

К.В. Данова

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна*

## ДЕРЕВО ПОДІЙ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОЦІНЮВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ РИЗИКІВ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ ПРАЦІВНИКІВ ІЗ ІНВАЛІДНІСТЮ

Виконання виробничих функцій працівниками із інвалідністю пов'язано із підвищеним ризиком травмування, тому робочі місця мають організовуватися із урахуванням особливостей стану їх здоров'я з метою попередження зростання рівня травматизму та захворюваності на підприємстві. У статті розглянуто принциповий підхід до використання методу Event Tree Analysis для оцінювання ризику травмування працівника із інвалідністю, який виконує роботи на металообробному верстаті. Ризикорієнтований підхід дозволяє отримати інформацію для розробки дієвих заходів по забезпеченню безпеки працівників.

**Ключові слова:** особа із інвалідністю, охорона праці, оцінка ризику, дерево подій.

### Постановка проблеми

Сучасні світові підходи у напрямку попередження виробничого травматизму ґрунтуються на ризикорієнтованому підході, призначення якого полягає у створенні на доказовій основі інформаційної бази для прийняття рішень щодо управління ризиками задля попередження зростання рівня травматизму.

Підґрунтя для широкого впровадження ризикорієнтованого підходу створюють світові стандарти OHSAS 18001:2007 «Occupational Health and Safety Management Systems», ISO 45001:2018 «Occupational health and safety management systems. Requirement with guidance for use» та ін. [1-2].

Оцінка ризику є важливим етапом профілактичної роботи по попередженню травматизму на робочих місцях працівників, що має здійснюватися роботодавцем відповідно до Закону України «Про охорону праці», оскільки саме роботодавець несе відповідальність за створення належних та безпечних умов праці на робочих місцях [3-4].

Особливу важливість оцінка ризиків набуває при оцінці достатності заходів безпеки на робочому місці працівника із інвалідністю. Вразливість цієї категорії працівників, що обумовлена вадами у стані здоров'я, обумовлює необхідність приділення підвищеної уваги з боку керівництва до виробничого обладнання, технологічного процесу та середовища.

Управління ризиками на підприємстві здійснюється у рамках організації функціонування загальної системи менеджменту з метою попередження людських та фінансових втрат за рахунок систематичної ідентифікації небезпек, їх подальшого оцінювання та усунення шляхом розроблення відповідних коригуючих дій.

На робочих місцях працівників із інвалідністю менеджмент оцінювання ризиків має здійснюватися із урахуванням факторів, які характеризують їх стан здоров'я та рівень працездатності.

Залежно від цілей та завдань, які ставляться перед експертами, можуть застосовуватися різні методи оцінювання ризиків, однак, у будь-якому випадку, кінцевою метою є попередження втрат організації, підвищення її конкурентоспроможності шляхом підтвердження соціальної спрямованості та лідерства у вирішенні питань безпеки праці.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Стандарт ISO 45001:2018 «Occupational health and safety management systems. Requirement with guidance for use» надає основні засади щодо організації системи менеджменту ризиками на основі циклу Шухарта-Демінга Plan-Do-Check-Act (PDCA), який визначає принцип постійного поліпшення процесів менеджменту, зокрема у напрямку охорони праці [2].

Першим етапом є планування процесу управління ризиками, що передбачає встановлення й оцінювання ризиків, пов'язаних із отриманням працівником із інвалідністю травми чи створення аварійної ситуації на підприємстві; співвідношення отриманих значень ризиків із політикою компанії, а також визначення механізмів зниження ризиків, які за результатами аналізування визначені як такі, що не відповідають політиці компанії.

Наступним кроком є реалізація процесів, що визначені як пріоритетні щодо досягнення поставлених цілей у попередженні нещасних випадків та аварій.

За результатами імплементації рішень по зниженню виробничих ризиків має здійснюватися пере-

вірка їх ефективності та достатності для досягнення поставленої мети, за результатами якої визначаються подальші кроки у напрямку постійного вдосконалення показників безпеки праці на робочих місцях.

Вищезазначений процес має надавати чіткий механізм урахування обмежень життєдіяльності працівників із інвалідністю, рівень їх працездатності та визначати перелік коригуючих заходів та засобів. При цьому мають бути розроблені заходи щодо зниження рівня невизначеності при прийнятті управлінських рішень, що обумовлена недостатньою інформацією про стан здоров'я працівника та вплив на нього небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Стан здоров'я особи із інвалідністю визначається за результатами її обстеження медико-соціальною експертною комісією (МСЕК) за наступними критеріями [5]: здатність до самообслуговування, пересування, орієнтації, контролю своєї поведінки, спілкування, навчання, виконання трудової діяльності. При цьому визначається ступінь обмеження життєдіяльності (величина відхилення від норми діяльності людини) по кожному з критеріїв.

