

Пересецкий.– М.: Дело, 1998. – 248 с.

Стаття надійшла до редакції 04.11.2014 р.

УДК 331.451

**К. О. Левчук**, к. е. н., доц., **Р. Я. Романюк**, к. т. н. (Дніпродзержинський державний технічний університет)

## **АНАЛІЗ ЧИННИКІВ, ЯКІ ВИКЛИКАЮТЬ ВТОМУ, ТА ЇЇ ВПЛИВ НА БЕЗПЕКУ ПРАЦІ**

**E. A. Levchuk, R. J. Romaniuk** (Dneprodzerzhinsk state technical university)

## **THE ANALYSIS OF FACTORS WHICH CAUSE WEARINESS, AND ITS INFLUENCE ON SAFETY OF WORK**

*Проаналізовані основні причини появи втоми у працівників та розглянуто її вплив на стан здоров'я людей та працездатність. Розроблені рекомендації щодо зменшення проявів втоми різних видів, в тому числі, і професійної, недопущення її глибоких стадій, а також прискорення відновлення сил і працездатності без шкоди для здоров'я працівників.*

**Ключові слова:** втома, симптоми, працездатність, профілактика, рекомендації.

*Проанализированы основные причины появления усталости у работников и рассмотрено её влияние на состояние здоровья людей и трудоспособность. Приведены: степени усталости работников, которые возникают под влиянием производственных нагрузок, их характеристика, симптомы и влияние на выполнение своих профессиональных обязанностей. Разработаны рекомендации по уменьшению проявлений усталости разных видов, в том числе, и профессиональной, недопущению её глубоких стадий, а также ускорению восстановления сил и трудоспособности без вреда для здоровья работников.*

**Ключевые слова:** усталость, симптомы, трудоспособность, профилактика, рекомендации.

*Principal causes of occurrence of weariness at workers are analysed and its influence on a state of health people and work capacity is considered. Are resulted: degrees of weariness workers which arise under the influence of labour loads, their characteristic, symptoms and influence on fulfillment of the professional obligations. Including, and professional, not to an assumption of its deep stages, and also acceleration of restoration forces and work capacity without harm recommendations about reduction of displays weariness of different kinds are developed for health of workers.*

**Keywords:** weariness, symptoms, work capacity, preventive maintenance, recommendations.

**Вступ.** Під поняттям "втома" розуміють комплекс відчуттів, що супроводжують розвиток стану стомлення, та охоплює широкий діапазон явищ. Воно не має єдиного і досить точного визначення.

Згідно з однією точкою зору, втома – фізіологічний стан організму, що характеризується тимчасовим зниженням його функціональних можливостей під впливом інтенсивної або тривалої праці, який виражається в погіршенні її кількісних і якісних показників та в дискоординації фізіологічних функцій. Втома може бути фізіологічною та психологічною, і характеризується об'єктивними та суб'єктивними показниками.

Фізіологічна втома пов'язана з постачанням енергією м'язів і видаленням продуктів обміну. Якщо порушується кровообіг, виникає відчуття болю і продуктивність падає. Психологічна втома проявляється в зміні відчуттів та оцінок, вона вкрай непостійна і піддана надзвичайно різким коливанням навіть при незначній зміні умов, а особливо при зміні морального стану. Об'єктивними показниками втоми є зміна продуктивності праці, суб'єктивними – зміна самопочуття і якості пізнавальних процесів [1].

Характер втоми залежить від виду трудової діяльності, оскільки функціональні зміни в організмі локалізуються там, де існує найбільше навантаження. Виходячи із цього, втома поділяється на фізичну та розумову. Існує ще один поділ на загальну, локальну, зорову, м'язову тощо. Однак цей поділ досить умовний і немає чітких критеріїв для визначення.

Працездатність може бути знижена не тільки в результаті роботи, але і внаслідок хвороби, незадовільних умов праці (інтенсивний шум, недостатня освітленість) або інших умов. У цих випадках зниження працездатності є наслідком порушення функціонального стану організму.

