

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО  
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

**БРУСЕНЦОВ**  
**Олег Віталійович**

**УДК 81.95:65.015.14:656.2**

**КОНТРОЛЬ РІВНЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ОПЕРАТОРІВ ЯК  
ЕРГОНОМІЧНИЙ ЗАСІБ ЗНИЖЕННЯ ВИРОБНИЧИХ РИЗИКІВ**

05.01.04 – ергономіка

**Автореферат**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Харків – 2016

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Українському державному університеті залізничного транспорту Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник:**

доктор технічних наук, професор  
**Пузир Володимир Григорович**,  
Український державний університет  
залізничного транспорту,  
професор кафедри експлуатації  
та ремонту рухомого складу.

**Офіційні опоненти:**

доктор технічних наук, професор  
**Буров Олександр Юрійович**,  
Інститут інформаційних технологій  
і засобів навчання,  
провідний науковий співробітник;

кандидат технічних наук,  
доктор технічних наук РФ, професор  
**Лавров Євген Анатолійович**,  
Сумський державний університет,  
професор кафедри комп'ютерних наук.

Захист відбудеться «17» червня 2016 р. о 12.30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.089.03 при Харківському національному університеті міського господарства імені О. М. Бекетова за адресою: 61002, м. Харків, узв. Куликівський, 12.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова за адресою: 61002, м. Харків, узв. Куликівський, 12.

Автореферат розісланий «16» травня 2016 р.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради

Д. П. Понкратов

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Ергономічні тенденції функціонування транспорту є однією з найважливіших складових діяльності виробничого комплексу країни, при цьому велике значення має забезпечення надійності його функціонування. На теперішній час в ергатичній системі залізничного транспорту «людина – техніка – середовище» надійність більше ніж на 80 % визначається «людським чинником». Тому, не применшуючи значущість інших складових, слід підвищити насамперед надійність діяльності людини, і це може бути досягнуто шляхом вдосконалення ергономічного забезпечення залізничного транспорту. Наразі ефективним засобом підвищення рівня надійності є впровадження ризик-управління, важливою складовою якого є моніторинг та аналіз ризиків, пов'язаних з «людським чинником». Це поняття включає в себе рівень професійної надійності працівників, перш за все залізничних операторів – працівників локомотивних бригад і оперативного диспетчерського персоналу, які складають найчисленнішу групу осіб, що безпосередньо впливають на ефективність і безпеку функціонування галузі. Однією з найважливіших складових рівня професійної надійності людини-оператора є рівень працездатності, оскільки саме з причини його зниження відбувається до 90 % помилок людини-оператора. У свою чергу рівень працездатності складається з двох складових з різним часовим періодом – оперативної (функціональний стан) і довготривалої (трендова частина), що містить рівень здоров'я і біологічний вік. На сьогодні рівень працездатності контролюється тільки у двох професійних груп (працівники локомотивних бригад і водії автотранспорту), і лише за однією складовою, а саме за функціональним станом. При цьому відомо, що саме трендова складова рівня працездатності визначає діапазон коливань функціонального стану і її врахування дозволяє не лише визначати, а й прогнозувати рівень працездатності людини-оператора і таким чином знизити рівень виробничих ризиків. Окрім того, зазначений контроль також сприяє підвищенню якості життя, що виражається в збереженні професійного здоров'я і продовженні професійного довголіття працівників. У зв'язку з наведеним, проблеми контролю трендової частини рівня працездатності залізничних операторів як ергономічний засіб зниження виробничих ризиків є актуальними.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконувалася відповідно до наказу №27 від 01.04.2011 р. «Про затвердження Положення про систему управління безпекою руху поїздів у Державній адміністрації залізничного транспорту України», Державної цільової науково-технічної та соціальної програми «Наука в університетах» на 2008 – 2017 рр. (номер державної реєстрації 0224072488), Державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010 – 2019 рр., (Номер державної реєстрації 0281092146), а також науково-дослідної роботи кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу Українського державного університету залізничного транспорту «Проведення досліджень з визначення експлуатаційної надійності локомотивних бригад депо Одеса-Застава-2» (Номер державної реєстрації 0104U006298) і «Розробка систем професійного

відбору операторів транспортних засобів» (Номер державної реєстрації 0107U012901).

**Мета і задачі дослідження.** *Метою дослідження є розробка ергономічних засобів зниження виробничих ризиків шляхом контролю рівня працездатності залізничних операторів.*

Реалізація цієї мети потребує постановки та вирішення таких *задач*:

– визначити вплив рівня професійної надійності залізничних операторів на рівень безпеки транспортного процесу;

– визначити і формалізувати залежність рівня професійної надійності залізничних операторів від показників, які входять до трендової частини рівня працездатності;

– провести експериментальне дослідження стану трендової частини рівня працездатності залізничних операторів у діючого контингенту;

– визначити залежність адаптаційного потенціалу залізничних операторів від особистісних особливостей як основу підходу на базі індивідуальної норми;

– удосконалити метод визначення адаптаційного потенціалу з метою передробочого контролю залізничних операторів з урахуванням реального стану його складових у діючого контингенту операторів;

– розробити метод визначення трендової частини рівня працездатності залізничних операторів.

*Об'єкт дослідження* – процес функціонування ергатичної системи «залізничні оператори – техніка – середовище».

*Предмет дослідження* – ергономічне забезпечення контролю рівня працездатності залізничних операторів з урахуванням особистісних властивостей і гендерного статусу.

**Методи дослідження.** Для вирішення поставлених задач були застосовані такі методи: статистичні, включаючи факторно-компонентний, кластерний і дисперсійний аналіз – для аналізу даних і перевірки достовірності висунутих гіпотез; методи теорії імовірності та математичної статистики – для первинної обробки експериментальних даних і перевірки статистичних гіпотез щодо їх достовірності; метод побудови дерева ризиків – для оцінки ризику транспортної події; експериментальні психофізіологічні методи – для оцінки рівня адаптаційного потенціалу та біологічного віку; експертний метод – для оцінки рівня професійної надійності залізничних операторів; методи оцінки узгодженості шкал методик та експертних оцінок, регресійний аналіз – для оцінки зв'язку рівня професійної надійності з показниками трендової частини рівня працездатності; кореляційний аналіз – для оцінки кореляції адаптаційного потенціалу з чинниками тесту Кеттелла; кластерний аналіз і метод головних компонент – для удосконалення методу оцінки трендової частини рівня працездатності.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в наступному:

*Вперше:*

– отримано аналітичну залежність рівня професійної надійності залізничних операторів від адаптаційного потенціалу та біологічного віку, які є складниками трендової частини рівня працездатності. Її використання дає змогу

не тільки констатувати стан оператора, а й врахування його зміни;

– визначено аналітичну залежність адаптаційного потенціалу людини-оператора від особистісних особливостей, при цьому виявлено виражені гендерні відмінності, що дає змогу проводити контроль працездатності з урахуванням індивідуальної норми залізничних операторів та їх гендерного статусу.

*Удосконалено:*

– метод визначення адаптаційного потенціалу шляхом заміни метричного віку на біологічний, враховуючи істотне зниження рівня працездатності залежно від біологічного віку і виявлене значне перевищення його над метричним у чинного контингенту. Урахування цих особливостей, на відміну від існуючих, дає змогу проводити більш адекватний контроль рівня працездатності, що позначається на зниженні виробничих ризиків;

– метод кількісного оцінювання трендової складової рівня працездатності залізничних операторів шляхом застосування кластерного аналізу та методу головних компонент на основі реального масиву даних, одержаних при обстеженні діючих операторів, що на відміну від існуючого, дає змогу проводити інтегральну оцінку рівня працездатності залізничних операторів на підставі врахування їх біологічного віку та адаптаційного потенціалу.

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі результатів дослідження доведено, що для підтримання ефективності та безпеки транспортного процесу в ергатичній системі «залізничні оператори – техніка – середовище» необхідно проводити контроль трендової частини рівня працездатності залізничних операторів. Застосування такого контролю дозволить підвищити безпеку транспортного процесу за рахунок зниження ризиків, пов'язаних з залізничними операторами, оскільки дозволяє прогнозувати рівень їх працездатності і таким чином своєчасно виключати з контуру управління оператора з недостатнім рівнем працездатності.

Виявлені залежності дозволяють підвищити ефективність професійного відбору, а також проводити контроль працездатності залізничних операторів на основі індивідуальної норми і з урахуванням гендерного статусу.

Результати роботи впроваджено в службах локомотивного господарства Південної та Одеської залізниць для підвищення рівня професійної надійності працівників локомотивних бригад. Крім того, наукові положення, висновки і рекомендації, подані в дисертації, впроваджено в навчальний процес при викладанні навчальних дисциплін «Основи ергономіки» і «Безпека життєдіяльності» на кафедрі «Охорона праці та навколишнього середовища» Українського державного університету залізничного транспорту.

