.). В трьох вікових підгрупах операторів ТЕС (20-29, 30-39 та 40-49 років), реєструвались частота серцевих скорочень, комплекс психофізіологічних функцій, а також самопочуття, активність та настрої.

Встановлено, що у операторів (20-29 років) з підвищеним АТ достовірно більшим був латентний період простої зорово-моторної реакції. Інші компоненти розумової працездатності були близькими до групи з нормальним тиском. В віці 30-39 років не спостерігалось значних відхилень у рівнях досліджених функцій у обох групах операторів. Корінне змінення структури функцій спостерігалось у віці 40-49 років. Достовірні відхилення у сторону погіршення були зареєстровані по параметрах концентрації уваги та об'єма короткочасної пам'яті. Значно погіршувались самопочуття, активність та настрої працівників.

Викладене свідчить про істотну відмінність механізмів забезпечення працездатності у операторів з підвищеним АТ у різних вікових підгрупах. Особи молодшого віку, у яких професійно важливі якості є ще недостатньо тренованими, компенсують погіршення свого стану високими функціональними резервами. Вирівнювання рівнів працездатності у осіб різних підгруп у віці 30-39 років, певно, можна пояснити тим, що стажовані працівники можуть підтримувати свою працездатність за рахунок придбаного у професії досвіду та постійного тренування професійно важливих якостей. Саме у цієї підгрупи спостерігається компромісний баланс між закономірним віковим погіршенням психофізіологічних якостей людини та їх поліпшенням, викликаним професійним тренуванням. В старшій віковій групі цей баланс вже не може підтримуватись і кількість "хибних" компонентів працездатності збільшується.

Деталізація умов формування працездатності показала, що важливими її компонентами є якість та кількість виконаної роботи, рівень яких можна точно оцінити в умовах експерименту. Комплексне урахування рівнів цих компонентів здійснювалось за допомогою спеціально розробленого показника ефективності роботи (ПЕР), аналіз структури розподілу якого у координатах: якість швидкість роботи, дозволив виявити наявність зони компромісного оптимуму, що характеризується найбільшими значеннями ПЕР. Цей оптимум виразно проявляється у ділянці середніх швидкостей та високої якості рішення задач при виконанні тесту у режимі "автотемп".

Уточнення механізмів формування компромісного оптимуму на рівні підсистем організму людини проводилось у експерименті на основі дослідження реакцій випробуваних, що виявляються при різних навантажуваних швидкостях пред'явлення інформації, які моделюють зростаючу напруженість роботи. За допомогою коваріаційного аналізу показано, що перевищення деякого діапазону значень швидкості подачі інформації (110-130 сигн./хв.) приводить до корінної перебудови стратегії виконання завдань - при зростаючому темпі рухів (що забезпечують роботу) різко зменшується надійність діяльності. Певно, у вказаному діапазоні частот подання задач формується компроміс різних поведінкових реакцій організму, коли легко здійснюється перебудова стратегій.

При дуже малих навантаженнях (30-40 сигн./хв.) основну роль у формуванні зв'язності функцій організму та якості діяльності грає ефект необхідності підтримання очікуваного рівня його активації. Таке навантаження приводить до мобілізації функціональних та поведінкових резервів при виконанні завдань (множинний коефіцієнт кореляції -  $R$  коливається від 0,58 до 0,63). При середніх навантаженнях робоче напруження є оптимальним і не вимагає для свого підтримання зміцнення міжсистемних зв'язків. Тому значущих  $R$  не виявляється. В діапазоні частот подання завдань 110-130 сигн./хв.  $R$  зростає (від 0,42 до 0,53), а у випадку дуже високих темпів пред'явлення завдань (140-160 сигн./хв.), коли більшість обстежених робили значну кількість помилок, зв'язок стає ще тіснішим ( $R$  від 0,53 до 0,68).

Таким чином, дані коваріаційного та множинного кореляційного аналізу показали наявність компромісного оптимуму при формуванні очікуваного рівня працездатності людини, що виконує операторську

роботу. Цей оптимум знаходиться у зоні середніх частот пред'явлення інформації (50-130 сигн./хв.) та характеризується низьким рівнем зв'язку психофізіологічних функцій з якістю роботи та вигідним, гнучким режимом перебудови поведінкових реакцій.

**ГЛАВА 5.** Рішення питання раціоналізації режимів праці шляхом впровадження нових графіків змін, які задовольняють вимогам виробництва та соціально-побутовим потребам операторів, має велике практичне та теоретичне значення. Важливою стороною рішення вказаного питання є визначення несприятливих періодів, протягом яких у операторів може спостерігатись напруження механізмів адаптації, що проявляється як підвищення робочого напруження при збереженні високої працездатності (необхідної для підтримання успішного функціонування промислового обладнання).

Аналіз динаміки робочого напруження у змінах з різною тривалістю проводили з використанням комплексу фізіологічних та психофізіологічних показників, що характеризують діяльність найважливіших систем організму: ЦНС, ССС та нервово-м'язового апарату. Для детальної оцінки функціонального стану кожного оператора показники, що аналізуються, піддавали спеціальним перетворюванням, що дозволяють оцінити рівні варіювання досліджуваних функцій (нормування здійснювалось відносно середньогрупових значень відповідних показників) у кожної особи, та визначити їх дисперсію (D).

Вважалось, що колектив операторів з великою D буде мати визначені переваги при адаптації до роботи у різних режимах функціонування обладнання, а отже, виробнича діяльність цих операторів буде супроводжуватись меншим рівнем робочого напруження. Тому показник D розглядали як характеристику робочого напруження операторів. Для підтвердження цієї гіпотези визначались D на основі замірів, зроблених у денній та нічній змінах на Омській ТЕЦ-5 та Київській ТЕЦ-6, що працювали згідно з графіками з 8- та 12-годинною тривалістю.