Суспільство, в якому ми живемо, функціонує цілодобово, і багато людей працюють ненормовано, у будь-який час доби, без вихідних та свят, тому вони відчувають підвищений рівень втоми. Тому в багатьох роботах дослідження втоми людини проводять разом із дослідженнями сну [2], і вважається, що головними причинами втоми є недостатній сон та його тривала відсутність.

У зв'язку з цим, втома – фізіологічний стан організму, що виникає в результаті надмірної діяльності і який проявляється зниженням пильності та працездатності, внаслідок чого настає сон [3].

Крім істотної несприятливої дії на працездатність, надмірна втома негативно впливає на стан здоров'я та самопочуття працівників, погіршує результати праці та є однією із причин нещасних випадків на підприємствах.

**Ціль та завдання.** Метою роботи є аналіз причин, які викликають втому, визначення симптомів та впливу її на працівників, а також розробка рекомендацій з метою її максимального зниження.

**Результати досліджень.** Як показують чисельні дослідження, втома може бути викликана багатьма причинами: проблемами, пов'язаними зі сном, тривалістю робочого дня, роботою без вихідних, високим робочим навантаженням, умовами навколишнього середовища, зміною часових поясів, не достатньою енергією працівника, яка викликана недоїданням або невірним щоденним раціоном, вживанням великої кількості небажаних продуктів та речовин (надмірне вживання кофеїну, продуктів, що призводять до алергії), зневодненням організму, станом здоров'я (зниження функції щитовидної

залози, діабет, захворювання серця), вживанням алкоголю та наркотиків. Крім цього, до причин втоми відносять депресію та синдром хронічної втоми.

Особливо з порушеннями сну стикаються працівники, які працюють по змінному графіку роботи, оскільки вони повинні працювати в умовах, коли порушуються їх біоритми, що в подальшому призводить до безсоння. Як показують дослідження, найбільша втома пов'язана з нічними змінами та змінами, які починаються рано вранці, а також при роботі з ненормованим графіком, що негативно впливає на серце, мозок та шлунково-кишковий тракт.

Відчуття втоми та її величина залежить від індивідуальних особливостей та характеру праці. Значно скоріше вона наступає при виконанні монотонної роботи, неорганізованості робочого місця, некомфортних та незадовільних умовах праці, праці без вихідних, відпусток, конфліктах з керівництвом, колегами та інші.

Важливу роль у появі втоми грає також відносини людини до роботи, що виконується. Відомо, що у більшості працівників в період емоційного підйому тривалий час не виникають ознаки та почуття втоми, а коли необхідно продовжувати інтенсивну роботу в стані втоми, то людина витрачає додаткові сили і енергію, змінюються показники окремих функцій організму (наприклад при фізичній праці частішають подих і серцебиття). При цьому продуктивність праці знижується, а ознаки втоми посилюються [3].

Втома негативно впливає на емоції та знижує терплячість до навколишнього середовища, в стані втоми людина стає нервовою та дратівливою, втрачається ініціатива та мотивація, знижується бажання до спілкування та співробітництва. В стані втоми мова стає менш зрозумілою, працівник стає менш уважним та забудькуватим, можлива короткочасна втрата пам'яті, допущення помилок, зниження уваги, неможливість виконувати декілька завдань одночасно, погіршуються процеси, пов'язані з ефективним вирішенням задач, пошуком найліпших та альтернативних варіантів рішення. В стані втоми працівник може завзято намагатися використовувати одно й те ж рішення, навіть, якщо воно невірне. Втома також впливає на здатність оцінювати ризики – чим більше втома, тим працівник більш схильний порушувати правила та безпеку праці.