Існує три ступеня обмеження життєдіяльності: помірно виражене (I), виражене (II) та значне (III) обмеження, що характеризують ступінь порушення функцій органів і систем організму. За результатами обстеження МСЕК у ІПР особи із інвалідністю зазначає рівні обмежень життєдіяльності за кожною категорією. При цьому кількість та ступінь вираженості обмежень життєдіяльності безпосередньо впливає на здатність працівника із інвалідністю ефективно та безпечно виконувати роботу.

У табл. 1 як приклад зазначені обмеження життєдіяльності для працівника, якому встановлено II групу інвалідності внаслідок закритої черепно-мозкової травми у вигляді дисциркуляторної енцефалопатії II ступеня у поєднанні із лікворно-гіпертензивним синдромом. Це захворювання обумовлюється стійкими функціональними змінами у корі головного мозку, підвищеним внутрішньочерепним тиском, що призводить до когнітивних та рухових розладів, порушення пам'яті, зниження концентрації уваги, нестійкої ходи із можливістю падіння та ін.

Для роботодавця, який приймає працівника із інвалідністю на роботу, важливо розуміти особливості стану його здоров'я, поведінки та обмежень щодо трудового навантаження, з тим, щоб виробничий процес не призвів до травми, погіршення перебігу основного захворювання чи появи інших розладів стану здоров'я.

Важливою інформацією, що також зазначається у ІПР, є перелік та особливості реалізації реабілітаційних заходів, що спрямовані на відновлення по-

рушених функцій та систем організму або компенсування стійких порушень за допомогою організаційних та технічних засобів реабілітації.

Таблиця 1  
Обмеження життєдіяльності особи із інвалідністю у ІПР

Види обмеження	Ступінь обмеження		
	I	II	III
Самообслуговування	+	-	-
Самостійне пересування	+	-	-
Орієнтація	-	-	-
Спілкування	-	+	-
Контроль своєї поведінки	-	-	-
Здатність до навчання	-	-	-
Здатність до трудової діяльності	-	+	-

Для випадку, що був описаний вище, у ІПР стосовно трудової реабілітації зазначено, що працівникові протипоказана тяжка фізична праця, роботи на висоті та біля вогню. При цьому дозволяється працювати із рухомими механізмами.

Зрозуміло, що за такої рекомендації роботодавець має право приймати даного працівника на роботу, що пов'язана із обробкою металу на верстатах, але інформації, що зазначена у ІПР, недостатньо для розробки заходів та оцінки їх достатності для забезпечення належного рівня безпеки працівника на робочому місці. Це обумовлює зростання рівня невизначеності при оцінюванні ризику на даному робочому місці.

З іншого боку, зростання рівня невизначеності обумовлюється відсутністю регламентації гранично допустимих рівнів небезпечних та шкідливих виробничих факторів на робочих місцях працівників із інвалідністю із урахуванням нозологій працівників.

## Мета статті

Невизначеність щодо стану здоров'я працівника із інвалідністю та необхідних виробничих умов, що мають бути забезпечені, обумовлюється недостатнім рівнем інформаційного забезпечення вихідної документації, а саме ІПР особи із інвалідністю.

Метою статті є дослідження підходу до оцінювання ризиків на прикладі робочого місця працівника із інвалідністю за допомогою методики Event Tree Analysis (ETA) задля визначення механізму урахування особливостей працівників із обмеженнями життєдіяльності стосовно виявлення небезпек, що можуть викликати зростання ризику травматизму цієї категорії працівників.

## Виклад основного матеріалу

Метод ЕТА належить до групи методів аналізування сценаріїв і дозволяє графічно зобразити послідовність розвитку подій при реалізації певної небезпеки, а також вплив наявних заходів з безпеки на ефективність захисту у випадку реалізації різних сценаріїв небезпечного інциденту [6-8].