Встановлено, що у змінах з 8-годинною тривалістю D істотно не змінювалось. Після 6 місяців роботи персоналу Омської ТЕЦ-5 за графіком з 12-годинною тривалістю зміни (коли період адаптації ще не завершився) спостерігалось достовірне зменшення D як у денній, так і у нічній змінах. Зріст робочого напруження був підтверджений також результатами соціально-психологічного опитування та на-

явністю несприятливих зсувів окремих фізіологічних показників (наприклад, показника тиску регуляції ССС). Після закінчення одного року роботи за 12-годинному графіком на Київській ТЕЦ-6 зареєстровані достовірне збільшення D у денну зміну та тенденція такої ж спрямованості - у нічну. Окрім того, порівнюючи D операторів Омської ТЕЦ-5 (через 6 місяців після переходу на новий графік) та Київської ТЕЦ-6 (через 12 місяців роботи у нових умовах) можна відзначити достовірно менше робоче напруження у працівників Київської ТЭЦ-6 у денну та у нічну зміни.

Таким чином, збільшення тривалості змін є ефективним засобом управління працездатністю та робочим напруженням операторів ТЕС, що знижує фізіологічну вартість роботи та, в деякій мірі, задовольняє існуючі соціально-побутові потреби працюючих. Проте величина робочого напруження у процесі адаптації операторів до подовження змін має фазний характер, що необхідно враховувати у процесі впровадження нових графіків.

**ГЛАВА 6.** Поруч зі специфічними факторами, що приймають участь у формуванні працездатності операторів, існують неспецифічні фактори, внесок яких у даний процес є досить вираженим. Дія неспецифічних факторів, на нашу думку, відображає найбільш універсальні процеси, які відбуваються у організмі людини при формуванні її працездатності.

Існуючі у організмі волнові процеси несуть важливе навантаження, відбиваючи дію неспецифічних системоутворюючих факторів. В якості комплексного показника змінення частотної організації функцій ЦНС нами використана середньозважена частота їх спектру ( $f_{cp}$ ). Порівняння значень  $f_{cp}$  у різні періоди зміни може дати інформацію про зміну внеска високочастотних та низькочастотних складових коливальних процесів у ситуаціях, коли працездатність міняється (день-ніч; різні періоди зміни). Для аналізу волнової структури часу рішення завдань використовували дані, отримані у операторів ТЕС за допомогою приладу ПНН-3 (режим роботи - із зворотним зв'язком).

Встановлено, що динаміка  $f_{cp}$  має однакоvu структуру у денних та нічних 12-годинних змінах. На першій годині роботи, у період впрацьовування,  $f_{cp}$  низька. В середині зміни, у період високої, сталої працездатності  $f_{cp}$  збільшується ( $p < 0,05$ ) у денній та має тенденцію до збільшення - у нічній зміні. Далі відзначається зниження

$f_{cp}$  до кінця змін ( $p < 0,05$ ), що, певно, може бути пояснено поступовою централізацією формування працездатності, яка виникає внаслідок зменшення резервів організму в процесі розвитку втоми.

Одним з об'єктивних показників активації організму оператора може бути частотна структура надповільних потенціалів головного мозку. У операторів спостерігається схожа структура динаміки  $f_{cp}$  омегаграм протягом змін. Особливістю цієї динаміки є збільшення  $f_{cp}$  до кінця зміни ( $p < 0,05$ ; порівнювались  $f_{cp}$  наприкінці та середині змін). Такий феномен, очевидно, свідчить про децентралізацію механізмів активації організму по мірі нагромадження втоми.

Фактор "централізації-децентралізації" управління процесами формування працездатності, на нашу думку, підпорядковується дії принципу найменшої взаємодії [Цетлін М.Л., 1969], згідно з яким функціонування системи породжується поведінкою підсистем, створюючих її таким чином, що сталий стан системи пов'язаний з мінімізацією взаємодії між її складовими та сумарної взаємодії системи з середовищем. При зміні параметрів зовнішнього та внутрішнього середовища, коли більш низькі рівні перестають справлятися з управлінням, підключаються більш високі, що являються регуляторами активності нижчих.

Оскільки нижчі рівні повинні безпосередньо відповідати на всілякі коливання умов зовнішнього та внутрішнього середовища, динаміка їх функціонування має найбільшу частоту. Централізація управління, викликана під'єднанням вищих контурів регуляції, вносить у роботу системи корекції, що супроводжуються зміщенням коливальних складових функцій організму у низькочастотну область.

У операторів зниження функціональних можливостей організму при розвитку втоми може привести до розмивання вогнищ активації у головному мозку - появи більшої їх кількості на фоні деякого збільшення загального тонуна нейронів. Тому поруч з централізацією управління окремими важливими функціями організму може спостерігатись децентралізація управління загальною активацією. Причому у процесі роботи кожен раз встановлюється компромісна рівновага між розглянутими протилежно діючими механізмами.

Координація функціонування підсистем організму помітно впливає на формування працездатності операторів, відображає визначений рівень викликаного роботою нервово-емоційного напруження.

Для ілюстрації цього положення були використані дані, отримані на Омській ТЕЦ-5, оперативний персонал якої працював по 8-годинному змінному графіку, а потім перейшов на роботу по змінах, тривалістю 12 годин. Об'єктивну оцінку напруження ЦНС та ССС організму оператора здійснювали на основі використання коефіцієнта мультиколінеарності (М), що відображає ступінь зв'язності функцій обстежених підсистем.

Через півроку після переходу до змін з 12-годинною тривалістю, коли період адаптації до них ще не завершився, спостерігалось достовірне збільшення суб'єктивно оцінюваного робочого напруження та активності у окремі періоди змін.

При порівнянні зв'язності функцій окремих підсистем організму у різні періоди 8-годинної зміни можна відзначити, що збільшення рівня М однієї підсистеми супроводжується зменшенням М другої. Іншими словами, спостерігається ефект взаємодоповнення напруження різних функцій організму, що відповідають за забезпечення працездатності оператора. З можливих парних порівнянь суміжних за часом оцінок зв'язності обох підсистем, що аналізуються у 8-годинних змінах описаний ефект проявлявся у 75% випадків. В 12-годинних змінах подібні перерозподіли активності підсистем спостерігались тільки у 17% випадків. Тобто при неоднаковому рівні робочого напруження діють суттєво різні механізми взаємодії підсистем організму.

Можна припустити, що помірне робоче напруження організму приводить до компромісного балансу активності його підсистем, що описується у межах ефекту взаємодоповнення напруження функцій. Усунення цього ефекту у осіб, ще не адаптованих до роботи з подовженими змінами, очевидно, свідчить про розвиток менш ефективного механізму взаємодії підсистем організму.