Для оцінки втоми використовуються різні методики: аналіз продуктивності праці, вимір середньої тривалості виконання операції, аналіз ритмічності праці, реєстрація функціональних змін організму (показники: витривалість відносно стандартного м'язового зусилля, об'єм короткотривалої пам'яті, час простої і складної зорово-моторних реакцій, час переключення уваги, критична частота злиття мерехтінь), аналіз психологічних функцій людини.

В залежності від функціональних змін в організмі працюючих під впливом трудових навантажень розрізняють чотири ступеня втоми (табл.1) [1].

В стані маловираженої і помірної втоми трудова діяльність можлива, оскільки вона підвищує тренуваність організму і може продовжуватися

протягом третини робочого часу. При вираженій і сильновираженій втомі працездатність знижується, відновлювальні процеси протягом 16-24 годин після роботи можуть бути недостатніми, у зв'язку з чим несприятливі зміни в організмі акумулюються. Якщо ці зрушення не проходять і за вихідні дні, то розвивається так звана хронічна втома.

Вважається, що час відновлення нормального стану організму працівника під час відпочинку свідчить про ступінь розвитку втоми. Якщо відновлювальний період становить не більше 10-15 хвилин, то ступінь втоми незначний, при тривалості відновлювального періоду не менш як півгодини – має місце середній рівень втоми. При вираженій і сильновираженій втомі відновлювальні процеси затягуються до наступного робочого дня, що є ознакою накопичення втоми.

Таблиця 1. Ступені втоми в залежності від функціональних змін в організмі працюючих

Ступінь	Характеристика	Симптоми	Виконання своїх трудових обов'язків
I (маловиражена, або фаза початкових порушень реакцій)	Мало чим відрізняється від початкового функціонального стану.	Помилки при виконанні точних рухів з незначними м'язовими зусиллями у зв'язку з невідповідністю силових дій з боку працівника.	Робота з помірними і максимальними зусиллями виконується без істотних змін.
II (помірна)	Незначне зниження працездатності витривалості, загальна працездатність близька до початкового рівня.	Збільшення кількості помилок при виконанні дій, які вимагають незначних або максимальних м'язових зусиль.	Перші виконуються з надмірними зусиллями, а другі – з меншими, у порівнянні з початковими значеннями.
III (виражена)	Відчутне зменшення працездатності і витривалості рухового апарату.	Час реакцій збільшується, швидкість оптимальних і максимальних робочих реакцій уповільнюється, м'язова сила при виконанні максимальних зусиль зменшується. Мінімальні м'язові зусилля виконуються з надмірною силою в 2-2,5 рази, тобто мають місце чітко виражені парадоксальні реакції.	Загальна працездатність зменшується.

Продовження табл. 1

Ступінь	Характеристика	Симптоми	Виконання своїх трудових обов'язків
IV (сильновивражена)	Супроводжується ультрапарадоксальними реакціями.	Всі позитивні сигнали працівником не сприймаються, а негативні викликають позитивні реакції.	Відбуваються помилки, аварії, нещасні випадки тощо.

Втома, яка розвивається під впливом трудової діяльності, має назву професійної. Це, як правило, явище накопичувального характеру. З нею пов'язують такі суб'єктивні відчуття, як небажання працювати, дратівливість, загальна слабкість, сонливість, зниження уваги, бажання скоріше розправитися із завданням, зниження працездатності, погіршення відносин з колегами.

Причини професійної втоми можна умовно розділити на зовнішні, тобто умови, що створилися, або особливості діяльності, характеристики того середовища, в якій працівникові доводиться перебувати (одноманітність роботи, низька заробітна плата, неорганізованість робочого дня, робочого місця, "аврали" на роботі, некомфортні побутові умови життя, неможливість вчасно відпочивати), і внутрішні, які обумовлені особистістю, де визначальним є людський фактор, відношення до дійсності (відсутність професійного росту, втрата інтересу до роботи, нездатність упоратися з навантаженням, відчуття власної неповноцінності, напружені відносини з колегами, конфлікти з керівництвом, недолік позитивних емоцій, підтримки неформальних контактів, страх не впоратися, не встигнути вчасно і як наслідок – підвищена тривожність) [4].

