

**Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт
з галузей знань і спеціальностей у 2018/19 навчальному році**

Галузь знань: «Цивільна безпека (Безпека життєдіяльності)»

**ТЕМА: «ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗПЕКИ СИСТЕМИ «ЛЮДИНА-ТЕХНІКА-
СЕРЕДОВИЩЕ»»**

Шифр: «Безпека»

2018

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ВИЗНАЧЕННЯ БЕЗПЕКИ СИСТЕМИ «ЛЮДИНА-ТЕХНІКА-СЕРЕДОВИЩЕ»	5
1.1. Аналіз факторів виробничого середовища	5
1.2. Критерії оцінки ризиків системи «людина-техніка»	9
1.3. Критерії оцінки безпеки людини-оператора в системі «людина-техніка-середовище»	17
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗПЕКИ СИСТЕМИ «ЛЮДИНА-ТЕХНІКА-СЕРЕДОВИЩЕ»	20
2.1. Визначення ризиків на робочому місці	20
2.2. Визначення рівня ризику, пов'язаного з функціональним станом	21
ВИСНОВКИ	26
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	27

ВСТУП

Актуальність дослідження.

Науково-технічний прогрес, нові технічні рішення й технології, широке застосування хімічних речовин, створення агрегатів великої потужності, підвищення швидкості роботи устаткування, використання нових матеріалів збільшило кількість виробничих небезпек для здоров'я й життя людей.

Проблеми безпеки, надійності та стійкості систем «людина-техніка-середовище» є одними з пріоритетних, оскільки вони визначають життєздатність системи «людина - техніка - середовище». Особливо вони є актуальними для сучасних енергетичних, технологічних, транспортних комплексів.

В складній системі «людина-техніка-середовище» завжди присутня небезпека, якої неможливо уникнути. Це сам факт присутності людини. В силу біологічних, генетичних та набутих протягом життя можливостей, а також непостійних станів людина може бути одним із ненадійних елементів системи. На її поведінку впливає велика кількість зовнішніх та внутрішніх факторів. Перевага якоїсь групи факторів веде до помилкових дій.

Аналіз причин травматизму й загибелі людей показує, що вони часто викликані недбалістю людини, незнанням наслідків їхньої діяльності, небезпечними виробничими факторами й навколишнім середовищем, а також конструктивними недоліками техніки, засобів відображення інформації, органів керування машинами й механізмами. Людина, розглядається в якості найважливішого елементу системи «людина-техніка». Високі рівні аварійності, травматизму, несприятливий вплив різних джерел небезпек на здоров'я й працездатність людини часто обумовлені невідповідністю її функціонального стану складності або інтенсивності роботи, що виконується, розвитком стану нервово-емоційної напруженості, стомленням, стресом. Тому дослідження системи «людина-техніка-середовище» має велике значення для безпеки та попередження травматизму.

Метою роботи є дослідження безпеки системи «людина-техніка-середовище».

Об'єкт дослідження - система «людина-техніка-середовище».

Предмет дослідження - ризики в системі «людина-техніка-середовище».

Завдання наукової роботи:

- проаналізувати критерії визначення ризиків елементів системи «людина-техніка-середовище»;

- проаналізувати методи дослідження ризиків;

- провести дослідження безпеки системи «людина-техніка-середовище».

Для досягнення поставленої мети в процесі дослідження було використано наступні методи: аналіз наукової літератури, системний аналіз та інтерпретація отриманих даних, експеримент, вимірювання, методи математичної статистики.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ВИЗНАЧЕННЯ БЕЗПЕКИ СИСТЕМИ «ЛЮДИНА-ТЕХНІКА-СЕРЕДОВИЩЕ»

1.1. Аналіз факторів виробничого середовища

Людину-оператора в процесі діяльності й взаємодії з технічним пристроєм (машиною) оточує зовнішнє середовище, яке у свою чергу впливає як на людину-оператора, так і на машину, і від факторів якого залежить безпека й ефективність системи «людина-техніка». Це зовнішнє середовище називають виробничим середовищем.

Питанням, пов'язаним з визначенням виробничих факторів, безпекою праці пов'язані роботи О. М. Климової, М. А. Касьянова, О. М. Гунченко, Н. В. Ступницької, О. Є. Кружилка [1-3].

Виробниче середовище робочого місця людини-оператора – складне поняття, має багаторівневу будову, є сукупність фізичних, хімічних, біологічних, естетичних, психофізіологічних, соціально-психологічних факторів зовнішнього середовища, що впливають на оператора. Для кожної групи факторів встановлена певна номенклатура елементів, що характеризують дані фактори (рис.1.1) [4].



Рис 1.1. Фактори виробничого середовища.

Групу фізичних факторів виробничого середовища дозволяють визначити: фізичні властивості повітряного середовища (мікроклімат:

температура повітря, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря, температура поверхні; рівень і перепади тиску повітря; ступінь іонізації повітря); електромагнітні фактори (електромагнітні випромінювання: іонізуюче, ультрафіолетове, видиме світло, радіочастотне, інфрачервоне; статичні поля: електричні, магнітні); - механічні фактори (вібрація, шум, інфразвук, ультразвук).

Групу хімічних факторів середовища дозволяють визначити: природний газовий склад повітря; шкідливі домішки повітря або шкідливі речовини (виробничі домішки, продукти згоряння й піролізу, продукти метаболізму й побутові гази, виділення із синтетичних матеріалів і ін.)

Групу біологічних факторів середовища дозволяють визначити: мікроорганізми (бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, грибки, найпростіші); макроорганізми (рослини, тварини); професійні інфекції (інфекційні захворювання - бруцельоз, лихоманка, туляремія, сибірська виразка, анкілостомоз і ін.).

Групу психофізіологічних факторів середовища дозволяють визначити: фізичне навантаження; робоча поза; нервово-психічне навантаження; монотонність процесу праці; режим праці й відпочинку (змінний, добовий, річний); травмонебезпечність.

Групу естетичних факторів середовища дозволяють визначити: гармонійність світло-кольорової композиції; гармонійність звукового середовища; ароматичність запахів; композиційна погодженість природного пейзажу; композиційна погодженість комплексів технологічного встаткування; композиційна погодженість комплексів об'єктів, що доповнюють; гармонійність робочих поз і трудових рухів.

Соціально-психологічні фактори середовища складають згуртованість колективу і характер міжгрупових відносин у колективі.

Для забезпечення безпеки системи «людина-техніка-середовище» стосовно виробничого середовища повинні виконуватися основні вимоги:

- фактори виробничого середовища при їхньому комплексному впливі на людину не повинні негативно впливати на її здоров'я при професійній діяльності протягом тривалого часу;

- фактори виробничого середовища не повинні викликати зниження надійності та якості діяльності оператора (його працездатності) під час дії їх протягом робочого дня.

Виходячи з принципів Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» [5], при різних сполученнях параметрів факторів виробничого середовища виділяють чотири класи умов праці: 1 клас (оптимальні умови праці); 2 клас (допустимі умови праці); 3 клас (шкідливі умови праці) - ступінь 3.1, 3.2, 3.3,3.4 ; 4 клас (небезпечні умови праці)

У Гігієнічній класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища термін професійний ризик визначається величиною ймовірності порушення (ушкодження) здоров'я працівника з урахуванням тяжкості наслідків внаслідок несприятливого впливу факторів виробничого середовища і трудового процесу [5].