Найбільш розвинена зараз теорія функціональних систем П.К. Анохіна передбачає наявність у організмі спеціального апарату - акцептора результатів дії. Основна функція цього апарату - порівняння результатів діяльності системи з "моделлю" потрібного майбутнього для подальшої мобілізації функціональних ресурсів організму та здійснення успішної адаптації до мінливих умов внутрішнього та зовнішнього середовища.

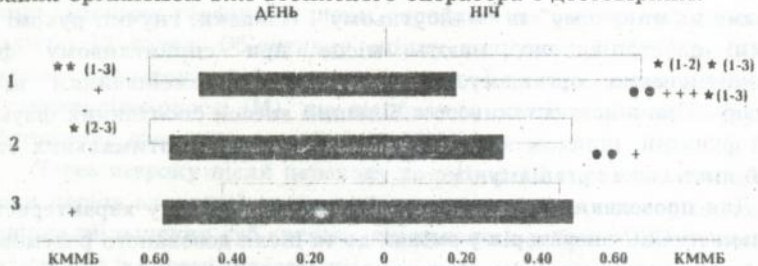
Наша гіпотеза полягала в тому, що менш сприятливі для організму режими адаптації до роботи у визначені періоди зміни сполу-

чені з виконанням більш жорстких програм його функціонування, дії яких сприяє виражений зв'язок динаміки функцій різних систем організму у "минулому" та "майбутньому". Навпаки, гнучкі, рухомі режими адаптації, що мають місце при сприятливому фоні функціонування організму, супроводжуються зменшенням цього зв'язку. Причиною останнього є більший внесок спонтанних флуктуацій функцій, шляхом яких здійснюється пошук оптимальних стратегій діяльності організму.

Для проведення ретроспективного аналізу зв'язку характеристик діяльності ССС операторів у змінах до та після дозованого розумового навантаження нами було збудовано сімейство функцій, особливість яких у тому, що кожна з них у більшій мірі відображає події або "минулого" ( $f(M)$ ) або "майбутнього" ( $f(MB)$ ). Суть самих найпростіших функцій цього сімейства така: оцінюється імовірність того, що тривалість кожного з двох послідовних подій у "минулому" ("майбутньому") буде "менше-менше" (або "більше-більше") тривалості події, що аналізується у "теперішньому". Для оцінки ступеню зв'язку  $f(M)$  та  $f(MB)$  обчислювалися парні коефіцієнти кореляції (КММБ). Виходячи з запропонованої гіпотези, високі КММБ між досліджуваними функціями (що підтверджують велику східність форми кривих) свідчать про перевагу "жорстких" форм вегетативної регуляції серцевим ритмом та, навпаки.

Встановлено, що показник КММБ є чутливим: до періоду денних та нічних змін; зміненню функціонального стану операторів у денній зміні в порівнянні з нічною; до короткочасного інформаційного навантаження (мал. 1). На початку роботи, у період вирацьовування, "жорсткий" режим адаптації (високий рівень КММБ до навантаження) змінюється більш "гнучким" після навантаження. Це, певно, підтверджує наявність великих функціональних резервів організму на початку зміни. Середина денної зміни характеризується менш вираженими реакціями на навантаження, які мають ту ж спрямованість, що і на її початку. Але вночі зсув КММБ в аналогічний період зміни все-таки залишається достовірним, що можна пояснити наявністю ще значних функціональних резервів ССС у цей найбільш "спокійний" період доби. Наприкінці змін КММБ після навантаження зростає. Причому у денну зміну, коли оператор активно управляє зміненням режиму роботи обладнання (у цей час знижується споживання електроенергії за рахунок завершення роботи на багатьох про-

мислових підприємствах), зсув у зону більш "жорстких" програм керування організмом вже втомленого оператора є достовірним.



Мал. 1 Зміна (денна та нічна) динаміка середньогрупових коефіцієнтів зв'язку "минулого-майбутнього" (КММБ) серцевого ритму операторів до і після короточасного інформаційного навантаження.

1, 2, 3 - періоди зміни; □ - КММБ до навантаження; ■ - КММБ після навантаження.

Нааявність достовірної різниці середніх по t-критерію Ст'юдента:

"+", "++", "+++" - між КММБ до і після навантаження (відповідно  $p < 0,05$  и  $p < 0,001$ );

"•••" - між відповідними рівнями КММБ вдень і вночі ( $p < 0,01$ );

"•", "••" - між КММБ в зміні (в дужках вказані номери порівнюваних періодів зміни, відповідно  $p < 0,05$  и  $p < 0,01$ ).

Таким чином, збереження високого рівня працездатності операторів, працюючих у змінах, здійснюється за рахунок перебудови програми управління функціями організму, шляхом компромісу між ступенем її "жорсткості" та "гнучкості".

**ГЛАВА 7.** Структурно-функціональний аналіз системи "людина-виробництво" показує, що на більш високих ступенях управління цією системою також діє комплекс досліджених системоутворюючих факторів, що забезпечують певну ефективність праці (на рівні системи "людина-виробництво") та її продуктивність (на рівні підсистеми "людина-машина"), які, взаємодіючи, формують працездатність оператора (на рівні підсистем організму людини).

Аналіз сучасних технологій (на прикладі світового промислового лідера - фірми "Toyota") показав, що організація виробництва (особливо нові, емпірично виділені його засоби "дзідока", "шодзінка" та ін.) істотно впливають на ефективність та продуктивність праці, працездатність людини.