**Особистий внесок здобувача.** Усі результати, що виносяться на захист належать автору. У публікаціях, які опубліковані зі співавторами, особистий внесок здобувача полягає у наступному: встановлення біологічного віку як показника надійності залізничних операторів [7]; аналіз останніх досліджень з питань структури функціональної надійності залізничних операторів [3, 5, 6]; збір та обробка експериментальних даних щодо надійності діяльності залізничних операторів [1, 4, 9, 11, 17]; визначення прототипу пропонованого пристрою [14];

проведення тестування контингенту працівників локомотивних бригад та здійснення інтерпретації його результатів [8, 12, 15, 19, 20, 23]; обґрунтування методики проведення експериментальних досліджень [16, 21, 22]; розробка системи та обґрунтування показників контролю функціональної надійності залізничних операторів [18, 24, 25 - 27]; проведення аналізу ергономічних засобів зниження виробничих ризиків залізничних операторів [13].

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертації проходили апробацію на міжнародних конференціях: «Безпека життєдіяльності», Харків, 2007; «Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту: управління, економіка і технології», Київ 2008; «Безпека людини в сучасних умовах», Харків, 2008–2011; «Психологічне забезпечення професійної діяльності працівників залізничного транспорту України», «Людський чинник у транспортних системах», Київ, 2010; «Якість технологій – якість життя», Харків, 2011; «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті» (MINTT – 2012), Херсон, 2012; «Валеологія: сучасний стан, напрямки та перспективи розвитку», Харків, 2015.

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 27 (дві з них без співавторів) наукових праць, у тому числі: 2 – у виданнях України, які входять у міжнародні науково-метричні бази даних; 10 – у виданнях, які входять у перелік, затверджений Департаментом атестації кадрів МОН України. Опубліковано 15 робіт, що додатково відображають наукові результати дисертації, з них: 12 тез доповідей на наукових конференціях; 1 стаття, опублікована у спеціалізованому виданні; патент на корисну модель; навчальний посібник.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і 3 додатків. Повний обсяг дисертаційної роботи становить 172 сторінки, з яких обсяг основного тексту 148 сторінок. Робота ілюстрована 38 рисунками, наведено 20 таблиць, список використаних джерел з 147 найменувань на 15 сторінках і 3 додатки на 9 сторінках.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У вступі** обґрунтовано актуальність обраної теми, сформульовано мету, об'єкт, задачі та зазначено методи дослідження, відображено наукову новизну, практичне значення одержаних результатів і особистий внесок автора у працях, які опубліковані із співавторами, наведено інформацію про апробацію і публікацію результатів.

**У першому розділі** зроблено стислий аналіз сучасного стану ефективності і безпеки в ергатичній системі «залізничні оператори – техніка – середовище» (ЗОТС) і впливу на показники її функціонування «людського чинника».

Виконано аналіз праць, присвячених підвищенню ефективності і безпеки транспортного процесу на залізничному транспорті як складній ергатичній системі.

## Надійність перевізного процесу в загальному вигляді

$$H_{\text{пп}} = f(H_{\text{оп}}, H_{\text{тл}}, \text{ЧЗС}), \quad (1)$$

де  $H_{\text{пп}}$  – надійність перевізного процесу;  $H_{\text{оп}}$  – надійність оператора;  $H_{\text{тл}}$  – надійність технічної ланки (об'єкта управління); ЧЗС – чинники зовнішнього середовища.

Аналіз статистики транспортних подій на залізницях України показує, що переважна більшість їх (більше 80 %) відбувається внаслідок «людського чинника». Поняття «людський чинник» у більшості випадків включає рівень професійної надійності (ПН) ЗО, а саме працівників локомотивних бригад та оперативного диспетчерського персоналу. Звідси випливає, що для підвищення надійності системи ЗОТС необхідно контролювати рівень ПН ЗО і перш за все найбільше лабільну його частину – рівень працездатності (РП). При цьому важливо враховувати, що РП складається з двох складових з різним часовим періодом (оперативної та довготривалої). Довготривала (базова та трендова складові) змінюється досить повільно. Трендова складова складається з біологічного віку (БВ) і рівня здоров'я (РЗ). Саме вона визначає динаміку РП і дозволяє прогнозувати її рівень (рис. 1).

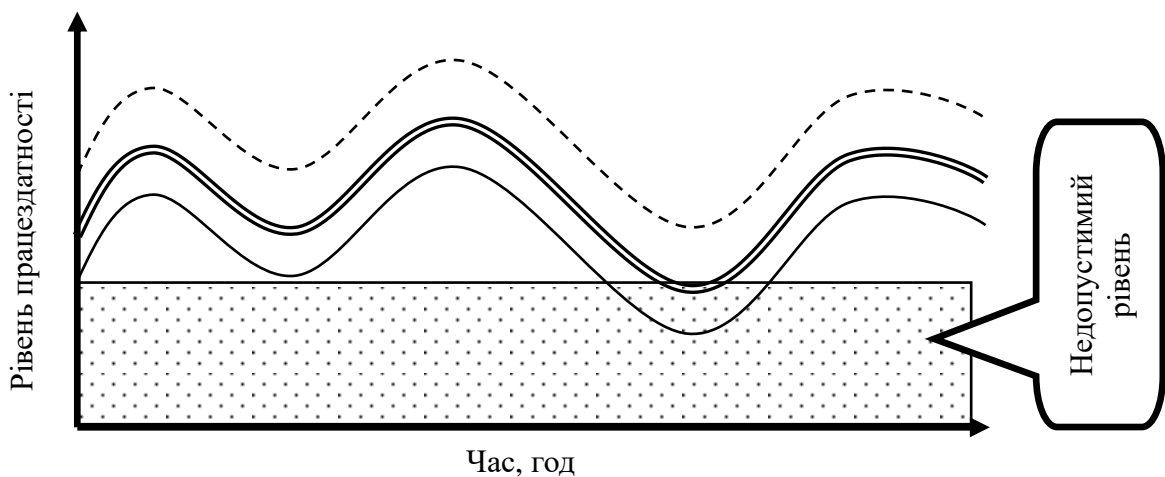


Рис. 1. Динаміка рівня працездатності залежно від рівня трендової складової рівня працездатності:

- – оператор 1 (високий рівень ТС); == – оператор 2 (середній рівень ТС);  
 — – оператор 3 (низький рівень ТС).

Контроль РП має включати як оперативну, так і трендову складову (ТС), без чого неможливо прогнозувати рівень ПН персоналу навіть на період робочої зміни. Адже в протилежному випадку може виникнути небезпечна ситуація зниження рівня працездатності до неприпустимого рівня під час роботи у працівників, які успішно пройшли передробочий контроль. Враховуючи суттєвий вплив на систему ЗОТС індивідуальних і гендерних відмінностей, розглянуто питання впливу на рівень працездатності особистісних особливостей людини-оператора. Проведено аналіз актуальності

контролю РП ЗО у теперішніх умовах. Сформульовано мету й завдання дисертації.

Питання контролю працездатності людини-оператора (ЛО) вивчали такі вчені, як Б. Ф. Ломов, В. Д. Небиліцин, В. І. Медведєв, В. М. Самсонкін, О. М. Рева, О. Ю. Буров. Серед іноземних дослідників вирішенням цієї проблеми займалися Г. Міллер, А. Суейн, А. Чапаніс, Г. Салвенді, Д. Мейстер та інші науковці. Безпосередньо професійну діяльність ЗО досліджували В. Г. Козубенко, В. Е. Костецький, Л. С. Нерсесян, О. С. Цфасман, В. Г. Пузир та інші. Зокрема актуальною проблемою є впровадження контролю РП ЗО як важливої складової ергономічного забезпечення ергатичної системи ЗОТС стосовно галузі залізничного транспорту. Однак, при вирішенні завдань контролю рівня працездатності, особистісні особливості операторів були враховані не повною мірою.

У другому розділі розглянуто питання інтегрування контролю РП ЗО в систему ризик-управління безпеки руху, враховуючи найважливішу роль «людського чинника» і насамперед ПН ЗО. Для цього побудовано дерево ризику транспортної події в системі ЗОТС (рис. 2).