М.Ф. Ізмеров і співавтори (2002) пропонують оцінювати ризик виникнення професійних захворювань за емпіричною функцією розподілу хворих залежно від експозиції стажу шкідливого чинника з виділенням трьох зон ризику[6]:

- безпечної (експозиція за 8 год кожного робочого дня упродовж трудового стажу до виходу на пенсію не зумовлює професійних захворювань);

- граничної (експозиція стажу сприяє появі окремих випадків професійних захворювань);

- небезпечної (експозиція стажу велика, професійні захворювання виявляються у 20% випадків і більше).

На основі теорії оцінювання ризику та управління ним, що успішно розробляється у світовій літературі , М.Ф. Ізмеровим із співавторами (1993)

запропоновано систему оцінювання професійного ризику працюючих у несприятливих умовах, модель якої наведено на рис.1.1 [6]

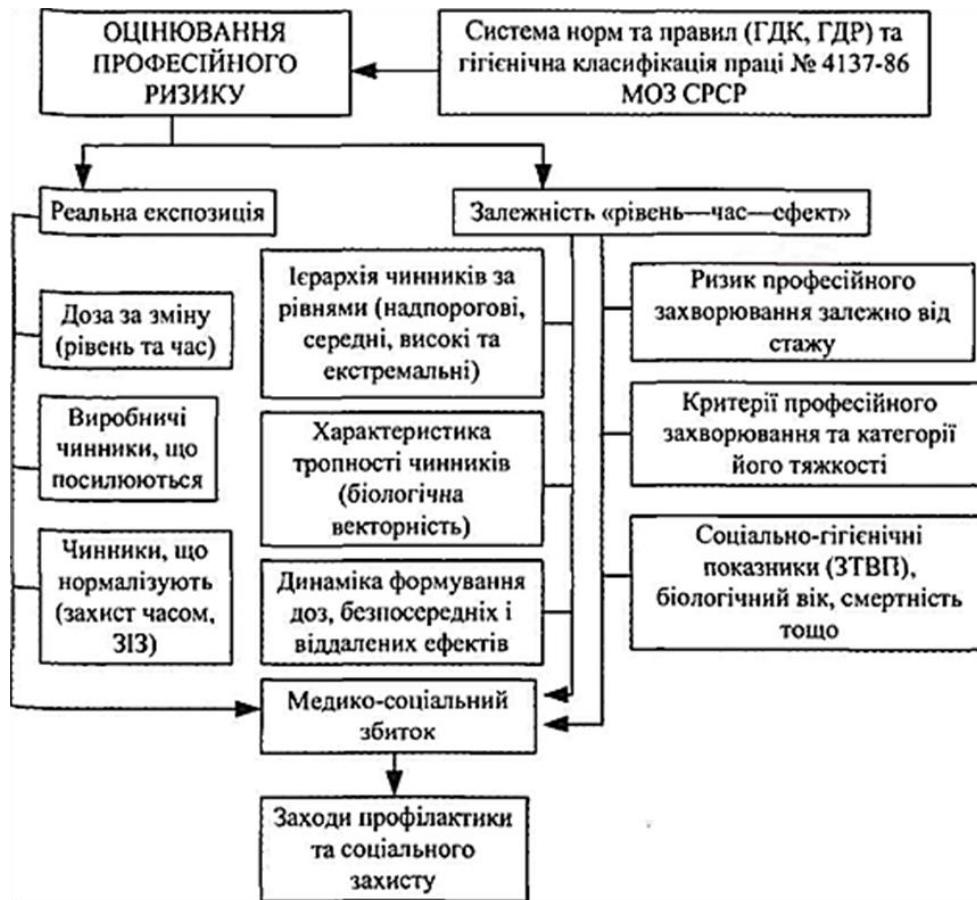


Рис.1.1. Модель оцінювання професійного ризику осіб, що працюють у шкідливих умовах (за М.Ф. Измеровим та співавт.)

Для оцінки ризику профзахворювань використовують категорії ризику та тяжкості, які наведено у табл.1.1,1.2 [6].

Таблиця 1.1- Категорії ризику професійних захворювань

Категорія ризику, Кр	Вірогідність випадків, %	
	професійних захворювань	ранніх проявів професійних захворювань
1	> 10	> 30
2	1-10	3-30
3	> 1	< 3

Таблиця 1.2-Категорії тяжкості професійних захворювань, що запропоновані Фінським інститутом медицини праці

Категорія тяжкості, K_T	Прогнозування тяжкості захворювання та непрацездатності
1	Непрацездатність, що прогресує і зумовлює зміну професії
2	Постійна непрацездатність або необхідність зміни професії
3	Постійна помірна непрацездатність
4	Тяжка тимчасова непрацездатність або лікарняний лист понад 3 тижні
5	Помірна тимчасова непрацездатність або лікарняний лист менше ніж 1 тиждень

Під час оцінки ризиків для здоров'я працівників, що працюють у виробничому середовищі за допомогою кількісних методів можливо визначити ймовірність розвитку профзахворювань [7]. В цьому випадку використовується формула чисельного розрахунку, основою якої є показник експозиції стажу праці:

$$E_n + \sum_{i=1}^n V_i \times T_i / T_0 ,$$

де V_i - ступінь небезпеки фактору, що визначена в балах (використовуються дані напівкількісного аналізу ризику;

T_i - стаж праці до відповідного рівня ризику;

T_0 - 1 рік.

1.2. Критерії оцінки ризиків системи «людина-техніка»

Одним з елементів системи «людина-техніка-середовище» є машина. Ефективність функціонування машини оцінюється складним показником, а саме, показниками надійності, ергономічними показниками, а останнім часом і величиною ризику.

З позиції безпеки праці ризик на виробництві оцінюють як ймовірність прояву небезпечних чинників системи «людина-техніка-середовище»

(обладнання, технології та виду виробництва, факторів виробничого середовища, важкості та напруженості праці, організації праці, професійної підготовки працівників), які впливають на рівень безпеки.

Дослідженням різних питань безпеки праці присвячені роботи таких вчених, як Е. Гама, Р. Хелма, Р. Джонсона, Дж. Влісідеса, К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний, Д.В. Зеркалов, Р.В. Сабарно, О.І. Полукаров, В.С. Козяков, Л.О. Митюк, М.В. Грищук [8].

Значний внесок у розуміння природи виробничого травматизму та розвиток заходів з його профілактики зробили вчені О. І. Амоша, А. О. Водяник, О. В. Войналович, Г. Г. Гогіташвілі, Г. Є. Дегтяренко, О. І. Кашуба, Б. М. Коржик, О. Є. Кружилко, Ю. І. Кундієв, П. К. Кучеба, О. Є. Лапшин, О. Г. Левченко, Г. Г. Лесенко, М. Б. Льовкін, К. Н. Ткачук.