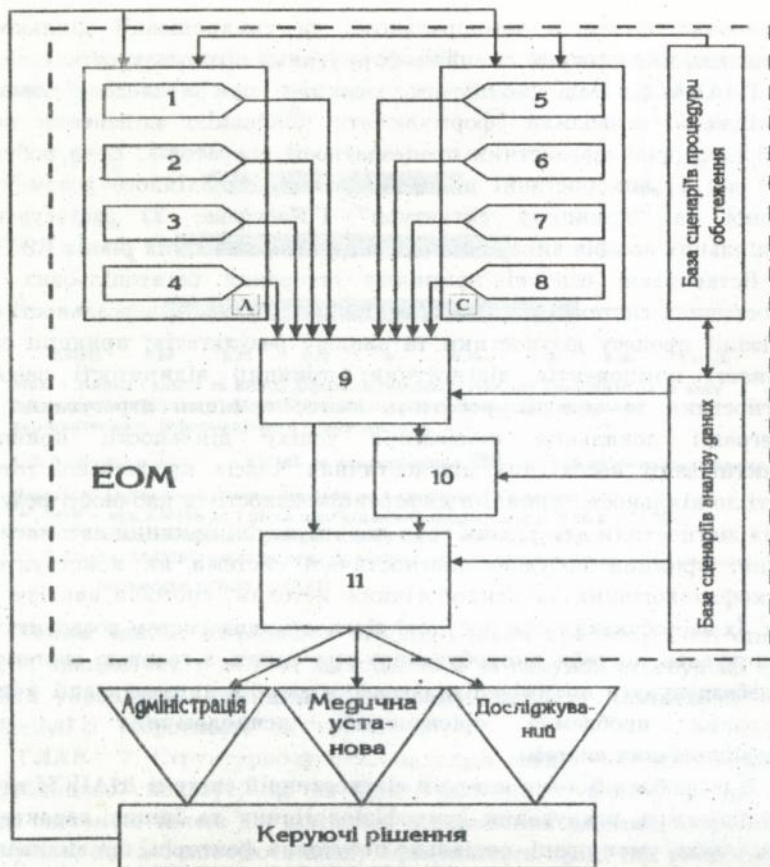
Виділені на основі цього аналізу конкретні способи підвищення результативності праці, направлені на удосконалення зворотного зв'язку (інформуючому про якість роботи), були нами піддані експериментальній перевірці. Встановлено, що активація впливу системоу-

творюючих факторів темпоральності та синхронізації діяльності підсистем, має істотний вплив на формування працездатності.

**ГЛАВА 8.** Нові результати, отримані при проведенні наших досліджень, дозволили сформулювати концепцію здійснення психофізіологічної діагностики працездатності операторів. Вона побудована на: 1) використанні положень закону необхідного розоміття Р.Ешбі та "принципу сигнатури" Г.Кастлера; 2) застосуванні спеціальних засобів виявлення осіб з балансом високих рівнів БЯУР.

Встановлені основні принципи створення багатоцільових діагностичних систем. До них відносяться: принцип універсальності організації процесу діагностики та аналізу результатів; принцип системності компонентів діагностики; принцип відкритості засобів діагностики та методів роботи з ними; принцип агрегування та інтеграції локальних показників успіху діяльності; принцип об'єктивізації необхідних діагностичних класів професійної готовності до діяльності; принцип диференційованості та наочності результатів діагностики для різних груп користувачів; принцип автоматизування; принцип побудови діагностичної системи як конструктора психофізіологічних та психологічних методик, способів аналізу даних. Їх застосування при побудові діагностичних систем дозволить: 1) враховувати потреби випробуваного при роботі з готовою системою; 2) забезпечувати оптимізацію розробки засобів автоматизації конструювання проблемно орієнтованих психологічних та психофізіологічних систем.

В розробленій комп'ютерній діагностичній системі ДІАПСИ може здійснюватись урахування психофізіологічних та інших характеристик особи, умов праці, соціально-побутових факторів, що впливають на формування її професійної працездатності (мал. 2). Адміністратором визначаються мета тестування, а фахівцями: фізіологом, біокібернетиком, психологом - намічається схема проведення досліджень, що включає вибір інформативних тестів та послідовності їх пред'явлення, спосіб інтеграції одержуваних показників та форму представлення результатів випробування, керівнику виробничого підрозділу та операторові.



Мал. 2. Структурна схема комп'ютерної діагностичної системи оцінки працездатності.

Л - характеристики людини; С - характеристики трудового середовища; 1 - стан здоров'я людини; 2 - психологічні; 3 - психофізіологічні; 4 - фізіологічні; 5 - фізичні; 6 - хімічні; 7 - біологічні; 8 - соціальні, 9 - статистичний аналіз даних, 10 - засоби створення моделі, 11 - засоби інтерпретації даних.

Таким чином, сконструйована багатоцільова система ДІАПСИ, створена на основі урахування особливостей формування працездат-

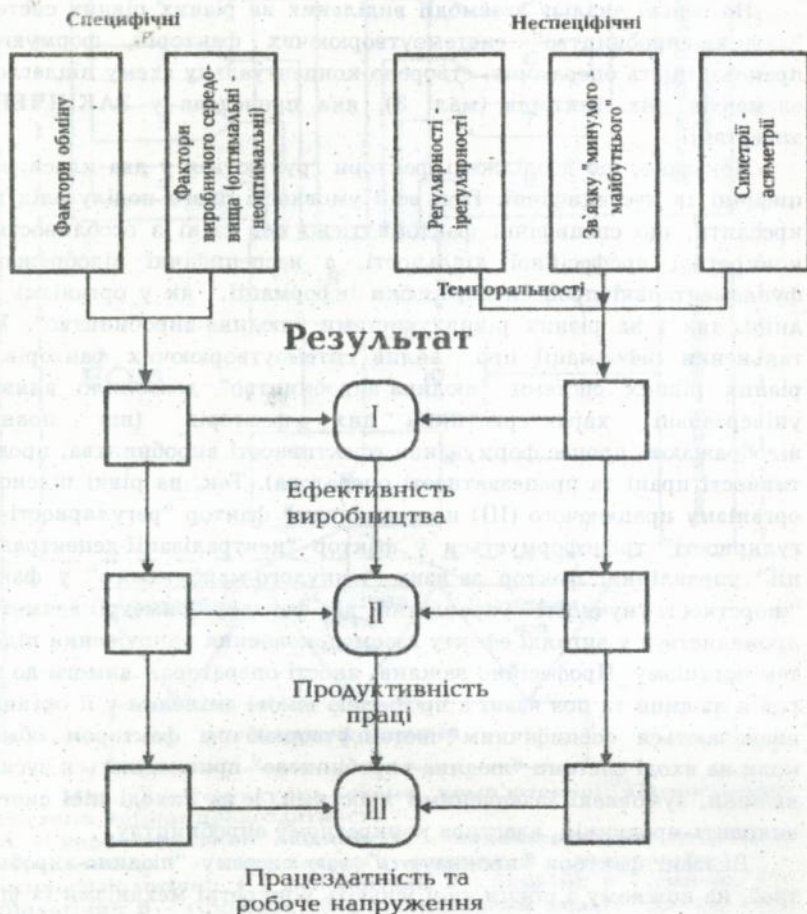
ності, може застосовуватись для аналізу та прогнозування працездатності операторів та осіб інших професій.