Профілактика втоми полягає у впровадженні комплексу заходів, спрямованих на зменшення її проявів, віддалення часу настання та недопущення глибоких стадій втоми, а також прискорення відновлення сил і працездатності без шкоди для здоров'я працівника.

Заходи профілактики втоми можна поділити на загальні (підвищення матеріального і культурного добробуту населення, правильна організація трудового процесу та різноманітні санітарно-гігієнічні заходи), і спеціальні (виробниче навчання і тренування, професійний відбір, раціоналізація режимів праці, заходи екстреної стимуляції працездатності).

Запобігання проявам втоми і значного підвищення працездатності організму досягають шляхом вправ і тренування в процесі систематичного повторного виконання роботи. Ефект тренування виявляється в тих випадках, коли результат повторної роботи після завершених відновних процесів вищий, ніж був раніше. Систематичні фізичні тренування зумовлюють підвищення активності окисних ферментів у скелетних м'язах.

Важливим для підтримки високої працездатності є чергування розумової праці з фізичною. Найліпші результати дає включення легкого фізичного

навантаження всередині робочого дня і після його завершення у людей розумової праці. Такі самі результати, для усунення монотонної праці, дає заміна одного виду праці іншим.

Підвищення працездатності і профілактика втоми ґрунтуються на раціональних умовах режиму праці та відпочинку. Раціональне використання часу значно підвищує ефективність виробництва. Режими праці і відпочинку мають бути спрямовані на прискорення процесу опрацювання, на максимальне подовження стабільної працездатності і віддалення на кінець зміни зниження працездатності.

Вибір раціональних режимів тісно пов'язаний зі специфікою виробництва, його ритмом, характером, важкістю та напруженістю праці, і тому, в окремих випадках, вкрай потрібне введення додаткових регламентованих перерв у разі появи перших ознак зниження працездатності.

Отже, фаза стійкої працездатності повинна підтримуватися не лише мікропаузами, які зумовлені закономірностями фізіологічних функцій людини, що відбуваються у процесі роботи. Запобігання проявам втоми в середині робочого дня досягається запровадженням перерви на обід. Кількість регламентованих перерв на відпочинок протягом робочого дня визначають залежно від ступеня і характеру втоми. Відпочинок на 5-10 хвилин при 8-ми годинному графіку роботи найсприятливіший, оскільки забезпечує найінтенсивніше відновлення фізіологічних функцій і не порушує встановлений режим праці. Перерва на обід повинна бути не пізніше ніж через 4 години після початку роботи тривалістю 30-60 хв.

Інтенсивна м'язова робота потребує триваліших перерв, а не дуже інтенсивна – частіших, але коротких. Час на відпочинок необхідно розподіляти таким чином, щоб 30-35% його припадало на першу половину зміни і 65-70% – на другу.

Відпочинок слід поєднувати із виробничою фізичною культурою, що сприяє збільшенню життєвої ємності легенів, поліпшенню діяльності серцево-судинної системи, збільшенню м'язової сили. Позитивним є також застосування м'якої музики, що сприяє запобіганню розвитку втоми. З метою зняття нервово-психологічного напруження у виробничих умовах рекомендується створювати спеціальні кімнати психофізіологічного розвантаження.

Обов'язковою ланкою ефективної профілактики втоми є організація трудового процесу. Раціональна організація передбачає найсприятливіший режим праці. В роботу слід входити поступово і зберігати певний її ритм, що сприяє виробленню навичок і сповільнює розвиток втоми. Ритмічна трудова діяльність приблизно на 20-25% продуктивніша, ніж неритмічна. Необхідно дотримуватися послідовності у виконанні роботи, вона повинна бути регулярною, організованою і плановою.