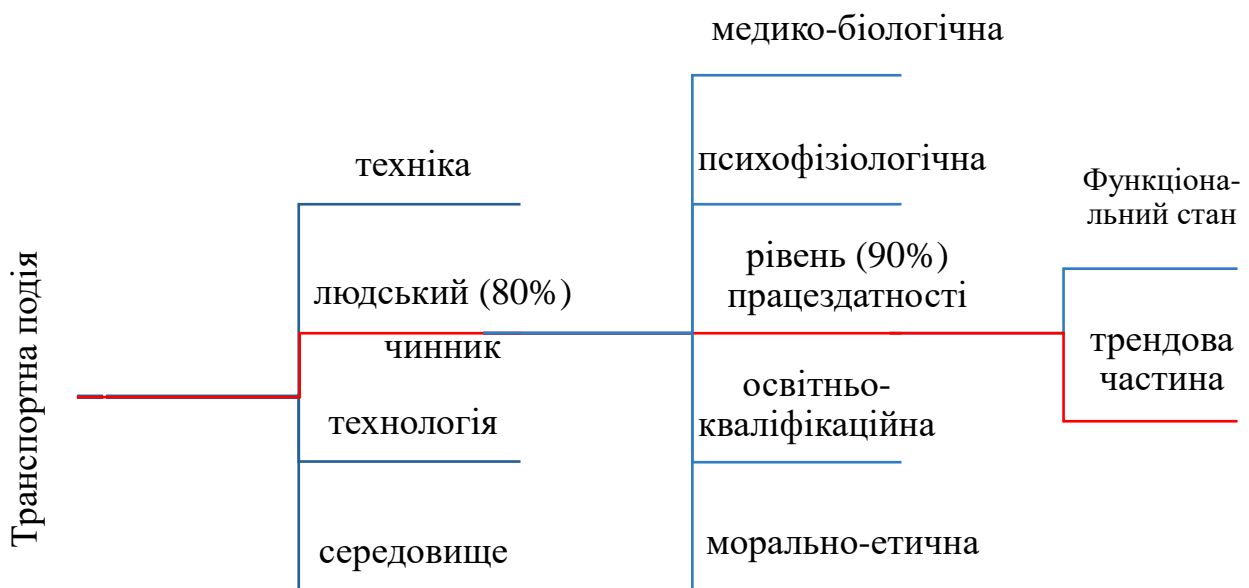


Рис. 2. Дерево ризиків транспортної події

Враховуючи те, що людина-оператор (ЛО) є, безперечно, основним джерелом виробничих ризиків у системі ЗОТС (є причиною транспортних подій у 80 % випадків), підвищення її ПН є одним з основних напрямків вирішення проблеми, що розглядається. Це є причиною того, що основна увага в даній роботі присвячена ЛО. Термін «людський чинник» розуміється як ПН ЗО. У її складі домінуючим чинником є РП, недостатній рівень якої є причиною до 90 % помилок ЛО.

У свою чергу РП включає функціональний стан (ФС) і трендову складову (ТС), яка складається з БВ і РЗ. При цьому саме ТС визначає ФС, але сьогодні не контролюється в жодній професійній групі ЗО. Таким чином, введення



такого контролю, безумовно, знизить рівень виробничих ризиків на залізничному транспорті шляхом недопуску до контуру управління працівників з низьким РП.

Розглянуто специфіку роботи ЗО і суттєві зміни у їхній професійній діяльності. Магістральним напрямком розвитку галузі є впровадження швидкісного руху, що якісно змінює вимоги до працівника. На підставі цього зроблено висновок про необхідність контролю рівня їх ПН.

Розглянуто ПН ЛО, яка включає ряд складових, зокрема відповідність психофізіологічних якостей вимогам професії, відсутність певних захворювань, визначений рівень професійної підготовки і РП.

Встановлено, що на сьогодні рівень ПН ЗО контролюється на системному рівні, але при цьому існує суттєвий недолік – відсутній контроль ТС РП, що при цьому виступає як визначальний чинник безпеки транспортного процесу. Тому запропоновано контроль рівня ПН ЗО доповнити контролем ТС РП. Оскільки до її складу входять БВ та РЗ. Для вирішення цього завдання обрано методи їх контролю, виходячи з особливостей професійної діяльності ЗО. Для контролю РЗ з більш ніж 127 методів було обрано метод визначення адаптаційного потенціалу (АП), а для контролю БВ – метод Київського інституту геронтології, а саме його експресний варіант, оскільки його застосування забезпечує прийнятний рівень результатів оцінки та не вимагає наявності спеціального обладнання та займає незначний проміжок часу.

Основні вимоги до обраних методів тестування можна подати як

$$M : \begin{cases} t \rightarrow \min, \\ O \rightarrow \max, \end{cases} \quad (2)$$

де  $M$  – обрана методика тестування;  $t$  – час, що потрібен для проведення аналізу;  $O$  – ступінь валідності методики.

**Третій розділ** включає результати експериментальних досліджень. Перше дослідження мало на меті об'єктивно оцінити вплив складових ТС РП на рівень ПН. Для цього була обстежена група ЗО, що складалась з 44 осіб чоловічої статі у віці 26–50 років. Обстеження проводилося за такими методиками: експертна оцінка професійної надійності, вимірювання АП і БВ. Ступінь погодженості експертних оцінок визначався за коефіцієнтом конкордації Кендалла.

У результаті методом регресійного аналізу виведено аналітичну залежність рівня професійної надійності ЗО від АП ( $X_{АП}$ ) та БВ ( $X_{БВ}$ ), для типового контингенту працівників локомотивних бригад та оперативного диспетчерського персоналу, що є складовими ТС РП. Рівняння регресії має такий вигляд:

$$Y_{ПН} = 0,0089X_{БВ} + 1,4692X_{АП}. \quad (3)$$

Графік регресійної залежності прогнозованої експертної оцінки надійності наведено на рис. 3.

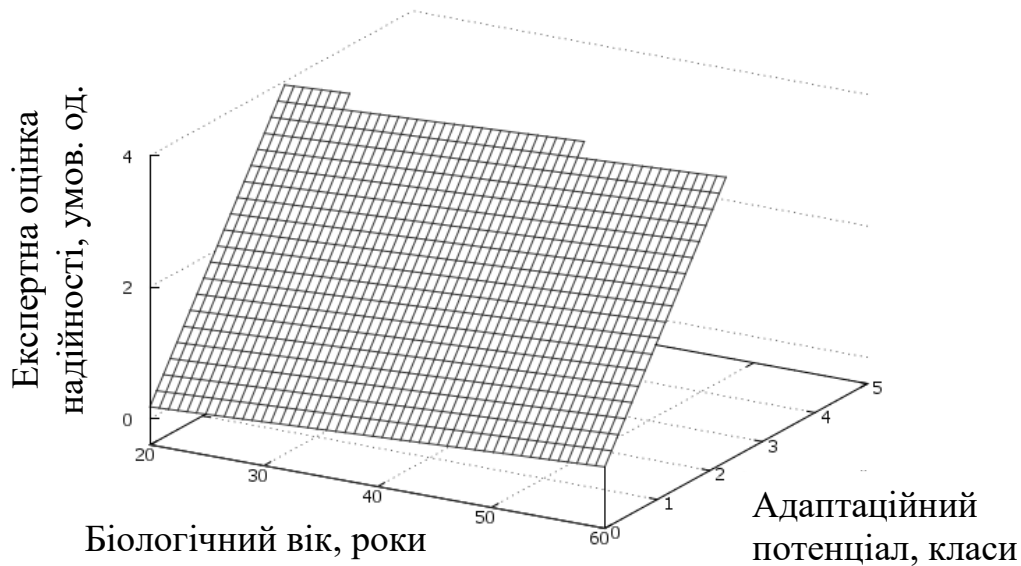


Рис. 3. Графік залежності рівня експертної оцінки професійної надійності ЗО від адаптаційного потенціалу (АП) і біологічного віку (БВ)

Таким чином, визначено ступінь впливу показників АП і БВ на рівень ПН ЗО. При цьому досить зрозумілим є вплив АП як показника рівня здоров'я, що містить чотири класи: 1 – «зрив адаптації»; 2 – «незадовільна адаптація»; 3 – «напруга механізмів адаптації»; 4 – «задовільна адаптація». Очевидно, що чим вище клас АП, тим більший «запас міцності» має працівник, і це дозволяє йому зберегти необхідний рівень ПН.

Особливо важливо це в ускладнених умовах, наприклад на фоні високого рівня емоційного стресу або залишкової втоми. Останнє буває особливо важливим, враховуючи специфіку праці працівників локомотивних бригад. Менший рівень впливу БВ пояснюється недостатньо широким діапазоном БВ у обстеженого контингенту. У результаті виявлено залежність рівня ПН ЗО від складових ТС РП, а саме від БВ та АП. На основі отриманого результату робимо висновок, що для контролю і прогнозування РП ЗО необхідно контролювати ТС, куди входять ці показники.

Друга серія досліджень була присвячена експериментальному визначенню стану складових РП у діючих ЗО для визначення актуальності проблеми контролю РП ЗО. Була обстежена група ЗО з 64 осіб (29 жінок і 35 чоловіків), у яких вимірювались такі характеристики: БВ, АП, пульс у спокої, показники варіативності серцевого ритму (ВСР). Результати вимірювань показують, що при функціонуванні ЗО в системі ЗОТС спостерігається досить незадовільні значення цих показників. Зокрема має місце істотне перевищення БВ над метричним віком (МВ) (рис. 4). Притому що середній МВ обстежуваних був близько 20 років, середнє значення БВ склало 32,7 року. Таким чином, середнє перевищення БВ над МВ виявилось 12 років. Це є несприятливим

результатом з точки зору забезпечення належного рівня безпеки за людським чинником, адже відомо, що зростання БВ пов'язано з погіршенням працездатності, оскільки кожна професійно значуща функція організму зменшується в середньому на 1 % на рік відносно рівня молоді людини.