На основі аналізу взаємодії виділених на різних рівнях системи "людина-виробництво" системоутворюючих факторів, формуючих працездатність операторів, створено концептуальну схему підлеглості елементів цих факторів (мал. 3), яка приведена у **ЗАКІНЧЕННІ** дисертації.

Показано, що досліджені фактори групуються у два класи: специфічні та неспецифічні. При всій умовності цього поділу слід підкреслити, що специфічні фактори тісно пов'язані з особливостями конкретної професійної діяльності, а неспецифічні відображають фундаментальні процеси переробки інформації, як у організмі людини, так і на різних рівнях системи "людина-виробництво". Узагальнення інформації про вплив системоутворюючих факторів на різних рівнях системи "людина-виробництво" дозволило виявити універсальні характеристики цих факторів (що повніше відображають процес формування ефективності виробництва, продуктивності праці та працездатності оператора). Так, на рівні підсистем організму працюючого (III) неспецифічний фактор "регулярності-ірегулярності" трансформується у фактор "централізації-децентралізації" управління; фактор зв'язку "минулого-майбутнього" у фактор "жорсткості-гнучкості" управління; дія фактору "симетрії-асиметрії" проявляється у вигляді ефекту взаємодоповнення напруження підсистем організму. Професійно важливі якості оператора, вимоги до здоров'я людини та пов'язані з професією вікові змінення у її організмі визначаються специфічним системоутворюючим фактором обміну, коли на вході системи "людина-виробництво" прикладаються зусилля людини, зумовлені зазначеними якостями, а на виході цієї системи виходить продукція, властива конкретному виробництву.

Вказані фактори "пронизують" всю систему "людина-виробництво", на кожному з рівнів якої існують конкретні механізми їх впливу на формування працездатності.

## Системоутворюючі фактори:



Мал. 3. Концептуальна схема взаємодії специфічних та неспецифічних системоутворюючих факторів, які беруть участь у формуванні працездатності, в ієрархічно організованій системі "людина - виробництво".

Рівні системи "людина-виробництво":

I - Людина - виробництво; II - Людина - машина;

III - Інформаційна та енергетична підсистеми організму людини.

## ВИСНОВКИ

1. Процес формування розумової працездатності забезпечується дією комплексу специфічних (професійно важливих якостей, зовнішнього середовища) та неспецифічних (темпоральності, синхронізації підсистем) системоутворюючих факторів, що проявляється на кожному з рівнів системи "людина-виробництво". Врівноваження впливу компонентів, що складають ці фактори, здійснюється на основі компромісу.

2. Комп'ютерна діагностична система, розроблена на основі сформульованих принципів раціонального конструювання (універсальності, системності, автоматизуємості, поділення інформації для різних груп користувачів та ін.) та з урахуванням різноманітності реакцій організму на можливі змінення виробничої ситуації, дозволяє визначати кількісні та якісні характеристики працездатності осіб операторських професій.

3. Фазність процесу адаптації при переході оперативного персоналу енергопідприємств на подовжені робочі зміни, є сполучена зі зміною рівня нервово-емоційного напруження та визначає варіабельність комплексу психофізіологічних та фізіологічних функцій організму, що забезпечують успішне виконання виробничих завдань. Після завершення адаптації до подовжених робочих змін рівень нервово-емоційного напруження операторів знижується в порівнянні з 8-годинним графіком.

4. Особливістю структури професійних якостей стихійно відібраних, успішно працюючих операторів ТЭС, є наявність рівноваги високих значень продуктивності їх діяльності у штатних та аварійних ситуаціях. Фізіологічний статус цих операторів характеризується високим рівнем функціональної рухливості, динамічності та стійкості нервових процесів, гарною здатністю до тренування психофізіологічних функцій, сприятливим фоновим рівнем та формою надповільної активності головного мозку.

5. Користувачі відеодисплейних терміналів - оператори з еметропічною рефракцією (в порівнянні з гіперметропами та міопами) мають мінімальну доробочу функціональну зв'язність тону очних м'язів та малий рівень астенопічних скарг. Для більшості користувачів ВДТ - програмістів, що успішно справляються з роботою, ха-

рактерно сполучення середніх рівнів об'єму короткочасної пам'яті та швидкісних показників нервових процесів.

6. Найвищий рівень працездатності формується у осіб, продуктивність діяльності яких визначається високою якістю та середньою швидкістю переробки інформації у режимі "автомат". При нав'язаному темпі переробки інформації найменше робоче напруження (при якісному виконанні завдань), що характеризується відсутністю значущого зв'язку між показником надійності діяльності та параметрами електроенцефалограми, частотою серцевих скорочень, частотою дихання, числом рухів (що забезпечують роботу), формується у діапазоні середніх інтенсивностей пред'явлення сигналів.

7. Максимум працездатності, що проявляється у середині денної та нічної змін та характеризується низьким рівнем напруги центральної нервової та серцевосудинної систем, а також високою середньозваженою частотою спектру продуктивності переробки інформації, формується на фоні децентралізації рівня регуляції функцій центральної нервової системи, високоінформативним індикатором якої є збільшення середньозваженої частоти спектру надповільних потенціалів головного мозока.

8. Формування високого рівня працездатності при слабо вираженому нервово-емоційному напруженні здійснюється згідно з принципом взаємодоповнюваності напруження функцій центральної нервової та серцево-судинної систем, який полягає у тому, що у різні періоди денних та нічних змін підвищення зв'язності функцій однієї підсистеми сполучається із зниженням зв'язності другої та, навпаки. При високому нервово-емоційному напруженні функціонування підсистем по цьому принципу частково або повністю порушується.

9. Одним з факторів, що формує високу працездатність, є рівень адаптованості організму до професійної діяльності, впливаючий протягом зміни на реакції серцево-судинної системи на короткочасне, інтенсивне розумове навантаження. При високому рівні адаптованості характерний помірний ("гнучкий") зв'язок спеціальних функцій імовірності серцевого ритму, розрахованих у межах ретроспективного аналізу для подій "минулого" та "майбутнього". При низькому рівні адаптованості цей зв'язок сильний ("жорсткий").