Особливе значення у запобіганні втоми мають поліпшення навколишнього середовища та покращання санітарно-гігієнічних умов праці. Численні дослідження свідчать, що ліквідація загазованості, забруднення повітря, нормалізація мікроклімату, шуму, вібрації, раціональне освітлення,

впровадження принципів естетики підвищують працездатність людини навіть у тих випадках, коли характер роботи не змінюється. Так, при температурі повітря в межах 26-30 °С працездатність зменшується наполовину порівняно з її рівнем при оптимальних умовах (18°C). В умовах підвищеного шуму (80-90 дБ) працівник витрачає в середньому на 20 % більше фізичних і нервово-психічних зусиль для збереження рівня виробітку, досягнутого в умовах нормального шуму (нижче 70 дБ) [1].

Зниженню втоми, в тому числі зорової, сприяють відповідне природне і штучне освітлення, мікрокліматичні умови. Воно проявляється через посилення обміну речовин в організмі, поліпшення роботи органів дихання і газообміну, підвищення загального тону та активності людини.

Важливе значення має раціоналізація трудових процесів. Вона включає механізацію і автоматизацію трудомістких робіт і вдосконалення трудових рухів.

Дуже важливо вибрати оптимальний темп роботи, за якого частота рухів відповідала б фізіологічним закономірностям використання рухового апарату людини. Темп трудових рухів залежить від фізичного і нервово-психічного навантаження. При цьому, чим більше навантаження, тим нижчий темп; зі зменшенням нервово-психічних навантажень темп може підвищуватися. Однак підвищення темпу має свої межі, оскільки надто високий темп призводить до швидкої втоми.

Важливою є раціональна організація робочого місця, яка має бути спрямована на те, щоб конструкція виробничого устаткування відповідала антропометричним даним і психофізіологічним можливостям працівника.

Тривала праця у вертикальному положенні може призвести до професійної патології, зокрема до варикозного розширення вен, тромбофлебіту, набряків нижніх кінцівок, плоскої стопи. Праця в положенні сидячи менше стомлює, але і за таких умов можливі застійні явища в органах таза, ускладнення з боку діяльності органів кровообігу та дихання, статичне напруження м'язів. Тому на виробництві слід передбачати можливість виконання праці і сидячи, і стоячи, щоб працівники мали змогу змінювати положення тіла. Під час проектування робочих місць слід враховувати ергономічні рекомендації у вигляді схем, на яких зображені зони розміщення органів управління в горизонтальній і вертикальній площинах під час роботи стоячи і сидячи. Висота робочої поверхні повинна визначатися залежно від характеру, важкості і точності роботи.

На рівень працездатності впливає також раціональне харчування, яке відрізняється за специфікою для робітників із різним рівнем фізичного навантаження і людей розумової праці.

Слід також відмітити і засоби екстреного підвищення працездатності та віддалення втоми. Це, зокрема, різні хімічні стимулятори. Одна група цих стимуляторів включає речовини, які впливають на обмінні процеси, зменшуючи несприятливі гуморальні зрушення. Це глюкоза, фосфати,

аскорбінова кислота, вітаміни та мікроелементи. Друга група стимуляторів включає речовини, які діють спеціально на нервову систему. До них належать фенамін, препарати лимоннику, женьшеню, кофеїн. Вони можуть давати як справжню стимуляцію за рахунок активізації відновлювального процесу по ходу роботи, так і призводити до збільшення функціональних затрат через віддалення процесу гальмування. При цьому, порушення коркової нейродинаміки погіршує якість виконання роботи, особливо там, де необхідна координація рухів [1].

Серед основних методів боротьби з професійною втомою слід зазначити: уникання небажаних контактів, повноцінний та активний відпочинок у вільний час, зміна звичної обстановки, пошук позитивних рис роботи, зміна цеху, відділу, роботи, раціональна організація свого місця, пошук “запасних” місць роботи, раціональне використання робочого часу (планування, розподіл праці, аналіз втрат часу, розстановка пріоритетів, недопущення “авралу”), недопущення стресових ситуацій [4].