Останнім часом спеціалістами приділяється велика увага оцінці професійних ризиків, на робочих місцях. Дослідженням у галузі оцінки і управління ризиками присвячено роботи Е. Дж. Хенлі, Гогіташвілі Г.Г., А.О. Водяник.

ДСТУ ОHSAS визначає ризик як поєднання ймовірності виникнення небезпечної події чи впливу(-ів) та істотності травми чи погіршення здоров'я, які може бути зумовлено такою подією чи впливом(-ами) [9].

Всі визначення зводяться до того, що ризики формуються двома величинами - ймовірністю негативної події та розміром збитку від неї.

У державному стандарті ДСТУ 2293-2014 термін ризик визнається, як комбінація ймовірності заподіяння шкоди і тяжкості цієї шкоди.

Державний стандарт ДСТУ 2156-93 дає визначення, що ризик індивідуальний це значення ризику для конкретного індивідуума, а ризик колективний значення ризику для двох і більше індивідуумів.

Згідно із державним стандартом ДСТУ 2293-2014 виробничий ризик визначається як імовірність ушкодження здоров'я працівника в процесі трудової діяльності, нанесення шкоди майну, навколишньому середовищу, яку зумовлено шкідливістю та/чи небезпечністю виробничих і технологічних

процесів, а професійний ризик - ризик ушкодження здоров'я працівника в процесі його професійної діяльності [10].

В.А. Чалий-Прилуцький визначає ризик як дію (діяння, вчинок), що виконується в умовах вибору (у ситуації вибору в надії на щасливий вихід), коли в разі невдачі існує можливість (ступінь небезпеки) опинитися в гіршому становищі, ніж до вибору (тобто в разі невиконання цієї дії) [11].

І.Т. Балабанов для кількісної оцінки ризику використовує статистичний метод, згідно з яким критеріями ризику є середнє квадратичне відхилення та коефіцієнт варіації [11].

Міжнародний стандарт OHSAS 18001 передбачає необхідність ідентифікації, оцінки та розробки заходів щодо усунення або зменшення ризику на кожному робочому місці.

Відповідно до міжнародного стандарту OHSAS 18001:2010 ідентифікація небезпек це процес визнання того, що небезпека існує, і визначення її характеристик.

Ідентифікація небезпек (ДСТУ 2156-93) передбачає встановлення для кожної з потенційних небезпек, що ініціюються підприємством: подій, що ініціюють небезпеку, та умов їх реалізації; ймовірності виникнення; джерела; реципієнтів та природи впливу на них; характеру та засобу виміру (кількісного вираження) ступеня впливу (критичності небезпеки); сукупності факторів, що збільшують або зменшують імовірність реалізації потенційної небезпеки, а також факторів, що посилюють її негативні наслідки

Ризик - категорія багатофакторна. Складність його оцінки полягає в тому, що мають бути враховані не тільки шкідливі та небезпечні фактори виробничого середовища, що впливають на стан здоров'я, працездатність працюючого та характер трудового процесу, а й чинники особистості, які залежать від поведінки працюючого, ступеня виконання ним вимог безпеки і гігієни праці, а також дії інших осіб [12].

Існують декілька концепцій аналізу ризику, а саме, технічна (аналіз відносних частот виникнення надзвичайних ситуацій); економічна (аналіз

ризиків розглядається як частина більш загального витратно-прибуткового дослідження); психологічна (концентрується навколо досліджень міжособових переваг); соціальна (заснована на соціальній інтерпретації небажаних наслідків з урахуванням групових цінностей та інтересів).

Серед методів оцінки ризиків можливо виділити феноменологічні, детерміністські та ймовірнісні [13]. Феноменологічний метод заснований на можливості протікання негативних процесів в результаті аналізу необхідних і достатніх умов, пов'язаних з реалізацією тих чи інших законів природи.

Детерміністський метод передбачає аналіз послідовності етапів розвитку аварії, починаючи від виникнення вихідної події через послідовний ланцюг стадій відмов, деформацій і руйнування компонентів до кінцевого сталого стану системи. Протікання аварійного процесу прогнозується та моделюється за допомогою математичних методів і складних розрахунків. Прикладами даного методу є метод перевірконого листа (Check-list); метод «Що буде, якщо..?» (What - If); попередній аналіз небезпеки (Process Hazard and Analysis - PHA); аналіз виду та наслідків відмов – АВНВ (Failure Mode and Effects Analysis - FMEA); аналіз виду, наслідків і критичності відмов – АВНКВ (Failure Mode, Effects and Critical Analysis - FMECA). Ймовірнісний метод аналізу ризику передбачає як оцінку ймовірності виникнення негативної події, так і розрахунок відносних ймовірностей того чи іншого шляху розвитку процесів. При цьому проводиться аналіз подій, відмов обладнання, оцінюється повна ймовірність негативного події. Труднощі застосування даного методу можуть бути викликані недостатністю інформації стосовно статистики з відмов устаткування. На основі цього методу побудовані такі методики, як статистичні (ймовірності визначаються за наявними статистичними даними); теоретико-ймовірнісні (використовуються для оцінки ризиків від рідкісних подій, статистика практично відсутня); евристичні, які засновані на використанні суб'єктивних ймовірностей, що отримані за допомогою експертного оцінювання. До таких методів можливо віднести контрольні карти, карти потоків, аналіз «дерев подій» (Event Tree Analysis - ETA), аналіз «дерев відмов»

(Fault Tree Analysis - FTA), «дерево рішень», методи бальних оцінок, метод експертного оцінювання, метод аналогій.

Під час аналізу ризику, в залежності від вихідної та кінцевої інформації, можуть використовуватися якісні, напівкількісні чи кількісні методи [14]. В якості показників вибору методу оцінки ризиків виступають цілі ідентифікації ризиків, а також наявність статистичної інформації, що забезпечують реалізацію конкретних методів оцінки та точність розрахунків.

Якісне загальне оцінювання дає змогу позначити наслідок, ймовірність і рівень ризику такими термінами щодо рівня значущості, як «високий», «середній» та «низький», поєднати наслідок та ймовірність, оцінити рівень ризику, відповідно до якісних критеріїв. Найбільш простим методом якісного попереднього аналізу, особливо коли відсутні необхідні дані або їх дуже мало, є метод діаграм в системі координат «Ймовірність події - наслідки події». У цьому методі оцінки не враховується людський чинник.

Напівкількісні методи передбачають застосування числових шкал оцінювання наслідків і ймовірностей та їх поєднання, щоб отримати рівень ризику. Використовуються лінійні чи логарифмічні шкали.

Кількісне оцінювання ризику полягає у приписуванні ризику числового значення і проводиться за допомогою аналітичного методу, експертних оцінок, аналізу доцільності витрат, статистичних методів. Під час кількісного аналізу оцінюють практичне значення наслідків, їх ймовірностей, а також обчислюють значення рівня ризику в конкретних одиницях, визначених під час встановлювання оточення. Кількісні методи оцінки ризиків можуть бути прямими та непрямыми.