10. У операторів енергопідприємств, що мають відхилення від нормативних рівнів артеріального тиску (гіпертензії), високий рівень працездатності (що характеризується відсутністю значущого погір-

шення окремих її компонентів) формується у віці 30-39 років, коли найкраще проявляється баланс мінливих з часом та професійно на- тренованих психофізіологічних якостей.

Загальні положення дисертації відображені у друкованих робо- тах:

1.Бузунов В.А., Кальниш В.В. Комплексная оценка функцио- нального состояния человека при эргометрических исследованиях // Гигиена и санитария. -1982. - N 1. - С. 51-54.

2.Кундиев Ю.И., Навакатилян А.О., Кальниш В.В. и др. Распро- страненность ишемической болезни сердца и артериальной гипертен- зии у работников умственного труда // Врачебное дело. - 1982. - N 2. - С. 57-61.

3.Навакатилян А.О., Горбунов В.В., Кальниш В.В. и др. Меха- низмы и критерии напряженности труда и работоспособности опера- торов по результатам многомерного анализа // Всес. съезд физиол. об-ва им. И.П. Павлова: Тез. научн. сообщ. - Л.: Наука, 1983. - Т.2. - С. 392.

4.Бузунов В.А., Кальниш В.В., Хомик А.П. Связь эффективности труда операторов электростанций с их психофизиологическими ха- рактеристиками // Гигиена труда. - К.: Здоров'я, 1984. - N20. - С. 43-49.

5.Карпенко А.В., Буров А.Ю., Кальниш В.В. и др. Контроль те- кущей надежности работы операторов на основе психофизиологиче- ских критериев // Атомные электрические станции. - 1984. - N 7. - С. 156-163.

6.Навакатилян А.О., Кальниш В.В., Горбунов В.В. Факторный анализ формирования функциональной системы обеспечения опера- торской деятельности при нарастающих информационных нагрузках // Влияние условий труда на работоспособность и здоровье оператор- ов. К.: Здоров'я, 1984. - С. 37-43.

7.Навакатилян А.О., Кальниш В.В., Ластовченко В.В. Физио- логические корреляты работоспособности при умственном труде // ДАН Украинской ССР. - 1984. - Сер."Б". - N 1. - С.70-72.

8.Навакатилян А.О., Кальниш В.В., Ластовченко В.В. Работоспо- собность операторов ТЭЦ дневной и ночной смен при 12-часовой их продолжительности // Гигиена и санитария. -1984. - N 3. - С.88-89.

9. Бузунов В.А., Кальниш В.В., Хомик А.П., Нагорная А.М. Влияние социально-психологических, физиологических и медицинских показателей на работоспособность // Гигиена и санитария. - 1985. - № 5. - С. 49-52.

10. Навакатилян А.О., Мартиросова В.Г., Кальниш В.В. и др. Гигиенические и физиологические проблемы повышения общей и зрительной работоспособности пользователей видеотерминалов ЭВМ // Психологические проблемы создания и использования ЭВМ: Тез. докл. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. - С. 103-105.

11. Отто Э., Навакатилян А.О., Кальниш В.В., Горбунов В.В. Физиологические индикаторы активации ЦНС при умственной деятельности, полученные на основе многомерных статистических методов // Физиологический журнал АН УССР. - 1985. - Т. 31. - № 4. - С. 433-440.

12. Бузунов В.А., Кальниш В.В., Белый В.Н. и др. Диагностика текущего состояния оперативного персонала энергопредприятий // Энергетика и электрификация. - 1986. - № 3. - С. 31-33.

13. Кальниш В.В., Капшук А.П. Системные аспекты умственной работоспособности // Гигиена труда. - К.: Здоров'я, 1986. - № 22. С. 15-22.

14. Навакатилян А.О., Кальниш В.В., Григорьянц Т.Н. Оценка развития утомления и перехода к хроническому утомлению при умственном труде // Тез. докл. II Всес. конф. "Физиология экстремальных состояний и индивидуальная защита человека". 2-3 декабря 1986 г. - М., 1986. - С. 42.

15. Navakatikyan A.O., Kalnish V.V., Martirosova V.H. et al. VDT users' efficiency. Methods of investigation and assessment criteria // Int. Scientific Conf. "Work with display units", Stockholm, 12-15 May 1986. - Proceedings part 1. - P.10-13.

16. Кальниш В.В. Системные подходы к анализу умственной работоспособности // Физиология и гигиена умственного труда. - К.: Здоров'я, 1987. - С. 79-104.

17. Кальниш В.В., Сытник Н.И. Психофизиологические критерии профессионального отбора оперативного персонала энергопредприятий // Энергетика и электрификация. - 1987. - № 4. - С. 48-50.

18. Навакатилян А.О., Кальниш В.В. Рабочее напряжение и напряженность труда // Физиология и гигиена умственного труда. - К.: Здоров'я, 1987. - С. 36-59.

19. Навакатилян А.О., Кальниш В.В., Крыжановская В.В. Утомление // Физиология и гигиена умственного труда. - К.: Здоров'я, 1987. - С. 59-79.

20. Кальниш В.В. Диагностика психологических характеристик персонала в условиях УТП // Создание и использование тренажеров и систем обучения операторского персонала атомных и тепловых электростанций, диспетчеров энергосистем. - Докл. респ. науч.-техн. конф. 6-8 сент. 1988 г. - К. - 1988. - С. 89-91.

21. Кальниш В.В., Кудинова Т.В., Дружинина Е.С. Психофизиологические аспекты тренажа оперативного персонала энергопредприятий // Энергетика и электрификация. - 1988. - N 2. - С. 28-31.

22. Навакатилян А.О., Кальниш В.В., Мартиросова В.Г. Механизмы формирования нервно-эмоционального напряжения и работоспособность при работах в системе человек-машина // "Metrologiczne i ergonomiczne problemy ukladow czlowiek-maszyna". Wroclaw, 12-14 wrzesnia 1988. - Wroclaw. - 1988. - S. 97-101.

23. Диесперова Е.Э., Козак Л.М., Кальниш В.В. Характер изменений показателей кратковременной памяти у операторов в разных режимах работы // VIII Респ. конф. "Бионика-89". Кременчуг, 14-16 ноября 1989 г.: Тез. докл. - К., 1989. - С. 28.