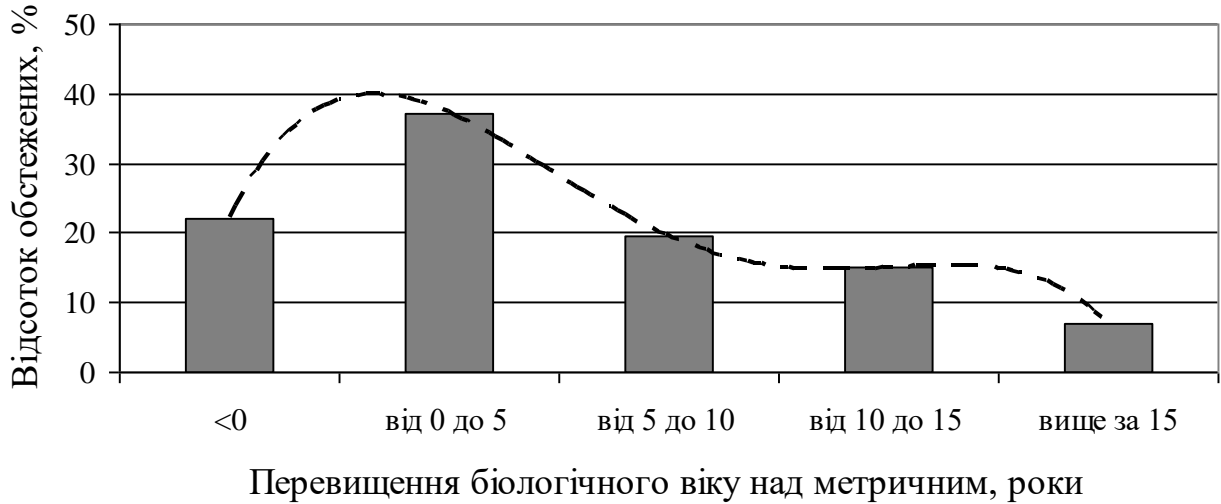


Рис. 4. Розподіл перевищення БВ над МВ

Більше 25 % обстежених мали підвищену частоту пульсу у спокої, що говорить про низький рівень здоров'я, а отже, і працездатності (рис. 5). З позицій медичної діагностики відомо, що підвищення пульсу у стані спокою завжди асоціюється з погіршенням здоров'я – від простої фізичної детренованості до найважчих захворювань. І чим воно більше, тим, за інших рівних умов, здоров'я гірше.

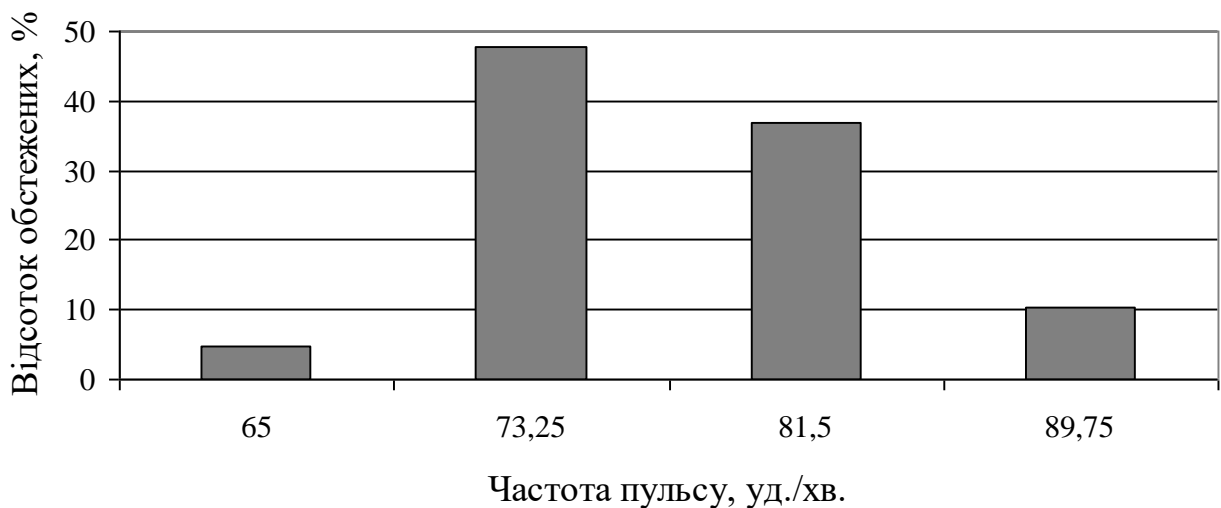


Рис. 5. Розподіл частоти пульсу в обстежених

Це підтверджується також показниками ВСР (рис. 6). Більше 5 % обстежених мають рівень PW (загальна потужність спектра ритму серця) у зоні підвищеного ризику захворювання, аж до раптової ішемічної смерті.

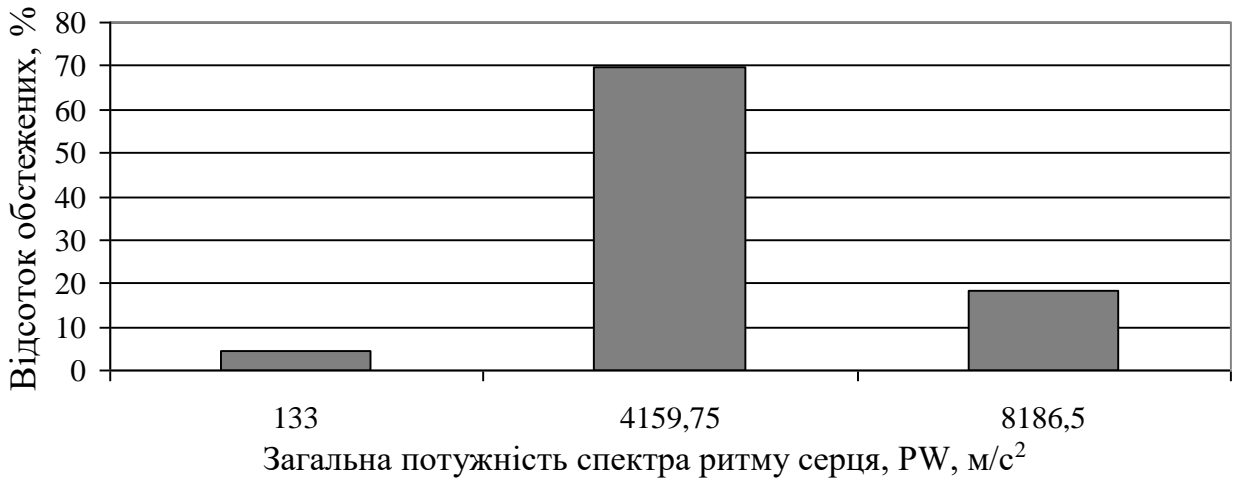


Рис. 6. Розподіл загальної потужності спектра ритму серця (PW)

Також виявлено, що АП (тобто реально – рівень здоров'я) в обстежуваного контингенту є низьким (рис. 7, 8). Про це свідчить те, що 44 % чоловіків і 30 % жінок мають АП на рівні «зрив адаптації» та «незадовільна адаптація», які пов'язані з небезпечно низьким рівнем здоров'я.

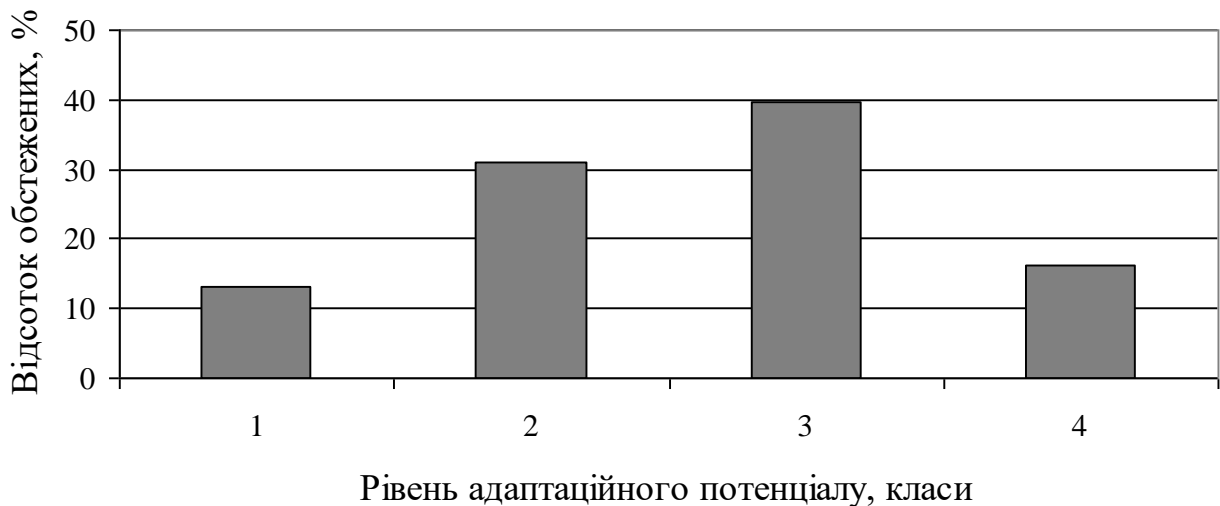


Рис. 7. Розподіл класів адаптаційного потенціалу в чоловіків:  
значення класів: 1 – «зрив адаптації»; 2 – «незадовільна адаптація»;  
3 – «напруга механізмів адаптації»; 4, – «задовільна адаптація»

Рівень «зрив адаптації» говорить, що людина знаходиться в стані між здоров'ям і хворобою, тобто вона має високу імовірність швидкого захворювання або вже хвора, але ще про це не знає.