Прямі методи оцінки ризиків припускають виявлення потенційних небезпек, експертне оцінювання ймовірності їх прояви в різних варіантах, в тому числі й можливої тяжкості наслідків реалізації кожного варіанту. Непрямі методи оцінки ризиків не припускають безпосереднього виявлення та ідентифікації небезпек на робочих місцях і при виконанні виробничих операцій. Сутність непрямої оцінки ризиків заснована на припущенні обліку всіх (або

більшої частини) небезпек в нормативних актах з охорони праці, пожежної безпеки. Оцінка ризиків (R) за класичною методикою оцінки професійний ризиків полягає в знаходженні множення між імовірністю події (виникнення небезпеки (P)) та тяжкості наслідків (впливу небезпеки (S)):

$$R = P \cdot S,$$

де R – величина ризику;

P – ймовірність події (виникнення небезпеки);

S – тяжкість наслідків (виникнення небезпеки).

При відсутності статистичних даних оцінка ймовірностей виникнення небезпеки може здійснюватися за якісними характеристиками.

На практиці використовується метод оцінки ризиків на основі системи Елмері, що заснований на визначенні індексу безпеки [15]. Система Елмері відстежує найважливіші чинники, що впливають на безпеку робочого місця, які згруповані в сім груп: виробничий процес; порядок і чистота; безпека праці при роботі з машинним устаткуванням; чинники довкілля; ергономіка; проходи і проїзди; можливості для порятунку і надання першої допомоги. Недоліком системи Елмері є те, що всі фактори, які впливають на безпеку праці, приймаються рівнозначними без урахування їх вагомості, не всі чинники можливо оцінити на різних робочих місцях, не враховується людський чинник. Застосування даної системи дозволяє планувати заходи з охорони праці з метою усунення виявленої невідповідності.

Для адекватнішої оцінки ризиків можливо використовувати вдосконалений варіант індексу Елмері, де враховуються вагові коефіцієнти[15]. Даний метод полягає в ранжируванні вимог за пунктами з індексом «О» - обов'язкові (найбільш важливі) вимоги безпеки, недотримання яких може безпосередньо привести до травми або до профзахворювання (справність інструменту, наявність захисних екранів, блокувань, застосування ЗІЗ та ін.); з індексом «В» - містять важливі вимоги безпеки, невиконання яких безпосередньо не призводить до травми або до захворювання, але вказує недостатній рівень організації діяльності з охорони праці або може привести до

обтяженого наслідків інциденту, нещасного випадку (наявність знаків безпеки, стан проходів, стан факторів виробничого середовища: шум, освітлення, мікроклімат, повітря робочої зони та ін.); з індексом «Р» - рекомендації щодо організації робочого місця і трудового процесу, які самі по собі не є обов'язковими. Кожному запису «відповідає» відповідний бал (1, 2 або 3) залежно від категорії вимоги (ОВР). Потім підраховується кількість балів і виводиться індекс ОВР, що характеризує рівень безпеки.

При оцінці професійних ризиків широко використовують матричний метод. В роботі [16] представлений метод оцінки професійних ризиків, що використовується в практиці Фінляндії. Він дозволяє проводити оцінку професійних ризиків, за п'ятьма видами ризиків за допомогою анкет. До цих ризиків відносяться: фізичні фактори небезпеки, небезпеки нещасного випадку, ергономіка, хімічні та біологічні фактори небезпеки, психологічне навантаження. У сукупності ці п'ять тематичних анкет враховують весь діапазон факторів виробничого середовища і трудового процесу, зокрема психофізіологічний стан працівника.

Методи оцінки ризиків, які знайшли найбільше застосування, наведені в стандарті ДСТУ ІЕС/ISO 31010-2013, що містить опис методів та рекомендації щодо вибору та їх використання [14]. Стандарт розроблено на основі міжнародного стандарту ISO/IEC 31010: 2009 "Менеджмент ризику. Методи оцінки ризику" (ISO/IEC 31010:2009 "Risk management - Risk assessment techniques"). У стандарті методи груповані за окремими ознаками, а саме, пошукові методи (спрямовані на ідентифікацію ризиків); допоміжні методи (застосовують з залученням експертних груп); методи аналізу сценаріїв (застосовують для виявлення причинно-наслідкових зв'язків); функціонального аналізу (спрямовані на виявлення конкретних та латентних ризиків); загального оцінювання засобів контролювання (оцінка ризиків у виробництві); статистичні методи (дозволяють отримати кількісну оцінку ризиків). У стандарті розглянуті методи оцінки ризику, такі як: перелік контрольних карт, мозковий штурм, метод Дельфі, аналіз дерева подій,

причинно-наслідковий аналіз, дослідження небезпеки і працездатності (HAZOR), аналіз "краватка-метелик", аналіз Маркова, імітаційне моделювання Монте-Карло та ін. Загальна кількість відображених в стандарті методів дорівнює 31. Даний документ є одним із основних в галузі менеджменту ризику та призначений для підприємств різних галузей промисловості.

Кожен метод має свої недоліки та переваги, тому постає питання вибору методу для оцінки професійного ризику на конкретному виробництві, робочому місці та подальших наукових досліджень.

В процесі діяльності працівник використовує значну кількість електроустановок різного рівня небезпеки. Аналіз причин травматизму показав необхідність визначення ризиків на робочих місцях. Для ідентифікації небезпек, пов'язаних з обслуговуванням електроустановок пропонується використовувати оцінку організації безпечної експлуатації [17].

Якість організації безпечної експлуатації електроустановок оцінюється шляхом визначення значення чотирьох показників: показник, що враховує ефективність роботи посадових осіб; показник, що враховує ступінь підготовки персоналу з безпеки; показник технологічної дисципліни; показник функціонального стану персоналу.

Кожен з цих показників можливо оцінити за кількома критеріями. Так, ефективність роботи посадових осіб щодо забезпечення електробезпеки оцінюється за критеріями, а саме: виконання вимог керівних документів; планування та виконання заходів щодо забезпечення електробезпеки; якість підготовки та проведення днів електробезпеки; укомплектованість захисними засобами; повторюваність недоліків в актах.

Ступінь підготовки персоналу з безпеки оцінюється за шістьма критеріями: знання персоналом правил техніки безпеки; наявність та повнота наказу про призначення кваліфікаційної комісії; допуск персоналу до самостійної роботи; укомплектованість матеріальною базою; якість та своєчасність проведення інструктажів; збіжність результатів перевірки знань з правил техніки безпеки.

Технологічна дисципліна оцінюється наступними критеріями: оформлення роботи нарядам; показник виконання вимог експлуатаційно-технічної документації; достатність визначення технічних заходів; показник повноти обліку робіт в оперативному журналі; відповідність посадових осіб характером виконуваних робіт; зберігання та контроль за нарядам; повнота виконання вимог експлуатаційно-технічної документації; організація контролю за проведенням робіт на електроустановках; знання персоналом порядку і правильності виконання технологічних операцій.

1.3. Критерії оцінки безпеки людини-оператора в системі «людина-техніка-середовище»

Незалежно від ступеня автоматизації системи «людина-техніка-середовище» людина є головною її ланкою. Саме вона ставить задачі перед системою, планує, направляє й контролює весь процес її функціонування. Від людини багато в чому залежить безпека й ефективність функціонування системи в цілому.