24. Кальниш В.В., Григорьянц Т.Н. Работоспособность, надежность и утомление при умственном труде // Вопросы диагностики при профессиональном отборе на предприятиях угольной промышленности. - М, 1989. - Вып. 6. - С. 60 - 63.

25. Кальниш В.В., Романенко Е.В. Диалоговая система психодиагностики профессионально важных качеств операторов // Тез. докл. Всес. конф. "Диалог Человек-ЭВМ", 4-9 сентября 1989 г. - Свердловск, 1989. - Ч.3. - С. 113-116.

26. Кальниш В.В., Сытник Н.И. К вопросу о физиологическом нормировании труда лиц операторских профессий, работающих по сменам // Тез. докл. II Всес. симп. "Физиологическое нормирование труда". Донецк, 14-16 сентября 1989 г. - Донецк, 1989. - С.229-231.

27. Макаренко Н.В., Кальниш В.В. Интегральный показатель переработки зрительной информации // Физиология человека. - 1989. - Т.15. - N 4. - С. 97-102.

28. Кальниш В.В., Романенко Е.В., Самойлов В.Д. Архитектура системы и разработка программных средств автоматизации диагностики психологических и психофизиологических качеств оперативно-

диспетчерского персонала.- К. - Препр. ИПМЭ АН УССР 89-14.- 1989.- 54 с.

29.Навакатилян А.О., Кальниш В.В., Григорьянц Т.Н. Гигиенические проблема организации рабочих мест с использованием видеотерминалов ЭВМ // Гигиена и санитария. - 1989. - N 9. - С. 60-63.

30.А.с. N 1607777 СССР. Заяв. 04.07.88. N 4454516, опубл. в Б.И., 1990, N 43. МКИ А 61 В 5/16. Макаренко Н.В., Кальниш В.В., Сытник Н.И. - Способ профотбора операторов.

31.Дружинин А.М., Кальниш В.В. Система психофизиологического тестирования готовности к управлению оперативного персонала // Моделирование в тренажерных системах. - К.: Наук. думка, 1990. - С. 26-32.

32.Кальниш В.В., Романенко Е.В., Самойлов В.Д. Принципы разработки автоматизированной диагностической системы оценки готовности персонала энергопредприятий к профессиональной деятельности // Электронное моделирование. - 1990. - Т. 12. - N 4. - С. 74-80.

33.Кальниш В.В., Сытник Н.И. Применение нетрадиционных сменных режимов в энергетике // Энергетика и электрификация. - 1990. - N 3. - С. 54-56.

34.Кальниш В.В., Сытник Н.И. Возрастной аспект оценки профессиональной пригодности лиц операторских профессий // Профессионально-трудовая реабилитация работников старшего возраста: Материалы I Всес. конф., Киев, 17-19 октября 1989 г. - К: 1990. - С. 54-55.

35.Кальниш В.В., Сытник Н.И. Контроль работоспособности операторов энергопредприятий в условиях нетрадиционных графиков сменности // Актуальные проблемы физиологии труда и профилактической эргономики: Тез. докл. IX Всес. конф. - М: 1990. - Т. 2. - С. 78-79.

36.Кальниш В.В., Ситник Н.И., Федоренко С.В. Вплив подовження робочої динаміки на працездатність // Розвиток фізіології в Українській РСР за 1986-1990 р.: Збірн. матер. XIII з'їзду Українського фізіологічного товариства ім. І.П.Павлова, Харків, 17-21 вересня 1990 р. - К.:Наук. думка, 1990. - Т. 1. - С. 133-134.

37.Навакатилян А.О., Кальниш В.В. Автоматизация диагностики состояния профессионально важных функций человека-оператора с помощью ЭВМ // Гигиена труда. - 1990. - N 5. - С. 24-27.

38. Кальниш В.В. Роль неспецифических компонентов результата в формировании системы человек-производство // Индивидуальные психофизиологические особенности человека и профессиональная деятельность: Тез. докл. 13-15 ноября 1991 г., Черкассы. - Киев-Черкассы, 1991. - С. 108-110.

39. Кальниш В.В., Нечитайло Л.С. Тенденция развития и применения медицинских автоматизированных систем в промышленности // Гигиена труда. - К.: Здоров'я, 1991. - N 27. - С. 123-129.

40. Кальниш В.В., Сытник Н.И., Яковина С.А. Сравнительный анализ работоспособности оперативного персонала электростанции в условиях 8- и 12-часовой продолжительности рабочих смен // Гигиена и санитария. - 1991. - N 7. - С. 34-38.

41. Кальниш В.В., Сытник Н.И., Яковина С.А., Федоренко С.В. Особенности адаптивных системных реакций операторов, работающих посменно (по результатам омегаметрии) // Физиологический ж. (Киев). - 1991. - Т. 37. - N 2. - С. 103-107.

42. Навакатилян А.О., Кальниш В.В. Гигиена и охрана труда при работе с дисплеями. - К., 1991. - 20 с.

43. А.с. N 1762893 СССР. Заяв. 16.01.87. N 4182507, опубл. в Б.И., 1992, N 35. МКИ А 61 В 3/00. Пеньков М.А., Кочина М.Л., Кальниш В.В., Яворский А.В. - Способ определения функционального состояния глазодвигательных мышц.

44. Козак Л.М., Кальниш В.В., Диеперова Е.Э. Исследование индивидуально-типологических качеств нервной системы операторов в разных режимах работы // Кибернетика и вычислительная техника. - К, 1992. - Вып. 94. - С. 79-83.

45. Navakatikyan A.O., Kalnysh V.V., Martirosova V.G. et al. Mutually Complimentary Effect of the Tension of Physiological Functions and Its Possible Use for Work Efficiency Promotion Among VDT Users // "Work With Display Units", Berlin 1-4 September 1992. - Berlin. - 1992. - I-1.

46. Nawakatikjan A.O., Kalnysh W.W., Sytnik N.I., Stscherbak E.A. Bluthochdruck und koronare Herzkrankheit als berufsbedingte Erkrankung // Arbeitsmedizin in osteuropaelschen Staaten. 2 Int. Symp. 7-9 Oktober 1992, Berlin. - Berlin. - 1992. - S.35.

47. Navakatikyan A.O., Kalnysh V.V., Sytnik N.I. Comparison of 8h and 12h shift stress exposure in energetics // Proc. of Int. Conf.