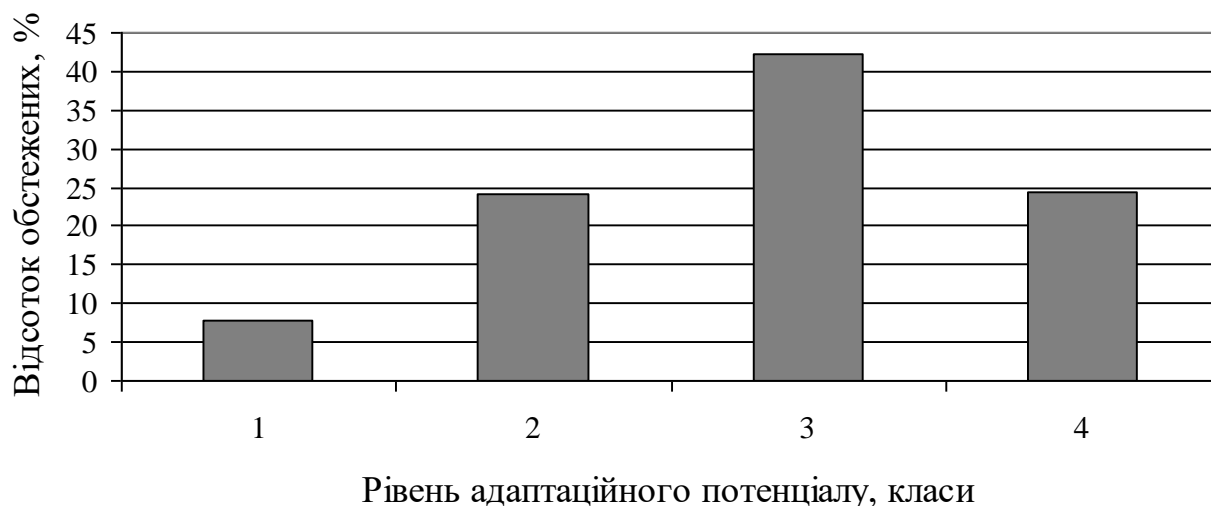


Рис. 8. Розподіл класів адаптаційного потенціалу в жінок:  
 значення класів: 1 – «зрив адаптації»; 2 – «незадовільна адаптація»;  
 3 – «напруга механізмів адаптації»; 4 – «задовільна адаптація»

У будь-якому випадку рівень її професійної надійності є незадовільним і її відсторонення від роботи, безпосередньо пов'язаної з безпекою руху, суттєво знизить ризик транспортної пригоди. Таким чином, виявлено низький рівень показників ТС РП у діючого контингенту ЗО, що говорить про недостатній «запас міцності» з працездатності, отже підтверджується актуальність її контролю.

Третя серія експериментальних досліджень була спрямована на виявлення зв'язків АП з особистісними особливостями людини. Це викликано тим, що з урахуванням суттєвих індивідуальних відмінностей між людьми контроль на індивідуальному рівні є значно ефективнішим. З розглянутих методів диференціації людей визначено, що наразі найбільш застосовуваним методом оцінки індивідуальних відмінностей є особистісні тести. З них найбільш придатним визначено 16-факторний тест Кеттелла (16-PF Raymond Bernard Cattell), оскільки цей тест більше за інші придатний для роботи з психічно здоровими людьми і досить широко застосовується в практиці залізничного транспорту.

В експерименті було обстежено 65 осіб у віці від 18 до 22 років (29 жінок і 36 чоловіків). За результатом дослідження виявлено зв'язки між особистісними особливостями людини, які визначаються чинниками тесту Кеттелла і рівнем АП.

Математичні вирази цих залежностей одержано методом множинної регресії і мають такий вигляд:

– для чоловіків:

$$\begin{aligned} AP = & 0,46 + 0,001A - 0,0007B + 0,002E - 0,002F - \\ & - 0,0007G - 0,0014H + 0,0013M + 0,001N + 0,002O - \\ & - 0,002Q_1 + 0,001Q_2 + 0,0007MD; \end{aligned} \quad (4)$$

– для жінок:

$$\begin{aligned} AP = & 0,48 - 0,0016B - 0,0039C + 0,001E - 0,002F + \\ & + 0,001G + 0,0016H + 0,001I + 0,002N - 0,0018O + \\ & + 0,009Q_1 + 0,0014Q_2 + 0,0014Q_4; \end{aligned} \quad (5)$$

де  $AP$  – клас адаптаційного потенціалу;  $A$  – «замкнутість – товариськість»;  $B$  – «інтелект»;  $C$  – «емоційна нестабільність – емоційна стабільність»;  $E$  – «підпорядкованість – доміантність»;  $F$  – «стриманість – експресивність»;  $G$  – «низька нормативність поведінки – висока нормативність поведінки»;  $H$  – «боязкість – сміливість»;  $I$  – «жорсткість – чутливість»;  $M$  – «практичність – мрійливість»;  $N$  – «прямолінійність – дипломатичність»;  $O$  – «спокій – тривожність»;  $Q_1$  – «консерватизм – радикалізм»;  $Q_2$  – «конформізм – нонконформізм»;  $Q_4$  – «розслабленість – напруженість»;  $MD$  – «адекватна самооцінка – неадекватна самооцінка».

З одержаних рівнянь видно, що рівень АП має значущі зв'язки з особистісними властивостями і при цьому є гендерні розходження. Високому класу АП для чоловіків сприяють такі психічні якості, як аналітичне мислення, критичність, прагнення бути добре поінформованим, наявність інтелектуальних інтересів. Зниження класу АП пов'язано з такими психічними якостями, як консерватизм, боязкість, невпевненість у собі і підвищений рівень тривожності (рис. 9).

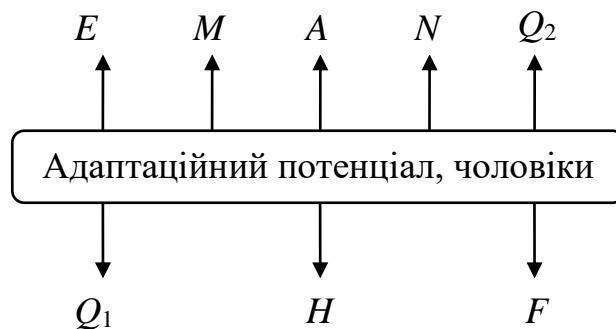


Рис. 9. Чинники тесту Кеттелла, що впливають (підвищують↑ чи знижують↓) на клас АП чоловіків

У жінок більш високому рівню здоров'я сприяють такі якості, як високий творчий потенціал, схильність швидше недооцінювати свої можливості, ніж їх переоцінювати, розвинений самоконтроль, незадоволеність собою внаслідок високої мотивації, життєрадісність, енергійність, динамічність.

На погіршення рівня АП у жінок впливають чинники, для яких характерні такі психологічні якості, як ригідність мислення, песимістичність, тривожність, особливо суттєво впливає чинник «С» – «емоційна нестійкість» (рис. 10).

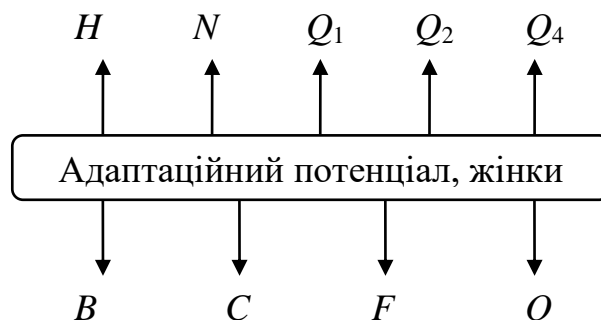


Рис. 10. Чинники тесту Кеттелла, що впливають (підвищують↑ чи знижують↓) на рівень АП жінок

Одержані результати дозволяють припустити, що в розглядуваній системі ЗОТС оператори, особистісні особливості яких пов'язані з чинниками  $Q_1$ ,  $H$ ,  $F$  у осіб чоловічої статі і чинниками  $B$ ,  $C$ ,  $F$ ,  $O$  в осіб жіночої статі є потенційно менш надійними, тому потребують більш ретельного контролю.

Таким чином, у результаті досліджень на основі експериментальних даних виявлено аналітичні залежності адаптаційного потенціалу ЛО від особистісних особливостей, причому присутні виражені гендерні відмінності.

Результати обстеження діючого контингенту ЗО показали, що значна частина працівників має суттєве перевищення БВ над МВ. Це може суттєво впливати на РП, оскільки відомо, що зі зростанням БВ погіршуються професійно важливі функції організму. Це призводить до того, що досить швидко прогресивно знижуються показники працездатності.