Безпеку праці людини в системі «людина-техніка» можливо оцінювати ймовірністю безпечної роботи [17]:

$$P_{\text{бп}} = 1 - \sum_{i=1}^n P_{\text{впі}} \cdot P_{\text{нді}}, \quad (1.2)$$

де $P_{\text{впі}}$ - ймовірність виникнення небезпечної або шкідливої для людини виробничої ситуації i -го типу;

$P_{\text{нді}}$ - ймовірність неправильних дій оператора в i -й ситуації;

n - кількість можливих травмонебезпечних ситуацій.

Під час визначення небезпек, що пов'язані з людиною, необхідно визначити її функціональний стан.

Повноцінна діагностика конкретних видів функціональних станів допускає аналіз механізмів регуляції на різних рівнях життєдіяльності, а саме, на фізіологічному, психологічному і поведінковому. В залежності від мети контроль функціонального стану можливо застосовувати дослідницький, констатуючий та профілактичний [18].

Для визначення функціонального стану людини-оператора сьогодні в основному застосовують два підходи - комплексний і ергономічний. В основі комплексного підходу - реєстрація багатьох психофізіологічних індикаторів (ЕЕГ, ЧСС, ЕМГ, дихальних рухів та ін.) [19]. В основі ергономічного підходу оцінювання функціонального стану за результатами трудової та професійної діяльності. Результати подібної діяльності розглядаються як інтегральні показники функціонального стану.

Вибір характеристик (показників), методів контролю, визначається цілями, умовами й специфікою роботи людини-оператора. До комплексу показників, що аналізуються, у кожному разі висуваються вимоги інформативності, вірогідності, простоти реалізації, можливості оцінки динаміки показників протягом робочого дня [18].

Сучасна база психофізіологічних досліджень має засоби інструментальної реєстрації фізіологічних і психофізіологічних показників операторів для контролю за їх психічним станом в процесі роботи (реєстрація пульсу, дихання, артеріального тиску, біопотенціалів головного мозку, електрокардіограма, температури тіла, критична частота злиття світлових мигтінь та ін.).

Велике застосування отримали психологічні методи (опитування, анкетування, спостереження, психологічний експеримент, різні тести і психологічні програми), серед яких тест САН (самопочуття, активність, настрої), опитувальник фізичної активності, для оцінки ступеня розумового стомлення (гострого, хронічного) та гострого фізичного стомлення, психогеоетричний тест, тест Стреляу, метод Шульте, коректурної проби, самооцінки стану за суб'єктивною шкалою, методика Спілбергера-Ханіна та ін. [20].

Серед найбільш поширених методів, які дозволяють проводити оцінку функціонального стану операторів, можна виділити методи визначення обсягу короткочасної пам'яті, швидкості сприйняття інформації, інтенсивності уваги, точності та тривалості відтворення інтервалів часу, лабільності нервової системи [21].

Останнім часом стали використовуватися рефлекторні методи (інтегральні й диференціальні) оцінки стану людського організму.

Об'єктом діагностики є акупунктурний меридіан, що інтегрує ту чи іншу кількість точок акупунктури, «відповідних» визначеним органам і системам організму людини. Тому, цей метод названий інтегральним методом рефлексодіагностики [22].

В основі цього методу лежить феномен підвищеної електропровідності меридіанів, особливо, що виявляється чітко при захворюваннях відповідних органів і систем. Біологічно-активні точки шкіри мають фізичні параметри, які пов'язані з фізичним станом тканин, органів і систем, а саме, електрошкіряний опір, ємність, температура. Вимірюючи зазначені параметри та знайшовши їх зв'язок з функціональним станом органів і систем людського організму - практично вирішена задача інструментальної діагностики [22].

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗПЕКИ СИСТЕМИ «ЛЮДИНА-ТЕХНІКА-СЕРЕДОВИЩЕ»

2.1. Визначення ризиків на робочому місці

Об'єктом оцінки виробничих ризиків, який розглядається, є робоче місце токаря у виробничій майстерні. Був проведений аналіз стану робочих місць за матеріалами їх атестації (карти умов праці, протоколів виміру факторів виробничого середовища), а також по документації з охорони праці, що діє у виробничій майстерні та має пряме відношення до розглянутого робочого місця (інструкція з охорони праці для робочого місця токаря, інструкція з безпечної роботи на токарно-гвинторізному верстаті та ін.). Результати досліджень чотирьох робочих місць – РМ1, РМ2, РМ3, РМ4 наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1- Аналіз умов процесу праці робочого місця токаря

Позначення робочого місця	Результати атестації		
	за факторами виробничого середовища і трудового процесу	з травмобезпеки	за забезпеченістю засобами індивідуального захисту (ЗІЗ)
РМ1	клас 3.2 (шкідливий, 2-ого ступеню)	клас 2 (припустимий)	Робоче місце не відповідає вимогам забезпечення ЗІЗ
РМ2	клас 3.1 (шкідливий, 2-ого ступеню)	клас 2 (припустимий)	Робоче місце не відповідає вимогам забезпечення ЗІЗ
РМ3	клас 3.1 (шкідливий, 1-ого ступеню)	клас 2 (припустимий)	Робоче місце не відповідає вимогам забезпечення ЗІЗ
РМ4	клас 3.2 (шкідливий, 2-ого ступеню)	клас 2 (припустимий)	Робоче місце не відповідає вимогам забезпечення ЗІЗ

Для визначення ризиків використовувалася система Елмері. Результати оцінки наведено в табл.2.2.

Таблиця 2.2 - Кількісні оцінки виробничого ризику для робочого місця токаря

Позначення робочого місця	Оцінка ризику згідно індексу ОВР, %
PM1	58
PM2	63
PM3	74
PM4	67

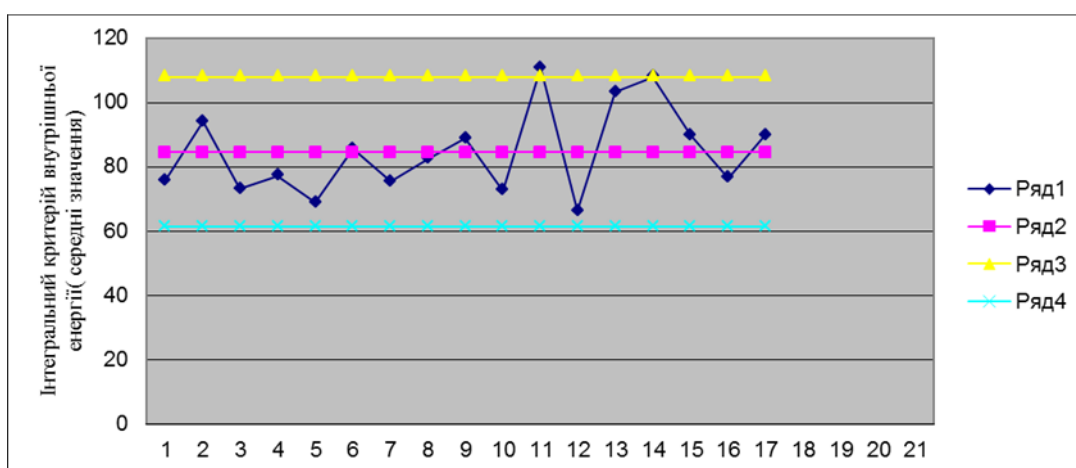
2.2. Визначення рівня ризику, пов'язаного з функціональним станом

Проводились дослідження функціонального стану студентів у навчальній групі протягом навчального року, використовувався інтегральний метод оцінки функціонального стану та прилад «Діагноз». Результати дослідження інтегрального критерію внутрішньої енергії (ІК) наведено в таблиці 2.3.