"Stress in the 90's", Washington, 20-22 November, 1992. - Washington. - 1992. - P. 174.

48. Navakatikyan A.O., Netchitailo L.S., Kalnish V.V. The assesment of health damage under the effect of stress occupational factors complex with the help of an automatized information system // Proc. of Int. Conf. "Stress in the 90's", Washington, 20-22 November, 1992. - Washington. - 1992. - P. 175.

49. Кальниш В.В. Изменение уровня связности функций различных систем организма при сменной работе оперативного персонала энергопредприятия // Актуальные вопросы физиологии умственного труда. Докл. симпоз. - К., 1993. - С.24-26.

50. Кальниш В.В., Стрюков С.Н. Пути формирования информационной системы для оценки профессионально важных качеств операторов // Информатика в биологии, медицине и экологии: Тез. докл. I Международного совещания. - К., 1993. - С.48-49.

51. Кундиев Ю.И., Навакатикян А.О., Кальниш В.В. Современные проблемы комбинированного действия на организм производственных и социально-бытовых факторов // Врачебное дело. - 1993. - N 5-6. - С. 35-41.

52. Яворский А.В., Кальниш В.В., Кочина М.Л. Влияние работы за ВДТ на функционирование глазодвигательных мышц пользователей ПЭВМ // Актуальные вопросы физиологии умственного труда: Тез. докл. симп. - К., 1993. - С. 60-61.

53. Навакатикян О.О., Кальниш В.В. Фактори та механізми формування працездатності і здоров'я при різних видах операторської праці // XIV з'їзд Українського фізіологічного товариства ім. І.П.Павлова: Тези доповідей. - К., 1994. - С. 285.

54. Kundiev Y.I., Navakatikian A.O., Kalnysh V.V., Nechitailo L.S. Automatized monitoring of occupational factors affecting the human body // Proc. of the third Int. Workshop on Computing in Occupational and Environmental Health, 7 and 8 Nov. 1991, Paris, 1994. - P. 162.

55. Navakatikyan A.O., Kalnish V.V., Fanych V.V. Influence of working time parameters on accident's on freight traffic drivers. // XII Intern. congress of Agricilt. Medic., Stockholm, Sweden, July 10-13, 1994. In: Annals of Agricultural and Environmental medicine. V. 1, No 2. - 1994. - P. 142.

56. Navakatikyan A.O., Kalnysh V.V., Yavorsky A.V. Tonus asymmetry of oculomotor muscles as an important component of work

strain in VDT users // Fourth International Scientific Conference WWDU'94, Milan, Italy, October 2-5, 1994. - In: Book of short papers. - Milan. - 1994. - V. 2. - D47-D48.

57. Кальниш В.В. Изменение напряжения подсистем организма у лиц, работающих посменно // Медицина труда и промышленная экология. - 1994. - N 11. - С. 36-39.

58. Сытник Н.И., Кальниш В.В. Особенности сверхмедленных биоэлектрических реакций у лиц, занятых сменной работой // Медицина труда и промышленная экология. - 1994. - N 11. - С. 39-42.

59. Навакатикян А.О., Сытник Н.И., Кальниш В.В. Оптимизация сменного труда: графики сменности // Медицина труда и промышленная экология. - 1995. - N 1. - С. 22-27.

60. Navakatikyan A.O., Kalnysh V.V., Krasnyuk E.P., Kudinova T.V., Scherbak E.A. Development of work-related diseases caused by neuro-emotional stress and its combination with other occupational factors // An Int. Conf. "Society, Stress and Health in countries undergoing rapid transition". - 27 June-2 July, 1995. Moscow. P. 47.

61. Навакатикян А.О., Кальниш В.В., Стрюков С.Н. Оценка и прогнозирование работоспособности лиц, использующих видеодисплейные терминалы // Экспериментальна та клінічна фізіологія. Збірник наукових праць до 100-річчя кафедри фізіології. 10-14 жовтня 1995 р. - Львів, 1995. - С. 233-235.

Кальниш В.В. Психофизиологические системные механизмы формирования работоспособности операторов. Диссертация (рукопись) на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 14.03.26 - биологическая и медицинская кибернетика и информатика, Институт медицины труда АМН Украины, Киев, 1996 г.

Защищаются результаты исследований и их концептуальное обобщение, изложенные в 77 опубликованных работах. Выявлены закономерности сменной динамики психофизиологических функций операторов энергопредприятий и пользователей компьютеров. Выделен комплекс специфических и неспецифических системообразующих факторов, формирующих работоспособность на различных ступенях системы "человек-производство". Установлено, что уравнивание компонентов этих факторов осуществляется на основе компромисса.

Сформулированные теоретические обобщения были использованы для разработки принципов рационализации режимов труда и отдыха, конструирования автоматизированной диагностической системы. Создано программное обеспечение этой системы для оценки работоспособности по комплексу психофизиологических и психологических характеристик человека.

Kalnish V.V. Psychophysiological systemic mechanisms of work ability development in operators. Dissertation (manuscript) for searching a scientific degree of Doctor of Biological Sciences in the speciality 14.03.26. - biological and medical cybernetics and informatics, Institute for Occupational Health of the Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kiev, 1996.

The results of studies and their conceptual generalization which are published in 77 works are under consideration.

There were revealed regularities of shift changes of psychophysiological functions of operators engaged in energetic enterprises as well as computer users.

The combination of specific and nonspecific system - forming factors was distinguished affecting work ability at different stages of the system "man-production".

It was established that balancing of these factors is proceeded on the base of the compromise.

The formulated theoretical generalization was used for development of principles of rationalization of work and rest schedules, for designing automatic diagnostic system.

The software to this system was developed for assessment of work ability according, to the combination of man's psychophysiological and psychological characteristics.

Ключові слова: працездатність, нервово-емоційне напруження, психофізіологічні системні механізми, системоутворюючі фактори, комп'ютерна діагностична система.

430721

Ав 35.489  
АВ 35.489

Підп. до друку 22.08.95. Формат 60×84<sup>1/16</sup>.  
Папір друк. № 4. Спосіб друку офсетний. Умовн. друк. арк. 209.  
Умовн. фарбо-відб. 220. Обл.-вид. арк. 20.  
Тираж 100. Зам. № 6-3085.

---

Фірма «ВІПОЛ»  
252151, Київ, вул. Волинська, 60.