Оскільки АП містить показник БВ, стає зрозумілим, що в ситуації, яка склалась, є висока імовірність суттєвої похибки. Дійсно, якщо розкид величини БВ становить  $\pm 15$  років, похибка виміру АП може скласти  $\pm 30$  %.

Оскільки йдеться про питання безпеки транспортного процесу, це не можна вважати допустимим. Для уникнення такої похибки запропоновано удосконалити метод визначення АП шляхом включення БВ замість МВ.

**Четвертий розділ** присвячено побудові методу кількісного оцінювання ТС РП ЗО. Це пов'язано з тим, що наразі ефективним засобом забезпечення високої ефективності і надійності залізничного транспорту є широке залучення інформаційних технологій та обчислювальної техніки. Втіленням цього є впровадження ряду АСУ, які вирішують як локальні завдання різних служб, так і глобальні завдання галузі. Складовою такої АСУ як елемент ризик-управління, на наш погляд, повинна бути підсистема контролю рівня ПН працівників, у першу чергу ЗО. При цьому необхідно вирішити проблему об'єктивної оцінки, зокрема такої складової, як ТС РП. Складність полягає у тому, що доцільним є проведення інтегральної оцінки РП, враховуючи БВ та АП ЗО, які чинять сумісний протилежний вплив. При певному співвідношенні

цих показників спостерігається вихід РП ЗО за границі допустимого рівня. Оскільки стратегія розроблення багато в чому визначається конкретними даними, її доцільно проводити числовим методом, тобто на конкретному масиві даних. Для отримання такого масиву було проведено обстеження групи ЗО в кількості 76 осіб, що складалася з чоловіків віком 26–50 років, у яких визначили АП і БВ. Для вирішення завдання об'єктивної оцінки ТС РП ЗО з урахуванням специфіки даних, був обраний метод класифікації, а саме метод кластерного аналізу. Вибір кількості класів проведено за допомогою аналізу стрибків коефіцієнта злиття кластерів, після чого встановлено, що оптимальна кількість класів – чотири. Зразок розподілу параметричного простору показано на рис. 11. Безпосередньо кластеризація здійснена з використанням чотирьох методів, після чого за відстанями між класами було визначено найкращий.

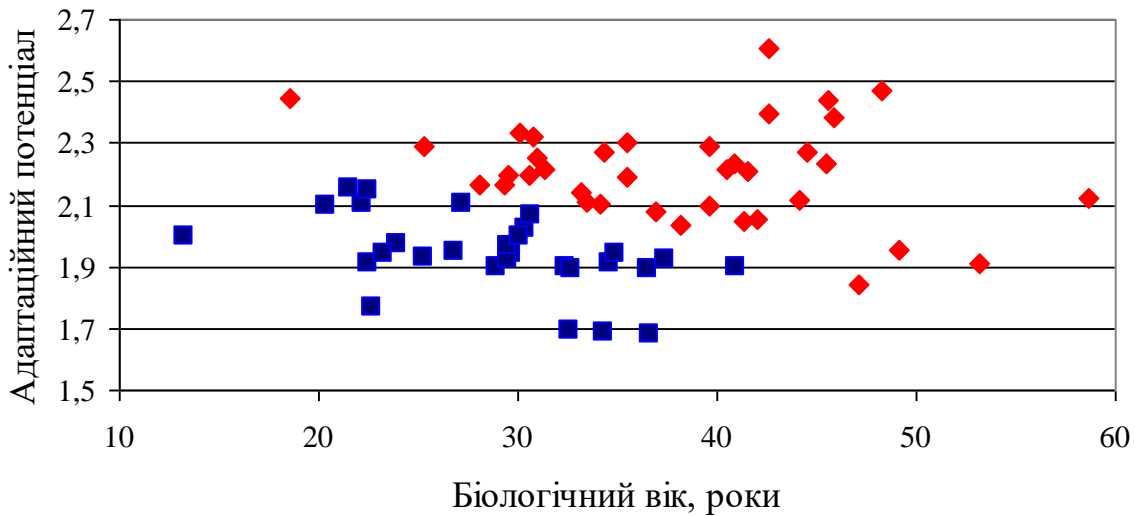


Рис. 11. Розподіл параметричного простору на два кластери:  
 ◆ – перший кластер; ■ – другий кластер.

Для практичного застосування розроблено програмний продукт, що автоматично розраховує показник ТС РП (рис. 12).

Рис. 12. Вікно програмного забезпечення з розрахунку трендової частини рівня працездатності

Модель дозволяє одержати єдину оцінку для величини, що складається з двох якісно різнорідних складових – БВ і АП. У такому вигляді в подальшому



вона може використовуватись як для зв'язку з АСУ різних рівнів, так і для цілей моніторингу рівня працездатності ЗО. Зроблено синтез інтегрального показника ТС РП людини-оператора з застосуванням методу штучних нейронних мереж (ШНМ). Такий підхід є більш ефективним в окремих випадках, наприклад при тривалому супроводі певного контингенту. Це пов'язано з тим, що ШНМ мають ряд важливих властивостей, таких як здатність до навчання, стійкість до шумів у вхідних даних, здатність адаптуватися до змін навколишнього середовища. Для вирішення конкретного завдання – синтезу інтегрального показника ТС РП розроблено мережу, яка має 4 входи, 10 нейронів у першому прихованому шарі, а також один нейрон у вихідному шарі. Комп'ютерна реалізація мережі здійснена з використанням пакета Matlab 6.0 for Windows. Для навчання мережі застосовано градієнтний метод Левенберга - Марквардта в поєднанні з алгоритмом зворотного поширення помилки. Для оцінки якості дії мережі використано незалежний оцінний ряд, складений з 4 вхідних векторів. Результати використання методу штучних нейронних мереж показано в табл. 1. Була виконана програмна реалізація отриманого продукту.

Таблиця 1

## Результати використання методу штучних нейронних мереж

№ п/п	Показники	Значення
1	Середнє значення даних	3,7045
2	Стандартне відхилення даних	0,3962
3	Середнє значення похибки	0,0050
4	Стандартне відхилення похибки	0,0314
5	Середнє значення абсолютної похибки	0,0235
6	Співвідношення стандартних відхилень	0,0794
7	Коефіцієнт кореляції	0,9976

Соціальний та економічний ефект розроблення проявляється в ряді аспектів, найважливіший з яких полягає в зниженні виробничих ризиків, що досягається впровадженням у систему управління надійністю руху підсистеми контролю ТС РП ЗО. Таким чином, отримано науковий результат – побудовано інтегральний показник ТС РП ЛО із застосуванням методу штучних нейронних мереж.

Соціальний та економічний ефект розроблення проявляється в ряді аспектів, найважливіший з яких полягає в зниженні виробничих ризиків, що досягається впровадженням в систему управління ризиками безпеки руху підсистеми контролю трендової частині РП ЗО. До виробничих ризиків доцільно включити насамперед ризик транспортної події і ризик втрати працездатності працівником. Обидва вони істотно знижуються. Найбільш значущим, безумовно, є зниження ризику транспортної події, враховуючи

потенційні збитки. Пропонований контроль дозволяє знизити її ризик за рядом напрямків. Найбільш очевидним є відсторонення від робіт, що визначають рівень безпеки, працівників з небезпечно низьким рівнем ТС РП. Зокрема працівники, які мають АП на рівні «зрив адаптації», становлять близько 12 % обстежених і їх відсторонення дозволить знизити ризик транспортної події як мінімум на 12 %. Це впливає з того, що на частку «людського чинника» припадало 80 % транспортних подій у 2013 р. і 70 % – у 2014 р., а несприятливий ФС є причиною неправильних дій ЛО в 90 % випадків. Більш того, реально цей відсоток може бути істотно вищим, наприклад у відомих роботах Л. С. Нерсесяна показано, що на частку професійно непридатних машиністів, які склали 8 % загальної кількості, припадало до 50 % порушень безпеки руху. Враховуючи, що загальні втрати від транспортних подій у 2014 р. склали 6 млн 25 тис. грн, можна припустити економію в розмірі 600 тис. грн.

Важливим аспектом розроблення є зниження захворюваності особового складу за рахунок підвищення рівня здоров'я. З робіт Г. Л. Апанасенка відомо, що підвищення рівня здоров'я знижує ризик захворювання, а певний так званий «безпечний рівень» робить цей ризик мізерно малим. Пропонований у роботі контроль передбачає моніторинг, тобто постійне відстежування рівня здоров'я у вигляді АП. Відомий ефект «біологічного зворотного зв'язку», при якому людина, отримуючи інформацію про стан своїх фізіологічних функцій, може навчитися ними свідомо керувати. Таким чином, працівник, маючи інформацію про рівень свого здоров'я, шляхом корекції способу життя (а це найважливіший чинник здоров'я) зможе його підтримувати і навіть підвищувати. Таким чином, відбувається зниження рівня захворюваності працівників і пов'язаних з цим невиробничих витрат. Те саме стосується і скорочення виробничого травматизму. Не менш важливим можна вважати підвищення якості життя працівників, пов'язане зі збереженням рівня здоров'я та продовженням професійного довголіття.