Під час оцінки статистичних даних визначалось середнє арифметичне значення вибірки, середнє квадратичне відхилення, використовувався метод контрольних карт, який дозволяє відслідкувати стан процесу в часі. Результати приведено на рис.2.1.,2.1.

Таблиця 2.3-Інтегральний критерій (ІК) внутрішньої енергії

№	1-й семестр			2-й семестр		
	Початок семестру	Середина семестру	Кінець семестру	Початок семестру	Середина семестру	Кінець семестру
1	96,3	108,3	97	105,6	131,6	127,9
2	124,4	124	125,8	114,1	116,8	119,1
3	96,2	96,5	90,4	94	117,2	142,5
4	88,7	108	86	106,3	109,2	129,1
5	89,1	90,7	88,8	91	122,6	118,8
6	107,7	114,2	102,8	109,1	108,2	102,2
7	96,5	99	100	111,8	99,1	120,4
8	95,9	113	115	109,8	115,2	108,3
9	115,5	115,3	108,8	115	137,5	117,1
10	95,5	92,5	97,1	90,8	88,2	108,5
11	143,3	144,4	143	144,8	139,9	142,9
12	95,8	78,7	84,2	90,8	88,2	86,7
13	136,4	131,8	132,7	133,5	116,6	124,8
14	139,7	139,1	139,5	133,9	134	138
15	113,6	115,4	109,8	109,8	122,1	120
16	95,8	97,1	118,8	117,6	121,9	113,7
17	113,1	114,1	94,2	94,4	94,6	104,5



Студент

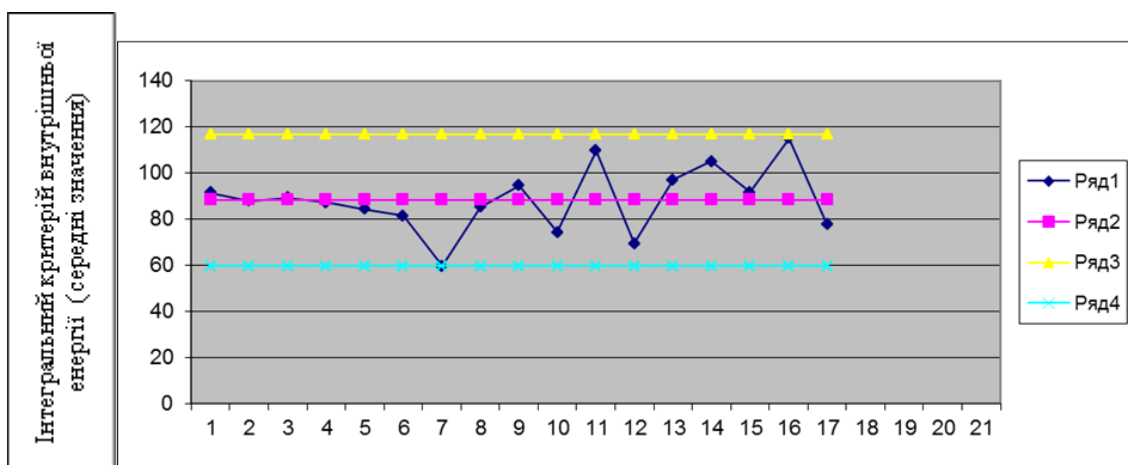
Рис. 2.1. Контрольна карта1 середніх значень ІК студентів
(1-й семестр)

Ряд 1 - інтегральний критерій внутрішньої енергії студента

Ряд 2 - інтегральний критерій внутрішньої енергії

Ряд 3 - верхня межа

Ряд 4 - нижня межа



Студент

Рис. 2.2. Контрольна карта 2 середніх значень ІК студентів
(2-й семестр)

Ряд 1 - інтегральний критерій внутрішньої енергії студента

Ряд 2 - інтегральний критерій внутрішньої енергії

Ряд 3 - верхня межа

Ряд 4- нижня межа

Отримані результати дозволяють зробити висновки, що середні значення ІК протягом 1-го семестру одного студенту наближаються до верхньої, одного – до нижньої межі та одного знаходяться за межами верхньої межі, а одного студенту протягом 2-го семестру наближаються до нижньої межі, двох до верхньої. Негативні зміни відбуваються протягом семестрів у сьомого, одинадцятого, чотирнадцятого та шістнадцятого досліджуваного. Це свідчить про те, що рівень енергетичного стану (ІК) шести студентів із сімнадцяти, а особливо трьох потребує більш детальнішого дослідження та корекції.

На основі експериментальних даних побудовано точкові графіки для лівої та правої підгруп систем протягом семестру, для чоловіків та жінок (рис.2.3-2.6). Наявність асиметрії лівої та правої підгруп підсистем свідчить про зміни у функціональному стані під впливом факторів виробничого середовища протягом навчання.

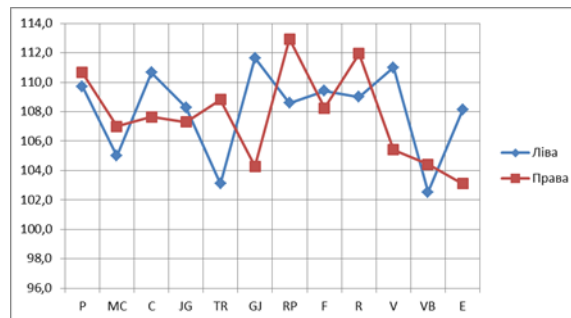
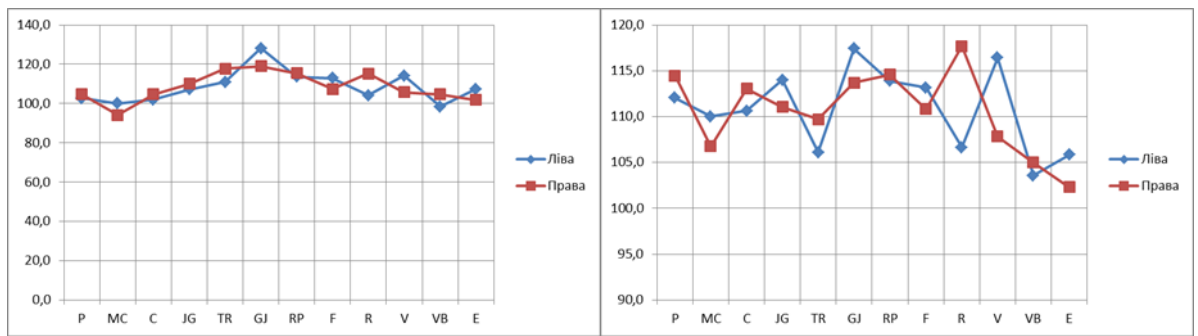


