

УДК 613.63

О.В. Пивовар-Томалья

Національний військово-медичний клінічний центр  
«Головний військовий клінічний госпіталь» МО України, Київ

## ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА ЛІКУВАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ НА МЕДИЧНИЙ ПЕРСОНАЛ

Ідентифіковано і систематизовано шкідливі фактори фізичної природи виробничого середовища лікувально-профілактичних закладів, визначено їх взаємозв'язок і чинники, які мають найбільший негативний вплив на здоров'я медичних працівників. Проведено якісний аналіз фізичних факторів, який дає змогу без числових розрахунків оцінити ризик отримання медичним персоналом професійного захворювання, а також значно спрощує управління ризиками і визначення їх кількісних значень.

**Ключові слова:** фізичні фактори, якісний аналіз, професійні захворювання, ризик.

### Обґрунтування проблеми

На теперішній час важко уявити будь-яку галузь медицини без використання медичного обладнання. Щороку з'являються усе нові прилади медичного призначення, які більш удосконалені для постановки вірного діагнозу, кращого лікування або менш травматичного оперативного втручання. З одного боку така велика кількість апаратури полегшує роботу лікарів, а з іншого шкідлива дія фізичного фактору на здоров'я медичного працівника теж суттєво збільшується. До шкідливих чинників фізичної і механічної природи належать: енергія електромагнітних коливань (видиме, ультрафіолетове, інфрачервоне, лазерне, радіохвильове випромінювання тощо), енергія внутрішньоатомних перетворень ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -, нейронне випромінювання), енергія механічних перетворень (шум, вібрація, ультразвук, інфразвук), а також метрологічні чинники (температура, вологість та швидкість руху повітря).

Згідно статистичних даних професійні захворювання медичних працівників внаслідок дії фізичних факторів лікувально-профілактичних закладів (ЛПЗ) мають невеликий відсоток у порівнянні з біологічними і хімічними чинниками виробничого середовища [1]. Але негативна дія факторів фізичної природи на здоров'я медичного персоналу має ряд особливостей. По-перше, незначний вплив випромінювань і енергій механічних коливань протягом багатьох років призводить до розладів нервової, ендокринної і серцево-судинної систем. Такі захворювання важко діагностувати на ранніх стадіях і ще важче довести їх взаємозв'язок з впливом фізичних чинників. По-друге, вплив деяких видів випромінювань має накопичувальний ефект і працівник може захворіти через багато років або негативні наслідки відобразяться на наступних поколіннях. Щоб проаналізувати взаємозв'язок різних складових робочого процесу в ЛПЗ застосуємо модель побудови дерева подій (ДП) для фізичних факторів виробничого

середовища, яка дасть змогу систематизувати небезпечні чинники, ідентифікувати найбільш небезпечні з них, щоб вчасно запобігти розвитку професійних захворювань працівників.

### Ідентифікація складових дерева подій для факторів фізичної природи ЛПЗ

Головною метою побудови дерева подій для фізичних факторів є розгляд основних ланок ризиків, на які здатні впливати чи медичний персонал, чи керівництво лікувально-профілактичного закладу, чи контролюючі органи. Головною причиною професійних захворювань медичних працівників від дії фізичного фактору є перевищення або відсутність гранично-допустимих рівнів, яке можливе завдяки багатьом складовим. Першою складовою є неналежна робота медичного обладнання із-за перевищення ресурсу роботи ( $X_{\text{П}}$ ): більшість медичних апаратів, особливо в районних центрах України, вдвічі, а той втричі вичерпало свій ресурс; відсутністю або несвоечасністю метрологічного контролю ( $X_{\text{Д}}$ ), а також несвоечасною перевіркою і ремонтом обладнання інженерними службами ЛПЗ ( $X_{\text{Б}}$ ).

У медичній практиці майже не існує повністю автоматизованих систем, які б не залежали від людського чинника. Тому при роботі з медичною апаратурою дуже важливо мінімізувати помилки персоналу, які можливі з двох основних причин. Першою причиною є нервово-емоційний стан працівника ( $X_{\text{І}}$ ): при перевтомі знижується концентрація уваги і погіршується пам'ять, а в стресових випадках при збудженні нервової системи збільшується ризик помилкових дій. Другою причиною є недосконалі знання лікарів і медичних сестер з принципами роботи медичного обладнання ( $X_{\text{З}}$ ). В теперішній час медична апаратура на порядок складніша, але й набагато інформативніша за попередні аналоги. Покращення і вдосконалення обладнання медичного призначення потребує висо-

кої кваліфікації працівників, які з нею працюють, що є запорукою не лише правильно поставленого діагнозу, лікування чи оперативного втручання, але й своєчасного виявлення недоліків у роботі апарату.