## ВИСНОВКИ

Відповідно до поставленої мети в дисертаційній роботі вирішено науково-прикладне завдання удосконалення ергономічного забезпечення залізничного транспорту з метою зниження виробничих ризиків шляхом контролю трендової складової рівня працездатності залізничних операторів як елемента ризик-управління.

1. В результаті аналізу сучасного стану ефективності і безпеки в ергатичній системі «залізничні оператори – техніка – середовище», встановлено що «людський чинник» є причиною 70 % – 80 % порушень безпеки руху, отже він є головним джерелом виробничого ризику і відповідно загрозою безпеці виробництва і лівову частку його складає рівень професійної надійності залізничних операторів – працівників локомотивних бригад і оперативного диспетчерського персоналу.

2. Визначено аналітичну залежність рівня професійної надійності залізничних операторів, як елемента системи «людина – техніка – середовище»,

від показників, які входять до трендової складової рівня працездатності, а саме адаптаційного потенціалу та біологічного віку. Таким чином доведено, що ці складові впливають на рівень надійності транспортного процесу і, отже, їх контроль дозволить знизити ризик виникнення транспортних подій. Враховуючи, що матеріальні збитки від негативних транспортних подій за 2014 р. склали 6 млн 25 тис. грн., то зменшення їх за рахунок відсторонення працівників з недостатнім рівнем показників навіть на 10 % дасть передбачуваний ефект більше 600 тис. грн. за рік.

3. Виявлено, що існуючий наразі контроль працездатності залізничних операторів є недостатнім. Притому, що надійність транспортного процесу більш ніж на 80 % визначається «людським чинником», тобто рівнем професійної надійності залізничних операторів, така важлива її складова, як рівень працездатності, з вини якої відбувається більше 90 % їх помилок, сьогодні контролюється лише в частини залізничних операторів, а така її важлива складова, як трендова складова, не контролюється взагалі. Введення такого контролю дозволяє підвищити безпеку руху шляхом зниження рівня виробничих ризиків на залізничному транспорті.

4. Експериментально доведено, що рівень показників трендової складової рівня працездатності діючих залізничних операторів є незадовільним, отже потребує контролю. Близько 44 % чоловіків і 30 % жінок мають низький рівень адаптаційного потенціалу, а також негативні показники серцево-судинної системи. Більше 70 % працівників мають перевищення біологічного віку над метричним від 5 до 15 років.

5. Визначено аналітичні залежності класу адаптаційного потенціалу від особистісних особливостей, які показують, що окремі психологічні якості можуть сприяти його підвищенню, а інші, навпаки, зниженню, і ці якості розрізняються залежно від гендерної приналежності. Врахування цих залежностей дозволяє підвищити безпеку виробництва за рахунок більш ефективного професійного відбору, а також підвищення ефективності контролю рівня працездатності кожного оператора завдяки застосуванню індивідуального підходу з урахуванням психологічних і гендерних особливостей і на основі індивідуальної норми.

6. Запропоновано удосконалений метод визначення адаптаційного потенціалу для використання при контролі працездатності залізничних операторів шляхом заміни показника метричного віку на біологічний вік. При цьому похибка виміру знижується на 30 %, оскільки експериментально виявлено перевищення біологічного віку над метричним у 70 % діючого контингенту залізничних операторів.

7. Експериментально обґрунтовано на основі реального масиву даних, одержаних при обстеженні діючих операторів, метод кількісного оцінювання трендової складової рівня працездатності залізничних операторів, який дозволяє одержати оцінку її величини, що складається з якісно різнорідних складових. Наявність такої оцінки дозволяє створити підсистему моніторингу трендової складової рівня працездатності. Це дозволяє підвищити безпеку виробництва за рахунок зниження виробничих ризиків з урахуванням

можливості прогнозування працездатності при передробочому контролі залізничних операторів, а також сприяти збереженню їх здоров'я і продовженню професійного довголіття.

8. Результати роботи можуть бути використані для розроблення системи контролю професійної надійності людини-оператора, перше за все у транспортних галузях, а також можуть бути включені до складу навчальних дисциплін, що забезпечують низку ергономічних компетентностей фахівців залізничного транспорту.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

*Статті у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз:*

1. Брусенцов О.В. Метод оценки функциональной надежности человека-оператора / В. Г. Брусенцов, О. В. Брусенцов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2009. – № ¾ (39). – С. 42-44.

2. Брусенцов О. В. Повышение безопасности машиностроительного производства путем контроля уровня функциональной надежности операторов / О.В. Брусенцов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – 1/1 (55). – С. 17–19.

*Статті у фахових виданнях:*

3. Брусенцов О.В. Надежность железнодорожных операторов – проблемы объективной оценки / В. Г. Брусенцов, А. В. Шапка, А. В. Гончаров, И.И. Бугайченко, О. В. Брусенцов // Коммунальное хозяйство городов. – К.: „Техніка”, 2005. – Вип. 64 –С. 47–52.

4. Брусенцов О.В. Биологический возраст как фактор функциональной надежности операторов на примере работников локомотивных бригад / В. Г. Брусенцов, А. В. Шапка, И.И. Бугайченко, О. В. Брусенцов // Будівництво, матеріалознавство, машинобудування: наук.-техн. збірник. – Дніпропетровськ, 2007. – Вип. 42. – С. 112 – 116.

5. Брусенцов О.В. Дослідження структури функціональної надійності працівників локомотивних бригад / В. Г. Брусенцов, В. Г. Пузир, М.І. Ворожбіян, І. І. Бугайченко, О. В. Брусенцов // Збірник наукових праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип. 99.– С. 117-121.

6. Брусенцов О.В. Надежность железнодорожных операторов как фактор обеспечения безопасности движения / В. Г. Брусенцов, М.И. Ворожбиян, О. В. Брусенцов и др. // Інформаційно-керуючі системі на залізничному транспорті. – 2009. - №2. – С. 68-72.

7. Брусенцов О.В. Наявное состояние функциональной надежности резерва операторов-диспетчеров / В. Г. Брусенцов, О. В. Брусенцов, В.Н. Самсонкин, П.А. Воронько // Залізничний транспорт України. - 2009. - №5. - С. 23 – 25.

8. Брусенцов О.В. Уровень здоровья работников локомотивных бригад Украины как предпосылка их профессиональной надежности / В. Г. Брусенцов,

М.И. Ворожбян, О. В. Брусенцов и др. // Коммунальное хозяйство городов. – Киев; Харьков: «Основа», 2010. – Вип. 91. – С. 404 – 407.

9. Брусенцов О.В. Функциональная надежность студентов как предпосылка профессиональной надежности будущих операторов железнодорожного транспорта / В.Г. Брусенцов, М.И. Ворожбян, О. В. Брусенцов и др. // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 127. – С. 24 – 28.

10. Брусенцов О. В. Проблемы оценки базовой части уровня функциональной надежности человека-оператора / О. В. Брусенцов // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2012. – №. 59. – С. 178-180.

11. Брусенцов О.В. Личностные особенности как фактор работоспособности железнодорожных операторов / В. Г. Брусенцов, М.И. Ворожбян, О. В. Брусенцов и др. // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 136. – С. 36-38.

12. Брусенцов О.В. Контроль уровня функциональной надежности как условие обеспечения профессиональной надежности человека-оператора / В. Г. Брусенцов, М.И. Ворожбян, О. В. Брусенцов и др. // Комунальне господарство міст: зб. наук. праць. – Харків. 2015.– №120 (1). – С. 85-87.

Опубліковані праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

13. Брусенцов О. В. Основи ергономіки на залізничному транспорті: Навч. посібник / В. Г. Брусенцов, О. В. Брусенцов, І.І. Бугайченко, С.О. Кисельова. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. –141 с.

14. Пат. 67894 Україна, МПК G09B 9/00. Пристрій для навчання операторів / [В. Г. Брусенцов, О. В. Брусенцов, І. І. Бугайченко, А. В. Гончаров].; № и 2011 09472 ; заявл. 28.07.2011 ; опубл. 12.03.2012, бюл. № 5.

15. Брусенцов О. В. Контроль функционального состояния человека-оператора / В. Г. Брусенцов, М.И. Ворожбян, О. В. Брусенцов и др. // Комунальне господарство міст: зб. наук. праць. - Харків, 2015. – №120 (1). – С. 65-68.

*Опубліковані праці апробаційного характеру*

16. Брусенцов О. В. Контроль уровня утомления как фактор поддержания функциональной надежности операторов / В. Г. Брусенцов, А. В. Шапка, О. В. Брусенцов // Матеріали 7-ї наук.–метод. конф. «Безпека життєдіяльності». – Харків, 2007.– С. 32.

17. Брусенцов О.В. Уровень здоровья студентов факультета управления процессами перевозок, как предпосылка функциональной надежности железнодорожных операторов / В. Г. Брусенцов, О. В. Брусенцов // Матер. II Міжнар. наук. практ. конф. «Наукова думка інформаційного віку–2007». – Дніпропетровськ: “Наука та освіта”, 2007. – С. 51 – 54.