Рис.2.3. Точковий графік для лівої та правої підгруп систем протягом 1-го семестру

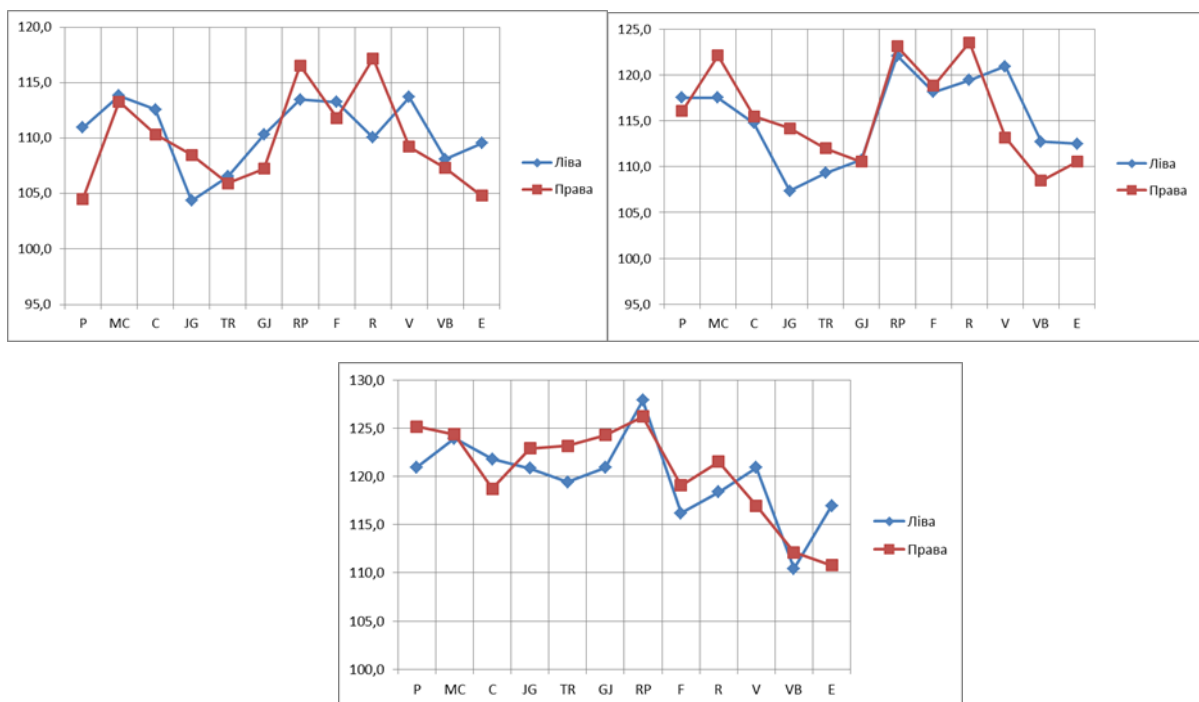


Рис. 2.4. Точковий графік для лівої та правої підгруп систем протягом 2-го семестру

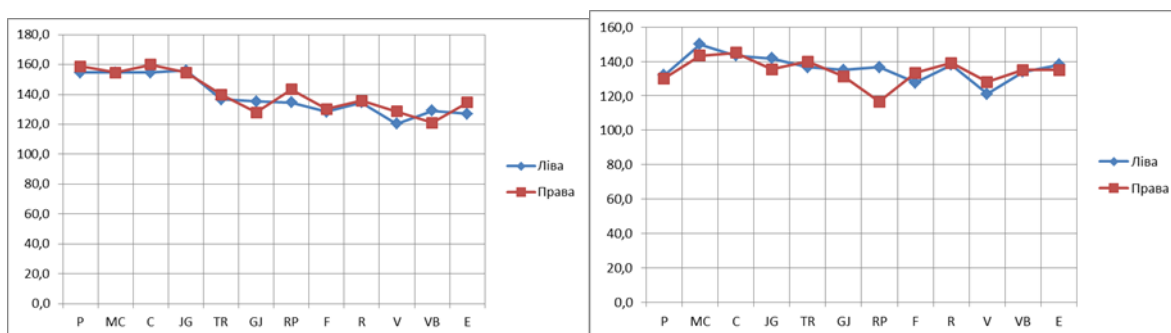


Рис.2.5. Точковий графік для лівої та правої підгруп систем для чоловіків протягом 1-го семестру

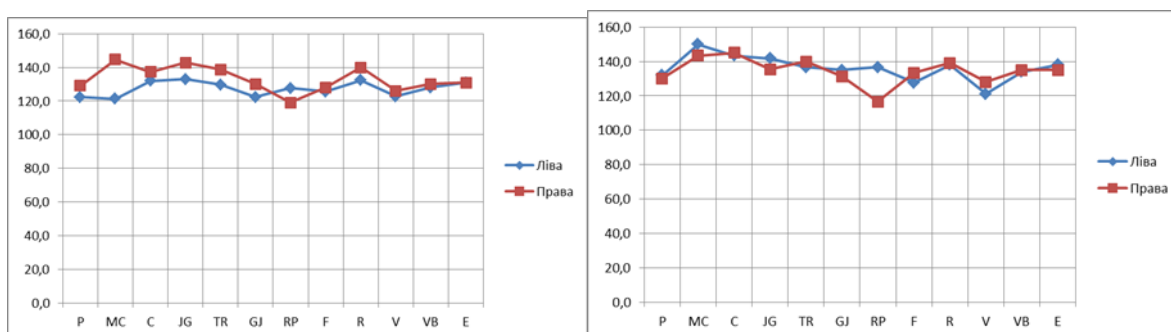
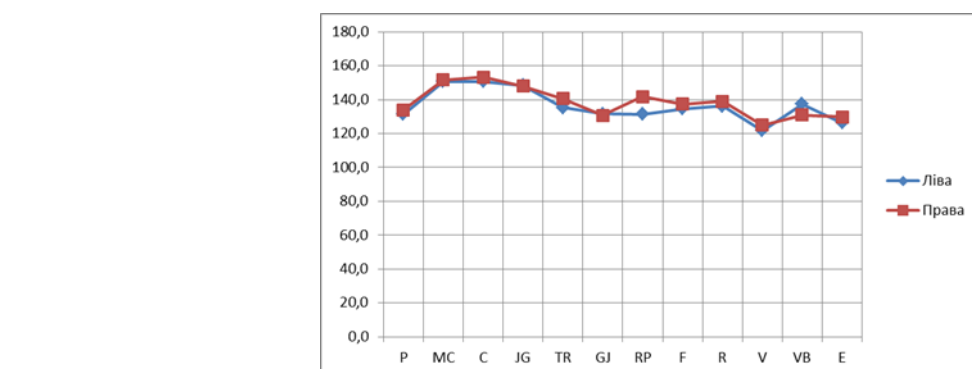
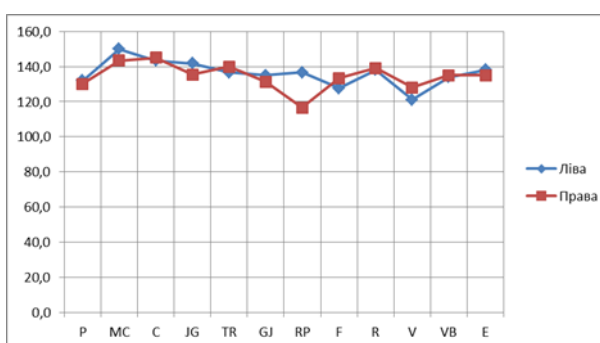


Рис.2.6. Точковий графік для лівої та правої підгруп систем для чоловіків протягом 2-го семестру



ВИСНОВКИ

Досліджено стан питання та проаналізовано критерії визначення ризиків складових системи «людина-техніка-середовище».