Другою важливою складовою перевищення ГДР фізичних факторів є недоліки дозиметричного контролю: відсутність індивідуальних накопичувачів ( $Y_{F1}$ ) і нерегулярність або недосконалість дозиметричного контролю ( $Y_{F2}$ ) для переносних апаратів. Всі медичні працівники, які працюють під впливом іонізуючого випромінювання, повинні носити індивідуальні накопичувачі, завдяки яким визначають, яку дозу опромінення вони отримали за певний проміжок часу. Більшість лікувальних закладів не використовують накопичувачів, так як обробка даних, тобто визначення отриманої дози медичним працівником в процесі роботи, проводиться сторонніми організаціями на платній основі. Вартість цих послуг постійно підвищується і за останні п'ять років виросла більш ніж в десять разів.

В порівнянні з біологічними і хімічними чинниками виробничого середовища ЛПЗ, фізичні фактори мають менш негативний вплив на здоров'я медичного персоналу завдяки сучасним засобам контролю, захисту і профілактики.

Але при такому стрімкому розвитку медичної техніки, ефективність гігієнічного нормування фізичного фактору зменшується. Більшість з існуючих нормативів були встановлені в 70-80 роках минулого століття, а потім лише перевидані за часів незалежної України. Потрібно відмітити, що за останні десятиріччя розвиток медичної техніки набув небувалого розмаху. Кількість і якість апаратури щороку змінюється, при цьому гранично-допустимі рівні майже не корегуються ( $Y_{F3}$ ). В більшості випадків негативний вплив фізичних і механічних чинників має комплексний характер ( $Y_{F4}$ ), що також потрібно враховувати для попередження професійних захворювань медичних працівників [2]. Підвищеному рівню ГДР також сприяють невідповідність площі приміщень до кількості розташованої в ній апаратури ( $Y_{F5}$ ) і неналежне виконання санітарно-гігієнічних заходів ( $Z_{F1}$ ).

Дуже важливою складовою ДП фізичних факторів є засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) персоналу: нехтування медичним персоналом ЗІЗ ( $Z_{F2}$ ) і несвоєчасна заміна ЗІЗ з вичерпаним терміном експлуатації і неякісна перевірка їх на цілісність ( $Z_{F3}$ ), а також брак коштів на придбання ЗІЗ

належної якості ( $Z_{F4}$ ) піддає медичний персонал певному ризику. Крім контролю за обов'язковим використанням ЗІЗ, керівництво закладу повинно слідкувати за якістю проведення медичних оглядів працівників ( $Z_{F5}$ ), які працюють під впливом шкідливих факторів і своєчасно відсторонювати від роботи персонал, який має протипоказання в зв'язку з певним захворюванням.

## Якісна оцінка ризиків фізичних факторів

Вищепераховані фізичні фактори в комплексі чи поодиночки можуть призводити до професійних захворювань медичного персоналу різної ступені важкості. Але вплив того чи іншого фактору буде мати різні наслідки, і для того, щоб категорувати усі чинники фізичної природи виробничого середовища (в подальшому події) потрібно провести якісний аналіз Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), який дозволить оцінити фактори по вагомості наслідків, враховуючи їх частоту виникнення.

Відповідно до міжнародного стандарту (ГОСТ 27.310-95) на основі характеристик вагомості наслідків ризиків і якісних оцінок частоти подій складається матриця «імовірність події – вагомість наслідків» для ранжування ризиків за усталеною практикою у галузі (табл. 1). Якісні оцінки частоти подій дозволяють без числових розрахунків виконати спрощений аналіз оцінки ризиків. Це дасть змогу визначити, які з вищеперахованих фізичних чинників виробничого середовища ЛПЗ слід розглянути детально, а для яких факторів достатньо лише якісного аналізу. В табл. 2 приведені показники, що рекомендуються, індекси рівня і критерії критичності по імовірності і вагомості наслідків подій.

Фактори фізичної природи виробничого середовища ЛПЗ, які мають ранг А і В потребують подальшого кількісного аналізу, який може бути представлений у вигляді моделей дерева подій і розрахований за допомогою кодів імовірнісного аналізу безпеки типу SAPHIR [3]. Завдяки якісному аналізу визначено, що найбільший ризик для здоров'я медичних працівників становлять неналежна робота медичного обладнання із-за перевищеного терміну його експлуатації, недоліки дозиметричного контролю і відсутність індивідуальних накопичувачів, а також несвоєчасна заміна засобів індивідуального захисту і нехтування ними персоналом лікувального закладу.

Таблиця 1

Шкала категорій вагомості наслідків подій

Категорія вагомості наслідків подій	Характеристика вагомості наслідків подій
IV	Захворювання медичного персоналу, внаслідок яких працівник отримав інвалідність або отримане захворювання не піддається лікуванню і має незворотні наслідки
III	Захворювання медичного персоналу, які потребують тривалого (понад 1 місяць) лікування або мають хронічний характер
II	Захворювання працівників під час виконання своїх професійних обов'язків і потребують лікування від 1 тижня до 1 місяця
I	Гострі форми захворювань, які можливо усунути протягом одного тижня.