18. Брусенцов О. В. Система контроля функциональной надежности железнодорожных операторов / В. Г. Брусенцов, И.И. Бугайченко, О. В. Брусенцов // Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту: управління, економіка і

технології: матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф. (26–27 лютого 2008 р.). – К., 2008. – С. 124–125.

19. Брусенцов О. В. Состояние функциональной надежности резерва диспетчерского состава железнодорожного транспорта / В. Г. Брусенцов, О. В. Брусенцов // Матеріали Всеукр. наук.-метод. конф. «Безпека людини в сучасних умовах» (Харків, 4-5 грудня 2008 р.): тези доповідей. – Харків: НТУ «ХП», 2008. – С. 344.

20. Брусенцов О. В. Состояние функциональной надежности резерва железнодорожных диспетчеров / В. Г. Брусенцов, О. В. Брусенцов // Тези доповідей I Міжнар. наук. конф. «Людський чинник в транспортних системах» (Яремче, 28-30 травня 2008 р.). – 2008. – С. 10, 11.

21. Брусенцов О. В. Проблема контроля надежности человеческого фактора – пути решения / В. Г. Брусенцов, О. В. Брусенцов, М. И. Ворожбян // Безпека людини у сучасних умовах: матеріали міжнар. конф. – Харків, 2009. – С. 110.

22. Брусенцов О. В. Система «контролируемого здоровья» как средство поддержания уровня функциональной надежности рабочих контингентов / В. Г. Брусенцов, М.И. Ворожбян, О. В. Брусенцов, И.И. Бугайченко // Матеріали II Міжнар. наук.-метод. конф. «Безпека людини у сучасних умовах». – Х.: Віровець А.П. «Апостроф», 2010. – С. 286.

23. Брусенцов О. В. Исследования взаимосвязи личностных особенностей железнодорожных операторов с показателями функциональной надежности / В. Г. Брусенцов, О. В. Брусенцов, А.Н. Павленко // Матеріали наук.-практ. конф. «Психологічне забезпечення професійної діяльності працівників залізничного транспорту України» та II Міжнар. наук. конф. «Людський чинник у транспортних системах (ЛЧТС – 2010) (2-3 червня 2010 р.). – К., 2010. – С. 20-24.

24. Брусенцов О. В. Контроль функциональной надежности железнодорожных операторов как средство повышения их качества жизни. / В. Г. Брусенцов, О. В. Брусенцов // «Качество технологий – качество жизни». III междунар. науч.-практ. конф. – Х., –2011. – С. 13-14.

25. Брусенцов О. В. Контроль функциональной надежности человека-оператора как средство повышения уровня безопасности производства / В. Г. Брусенцов, М.И. Ворожбян, О. В. Брусенцов // Безпека людини у сучасних умовах: Матеріали міжнародної конференції НТУ «ХП». – Х., 2011. – С. 173-174.

26. Брусенцов О.В. Контроль функциональной надежности железнодорожных операторов как основа повышения безопасности движения / В.Г. Брусенцов, М.И. Ворожбян, О.В. Брусенцов // матеріали IV Міжнар. Наук.-практ. Конф. «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті» (MINTT – 2012) – Херсон, 2012 – С.26-28.

27. Брусенцов О. В. Контроль уровня функциональной надежности железнодорожных операторов как средство поддержания здоровья работников / В. Г. Брусенцов, М.И. Ворожбян, В.Г Пузырь, О. В. Брусенцов и др. //

Валеологія: сучасний стан, напрямки та перспективи розвитку. тези доп. XIII міжнар. наук.-практ. конф. (9-11 квітня 2015 р.) – Х., 2015 – С. 225-228.

### АНОТАЦІЯ

**Брусенцов О. В. Контроль рівня працездатності залізничних операторів як ергономічний засіб зниження виробничих ризиків. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.01.04 – ергономіка. Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, 2016.

У дисертаційній роботі вирішено науково-прикладну задачу вдосконалення ергономічного забезпечення залізничного транспорту з метою зниження виробничих ризиків шляхом контролю трендової частини рівня працездатності залізничних операторів, як елемента ризик-управління. Визначено аналітичну залежність рівня професійної надійності залізничних операторів від показників, що входять у трендову частину рівня працездатності, а саме адаптаційного потенціалу та біологічного віку. Експериментально доведено, що адаптаційний потенціал має зв'язки з особистісними особливостями, які мають гендерні відмінності. Визначено, що введення контролю трендової частини рівня працездатності дозволяє знизити рівень виробничих ризиків на залізничному транспорті. Для цього удосконалено метод кількісної оцінки цієї складової шляхом застосування кластерного аналізу та методу головних компонент на основі реального масиву даних, отриманих при обстеженні діючих операторів, дає змогу проводити інтегральну оцінку рівня працездатності залізничних операторів на підставі врахування їх біологічного віку та адаптаційного потенціалу.

**Ключові слова:** виробничі ризики, залізничні оператори, професійна надійність, контроль працездатності, адаптаційний потенціал.

### АННОТАЦИЯ

**Брусенцов О. В. Контроль уровня работоспособности железнодорожных операторов как эргономическое средство снижения производственных рисков. – Рукопись.**

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.01.04 – эргономика. Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова, Харьков, 2016.

В диссертационной работе решено научно-прикладное задание совершенствования эргономического обеспечения железнодорожного транспорта с целью снижения производственных рисков путем контроля трендовой части уровня работоспособности железнодорожных операторов как элемента риск-управления.

При этом определена аналитическая зависимость уровня профессиональной надежности железнодорожных операторов от показателей, входящих в трендовую часть уровня работоспособности, а именно

адаптационного потенциала и биологического возраста.

Выявлено, что существующий в настоящее время контроль работоспособности железнодорожных операторов является недостаточным, и это приводит к большой доле нарушений безопасности по причине «человеческого фактора».

Экспериментально доказано, что уровень показателей трендовой части уровня работоспособности действующих железнодорожных операторов является низким, что говорит о малом уровне их «запаса прочности». Таким образом, отсутствие контроля трендовой части уровня работоспособности действующих железнодорожных операторов существенно повышает риск нарушения безопасности транспортного процесса.

Определены аналитические зависимости адаптационного потенциала от личностных особенностей, которые имеют гендерные различия.

Усовершенствован метод определения адаптационного потенциала для использования при контроле работоспособности железнодорожных операторов путем замены показателя метрического возраста на биологический возраст. Это позволяет существенно (до 30 %) снизить погрешность измерения, а соответственно, и риски ненадежной профессиональной деятельности.

Усовершенствован на основе обработки реального массива данных, полученных при обследовании действующих операторов, метод количественной оценки трендовой составляющей уровня работоспособности железнодорожных операторов, использование которого позволяет проводить интегральную оценку уровня работоспособности железнодорожных операторов на основании учета их биологического возраста и адаптационного потенциала. Это позволяет снизить производственные риски за счет возможности прогнозирования работоспособности при предрабочем контроле железнодорожных операторов, а также способствует сохранению их здоровья и продлению профессионального долголетия.

**Ключевые слова:** производственный риск, железнодорожные операторы, профессиональная надежность, контроль работоспособности, адаптационный потенциал.

## ABSTRACT

**Brusentsov O.V. Working capacity monitoring of railway operators as ergonomic way to reduce production risks. – The manuscript.**

The thesis for the degree of candidate of engineering science, specialty 05.01.04 – ergonomics. – O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv, 2016.

The thesis deals with the solution of scientific and practical task of ergonomic improvement for the railway transport for the purpose of production risks reduction by means of the trend part monitoring of working capacity level of railway operators as a risk-management element. There was defined the analytical dependence of professional reliability of railway operators on the factors that form the trend part of working capacity such as adaptation potential and biological age. There was proved



that the adaptation potential is linked to personal features that are gender-dependent. There was proved that the introduction of trend part monitoring of working capacity level makes it possible to reduce the level of production risks at the railway transport. For this purpose the method of quantitative assessment of this component was improved by applying cluster analysis and method of principal components on the basis of real data array obtained during the examination of real operators, which makes it possible to estimate the quantity consisting of qualitatively different components.

**Key words:** production risks, railway operators, professional reliability, working capacity monitoring, adaptation potential.

БРУСЕНЦОВ Олег Віталійович

**КОНТРОЛЬ РІВНЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ОПЕРАТОРІВ  
ЯК ЕРГОНОМІЧНИЙ ЗАСІБ ЗНИЖЕННЯ ВИРОБНИЧИХ РИЗИКІВ**

05.01.04 – ергономіка

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Відповідальний за випуск Понкратов Д. П.

Підписано до друку 11.05.2016 р.  
Формат 60×84<sup>1/16</sup>. Папір офсетний. Гарнітура Times new Roman.  
Друк ксерографічний. Ум. друк. арк. 1,0.  
Наклад 100 прим. Зам. №05-16  
Надруковано ТОВ «Видавництво «Форт»  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців  
ДК № 333 від 09.02.2001 р.  
61023, м. Харків, а/с 10325. Тел. (057)714-09-08