Проаналізовано підходи до визначення поняття «ризик» та сучасні підходи до визначення ризиків в системі «людина-техніка-середовище». Аналіз методів визначення ризиків показав, що єдиного універсального методу оцінювання небезпек на сьогоднішній день не існує. Кожен метод має свої переваги та недоліки, обмеження у застосуванні. Найбільш прийнятним варіантом для оцінки професійних ризиків на робочих місцях є поєднання суб'єктивних (експертна оцінка) і об'єктивних підходів. Основою об'єктивного підходу повинна стати оцінка на кожному робочому місці шкідливих і (або) небезпечних виробничих факторів, а також оцінка функціонального стану працівників.

Діагностика функціонального стану людини дозволить підвищити надійність, безпеку діяльності, уникнути помилкових дій, зберегти психологічне та фізичне здоров'я працюючого. Для системного, комплексного дослідження функціонального стану людини необхідно, крім тестування психологічних показників, застосовувати методики діагностики за показниками біологічно-активних точок шкіри, що дозволяє оцінити стан організму в цілому.

Запропоновано критерії ідентифікації небезпек, пов'язаних з обслуговуванням електроустановок.

Проведено дослідження безпеки системи «людина-техніка-середовище» на прикладі діяльності студентів із застосуванням системи Елмері для оцінки ризиків на робочому місці та інтегрального методу оцінки функціонального стану, за результатами якого виявлено небезпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Климова О. М. Обоснование комплексного подхода при оценке влияния вредных производственных факторов на работников машиностроительных предприятий [Текст] / О. М. Климова, К. Н. Касьянов // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. - 2008. - Ч. 2. № 6 (124). - С. 181-183.
2. Гунченко О. М. Дослідження проблеми вибору рішень в системі управління охороною праці (СУОП) машинобудівного підприємства [Текст] / О. М. Гунченко, К. М. Касьянова // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, 2008. - Ч. 2. - № 6 (124). - С. 161–165.
3. Ступницька Н.В. Підвищення ефективності планування заходів запобігання виробничому травматизму на підприємствах машинобудування [Текст]: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.26.01 / Львівська політехніка. - 1999. - 22 с.
4. Безопасность жизнедеятельности/В.Г. Иванов, Ю.С. Лис, М.Б. Смирнитская, С.Д. Тулупов [и др.]-Харьков, 2003.-360с.
5. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. Затверджено наказом МОЗ від 08.04.2014 №248 [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>
6. Гігієна праці: підручник /Ю.І. Кундієв, О.П. Яворовський, А.М. Шевченко [та інші]; за ред. акад. НАН України, НАМН України, проф. Ю.І. Кундієва, чл.-кор. НАМН України , проф . О.П . Яворовського. - К.: ВСВ «Медицина», 2011. - 904 с
7. Иванов В.Г., Иванов С.В., Филенко И.А. Теория и практика электробезопасности:Монография /В.Г. Иванов, С.В. Иванов, И.А. Филенко.- Харьков,2010.-352с.

8. Ткачук К.Н. Основы охраны труда : учебник. - 2-е издание, дополненное та перероблене /К.Н. Ткачук [та інші] ; за ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського. - К. : Основа, 2006. - 448 с.
9. Системи управління гігієною та безпекою праці. Вимоги: (OHSAS 18001:2007, IDT): ДСТУ OHSAS 18001:2010 – [Чинний від 2011-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2011.–20с.– (Національний стандарт України).
10. ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять; Надано чинності: наказ Мінекономрозвитку України від 02.05.2015 р. N 1429. Видання офіційне.-К.: Мінекономрозвитку України,2015.-20с.
11. Лис Ю.С. Оцінка ризиків в системі управління охороною праці/Ю.С. Лис//Системи обробки інформації. -Х.,2016. – Випуск 9 (146). - С.193-196
12. Асаенок, И. С. Профессиональные риски: Методология анализа и управление /И. С. Асаенок, Е. Е. Кученева, А. Ф. Минаковский. -Минск: Бестпринт, 2009. - 181 с.
13. Скакун В.О. Методи та моделі управління ризиком в проектах модернізації потенційно небезпечних об'єктів /В.О. Скакун, Ю.П. Рак //Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр.- Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2009.- №1(29). - С. 11-17. - Режим доступу:<http://www.pmdp.org.ua/images/Journal/29/09svopno.pdf>
14. ДСТУ ІЕС/ISO 31010:2013. Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику (ІЕС/ISO 31010:2009, IDT); Надано чинності: наказ Мінекономрозвитку від 11.12.2013 р. № 1469.-К.:Міне-коном розвитку, 2015.- 74 с.
15. Пособие по наблюдению за условиями труда на рабочем месте в промышленности. Система Элмери. (2-е обновленное издание) //Институт профессионального здравоохранения Финляндии.– Хельсинки, 2000.- 26 с.
16. Мерви Муртонен. Оценка рисков на рабочем месте - практическое пособие: серия Охрана труда:Международный опыт. Выпуск 1.-М.: Субрегиональное бюро МОТ для стран Европы и Центральной Азии, 2007. - 64с.

17. Лис Ю.С. Оцінка ризиків в системі управління охороною праці/Ю.С. Лис//Системи обробки інформації. -Х.,2016. – Випуск 9 (146). - С.193-196
18. Основы инженерной психологии / Б.Ф. Ломов [и др.] ; под ред. Б.Ф. Ломов. М.: Высш.шк., 1986.
19. Мигаль В. П. Структурно-функціональний підхід до аналізу безпеки складних технічних систем/В.П.Мигаль, Г. В. Мигаль // Вісник ЛДУ БЖД №12, 2015.-С.142-149.
20. Психофизиология оператора в системах человек-машина /К.А.Иванов-Муромский, О.Н.Лукьянова, В.А.Черноморец [и др.] Киев:Наук.думка, 1980.-160с.
21. Філенко, І. О. Психосомотичні аспекти операторської діяльності / І. О. Філенко // Вісник Харківського державного педагогічного університету ім. Г. С. Сковороди. Серія:Психологія.- Харків: ХДПУ, 2003. - Вип. 10.- С. 196-202.
22. Приборная реализация методов рефлексодиагностики и терапии (Накатани и Фоль)/ [Иванов В.Г., Панков Е.Я., Вязовский В.А., Иванов С.В.], Харьков, 1994.-189с.