### Висновки

Таким чином, втома – вкрай складне явище, яке пов’язується з фізіологічним станом організму, та характеризується зниженням пильності, працездатності, функціональних можливостей людини. Це впливає на стан здоров’я працівників, показники праці та нещасні випадки на підприємствах.

Основними причинами втоми є проблеми, пов’язані зі сном, тривалістю робочого дня, роботою без відпочинку, поганими побутовими умовами та умовами праці, харчуванням, станом здоров’я, вживанням алкоголю та наркотиків.

Для оцінки втоми використовують різні методики, пов’язані з розрахунками змін продуктивності праці, середньої тривалості виконання операції, ритмічності праці, функціональності організму та психології людини.

Для профілактики втоми використовують заходи, спрямовані на зменшення її проявів, віддалення часу настання та недопущення глибоких стадій втоми, а також прискорення відновлення сил і працездатності без шкоди для здоров’я працівника.

### Список використаних джерел

1. Крушельницька Я. В. Філософія і психологія праці / Я. В. Крушельницька. – К.: КНЕУ, 2003. – 288 с.
2. Thomas M. Neural basis of alertness and cognitive performance impairments during sleepiness. I. Effects of 24 h of sleep deprivation on waking human regional brain / M. Thomas, H. Sing, G. Belenky [and others] // Journal of Sleep Research. – 2006. – №9 (4). – P. 335-352.
3. The Lung Association. [Ел. ресурс]. – Режим доступу: [http://www.lung.ca/diseases-maladies/apnea-apnee\\_e.php](http://www.lung.ca/diseases-maladies/apnea-apnee_e.php).



4. Шипилов А. И. Профессиональная усталость и как с ней бороться / А. И. Шипилов, О. И. Шипилова // Кадры предприятия. – 2003. – №11. – С.55-60.

*Стаття надійшла до редакції 24.09.2014.*

УДК 331.468

**Т. М. Таїрова**, к. х. н., ст. наук. співр., (ДУ «ННДІПБОП»), **К. Н. Ткачук**, д. т. н., проф., **Л. О. Мітюк**, к. т. н., доц. (НТУУ «КПІ»)

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ОЦІНЮВАННЯ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ У ВУГІЛЬНОЇ ГАЛУЗІ**

**T. N. Tairova** (SI «NRIISH») **K. N. Tkachuk**, **L. O. Mitiuk** (National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»)

### **MATHEMATICAL SIMULATION INDEXES OF EVALUATION OF OCCUPATIONAL INJURIES IN THE COAL INDUSTRY**

*Досліджено тенденції змін показників оцінювання виробничого травматизму на підприємствах вугільної галузі і визначено їх прогностичні значення.*

*Побудовано математичні багатофакторні моделі, які описують залежність показників оцінювання виробничого травматизму від обсягу видобутку вугілля та інших факторів, що впливають на рівень виробничого травматизму у вугільній галузі.*

**Ключові слова:** математична модель, множинна регресія, показники оцінювання виробничого травматизму.

*Исследованы тенденции изменений показателей оценивания производственного травматизма в угольной отрасли и определены их прогнозные значения.*

*Построены математические многофакторные модели, которые описывают зависимость показателей оценки производственного травматизма от объемов добычи угля и других факторов, влияющих на уровень производственного травматизма в угольной отрасли.*

**Ключевые слова:** математическая модель, множественная регрессия, показатели оценки производственного травматизма.

*Changes of trend parameters of evaluation of occupational injuries in coal industry were investigated and their predicted values were determined.*

*The mathematical multivariate models, which describe the dependence of the estimates of occupational injuries in coal industry and other factors affecting the level of occupational injuries, were built.*

**Key words:** mathematical model, multiple regression, indexes of evaluation of occupational injuries.

**Вступ.** У всіх країнах світу високий рівень виробничого травматизму є однією з основних проблем вугільної промисловості. Порівняно з іншими