Таблиця 2

Матриця «імовірність події – вагомість наслідків» для ранжування подій

Очікувана частота виникнення на рік		Вагомість наслідків (категорії подій)			
		IV	III	II	I
Часта подія	$> 1$	A	A	A	C
Ймовірна подія	$1 - 10^{-2}$	A	A	B	C
Можлива подія	$10^{-2} - 10^{-4}$	A	B	B	C
Рідкісна подія	$10^{-4} - 10^{-6}$	A	B	C	D
Практично неімовірна подія	$< 10^{-6}$	B	C	C	D

**Примітка.** Категорії подій: IV – катастрофічна; III – критична; II – некритична; I – подія з нехтувально-малими наслідками. Ранги подій: A – обов'язковий поглиблений кількісний аналіз критичності; B – бажаний кількісний аналіз критичності; C – можна обмежитися якісним аналізом; D – аналіз вживання заходів безпеки не потрібні.

Таблиця 3

Якісний аналіз фізичних факторів лікувально-профілактичних закладів

Подія	Частота	Категорія	Ранг
X <sub>п1</sub>	$> 1$	III	A
X <sub>п2</sub>	$10^{-2} - 10^{-4}$	I	C
X <sub>п3</sub>	$1 - 10^{-2}$	II	B
X <sub>п4</sub>	$1 - 10^{-2}$	II	B
X <sub>п5</sub>	$1 - 10^{-2}$	II	B
Y <sub>п1</sub>	$> 1$	II	A
Y <sub>п2</sub>	$10^{-4} - 10^{-6}$	II	C
Y <sub>п3</sub>	$1 - 10^{-2}$	II	B
Y <sub>п4</sub>	$1 - 10^{-2}$	II	B
Y <sub>п5</sub>	$10^{-2} - 10^{-4}$	II	A
Z <sub>п1</sub>	$10^{-2} - 10^{-4}$	I	C
Z <sub>п2</sub>	$> 1$	II	A
Z <sub>п3</sub>	$1 - 10^{-2}$	II	B
Z <sub>п4</sub>	$> 1$	II	A
Z <sub>п5</sub>	$1 - 10^{-2}$	I	C

Також важливим чинником попередження професійних захворювань є своєчасне виявлення і усунення несправностей в роботі апаратів, яке залежить від сумлінної праці медичних працівників і інженерів по ремонту медичного обладнання.

## Висновки

Завдяки якісному аналізу фізичних факторів лікувально-профілактичних закладів встановлено

вагомість кожної складової дерева подій, що спрощує подальший розрахунок кількісних оцінок ризику шкідливих факторів.

Даний аналіз дає змогу визначити взаємозв'язок між негативними чинниками фізичної природи за допомогою мінімальних перетинів послідовності подій і попередити розвиток професійних захворювань у медичних працівників.

Для кожного лікувального закладу чи навіть відділення такий спрощений варіант визначення головних негативних факторів ризику є зручним інструментом для прийняття організаційних і профілактичних заходів.

## Список літератури

1. Профессиональные заболевания медицинских работников / МЗ Рос. Федерации. Самар. гос. мед. университет. – Самара, 1998. – 197 с.
2. Мороз В.М. Охрана праці в медицині та фармації / В.М. Мороз, І.В. Сергета, Н.М. Фецул, М.П. Олійник. – Вінниця: НОВА КНИГА, 2005. – 544 с.
3. Бегун В.В. Безпека життєдіяльності (забезпечення соціальної, техногенної та природної безпеки): навч. посібник / В.В. Бегун, І.М. Науменко. – К., 2004. – 328 с.

Надійшла до редколегії 14.06.2016

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.А. Глива, Національний авіаційний університет, Київ.

## КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ НА МЕДИЦИНСКИЙ ПЕРСОНАЛ

О.В. Пивовар-Томалья

Идентифицированы и систематизированы вредные факторы физической природы производственной среды лечебно-профилактических учреждений, определена их взаимосвязь и факторы, которые оказывают наибольшее негативное влияние на здоровье медицинских работников. Проведен качественный анализ физических факторов, который позволяет без числовых расчетов оценить риск получения медицинским персоналом профессионального заболевания, а также значительно упрощает управление рисками и определение их количественных значений.

**Ключевые слова:** физические факторы, качественный анализ, профессиональные заболевания, риск.

## QUALITATIVE ANALYSIS OF THE IMPACT OF PHYSICAL FACTORS OF THE WORKING ENVIRONMENT OF HEALTH FACILITIES FOR MEDICAL STAFF

O.V. Pyvovar-Tomalya

Identified and classified hazards the physical nature of the working environment of health care institutions, defined their relationship and the factors that have the greatest negative impact on the health of health care workers. A qualitative analysis of physical factors, which allows without numerical calculations to estimate the risk of medical personnel occupational disease, and significantly simplifies the management of risks and the determination of their quantitative values.

**Keywords:** physical factors, qualitative analysis, occupational diseases, risk.