У основу даного методу покладений принцип зображення подій, що взаємно виключають одна одну, що дозволяє зобразити розвиток певного сценарію. При цьому можуть бути враховані наявні бар'єри, та фактори, що можуть сприяти покращенню ситуації та зменшенню негативних наслідків. Для побудови дерева обирається головна подія, наприклад, відмова елемента чи системи. При цьому зазначаються наявні заходи, що призначені для зменшення наслідків, які формують певний рівень дерева. Для кожного рівня визначається відносна вірогідність відмови, яка може бути отримана на базі статистичної інформації, експертних оцінок чи за результатами аналізування ризику іншим методом дослідження ризиків, наприклад Preliminary Hazard Analysis (РНА). Таким чином моделюються різні сценарії розвитку події та визначається вірогідність кожного окремого сценарію.

Розглянемо у якості головної події для проведення аналізу ситуацію, пов'язану із травмуванням працівника із інвалідністю на металооброблювальному обладнанні, а саме – на гільйотинних ножицях.

У ході аналізування безпеки виконання трудових операцій працівником із інвалідністю на даному виробничому обладнанні визначені наступні групи небезпек:

- механічна, до якої належать конструктивні невідповідності систем огороження небезпечних зон верстата;

- електрична, пов'язана із небезпекою ураження працівників електричним струмом при недотриманні вимог щодо забезпечення електричної безпеки;

- пневматична, пов'язана із можливістю перевищення тиску у пневмосистемі обладнання, накопичення конденсату та ін.;

- небезпеки системи управління, що включають у себе невідповідності систем управління верстатом, блокування та ін.

Аналіз конструктивних особливостей гільйотинних ножиць на робочому місці працівника із інвалідністю показав, що для попередження травмування при роботі на даному обладнанні впроваджені наступні заходи з безпеки, а саме:

- наявність блокувального пристрою, що вимикає обладнання при підйманні відкидного огороження ножиць;

- встановлення необхідної сили натискання на педаль управління (2,5 – 3,5 кг) для попередження помилкового спрацювання обладнання;

- пристосування для попередження мимовільного руху металу у процесі обробки.

Для задач дослідження безпеки виконання технологічних процесів працівником із інвалідністю важливо враховувати як здатність людини застосовувати засоби безпеки, що передбачені конструкцією виробничого обладнання, так і здатність системи блокування спрацювати при помилкових діях людини-оператора, які можуть статися внаслідок наявних вад у стані здоров'я.

Метод аналізування та оцінювання ризику травмування працівника ЕТА дозволяє аналізувати системи будь-якого типу, включаючи систему «Працівник із інвалідністю – виробниче обладнання».

При проведенні аналізування ризику необхідно враховувати наявні обмеження життєдіяльності працівника, що зазначені у ІПР (табл. 1):

- 1) обмеження щодо самообслуговування I ступеня (помірно виражені), що виражаються у епізодичній потребі у допомозі щодо виконання соціально-побутових функцій;

- 2) обмеження щодо пересування I ступеня (помірно виражені), що виражаються у наявності певних порушень при пересуванні, нестійкості ходи та зростанні вірогідності падіння;

- 3) обмеження щодо спілкування II ступеня, що характеризуються наявністю виражених порушень комунікативної здатності, складнощі у підтримванні суспільних взаємозв'язків, необхідністю використання допоміжних засобів;

- 4) обмеження у сфері трудової діяльності II ступеня, що характеризуються вираженими порушеннями здатності людини якісно виконувати роботу внаслідок стійкого погіршення стану здоров'я.

З наведених вище обмежень найбільш суттєвими для умов виробництва у аспекті безпеки праці є обмеження щодо пересування, оскільки вони впливають на вірогідність падіння працівника та отримання ним травм, а також обмеження у сфері трудової діяльності, що викликані станом здоров'я.

У загальному вигляді принцип використання методу ЕТА ґрунтується на теоремі умовної вірогідності [6-8]:

$$P(\zeta) = P(I_E) \cdot P(A | I_E) \cdot P(\bar{B} | I_E) \cdot P(\bar{C} | I_E),$$

де  $P(I_E)$  – вірогідність реалізації небезпечної події  $I_E$  за певним сценарієм;

$A$  – подія, що дійшла реалізації;

$\bar{B}, \bar{C}$  – події, що не реалізовані.

Реалізація небезпечної події при роботі працівника із інвалідністю на гільйотинних ножицях  $P(I_E)$  характеризується ризиком травмування працівників підприємств галузі машинобудування та металообробки, який, із урахуванням середньооблікової кіль-

кості штатних працівників за даним видом економічної діяльності (станом на січень 2019 р. – 196,1 тис. осіб [9]), а також орієнтовної кількості нещасних випадків, пов'язаних із виробництвом у цій галузі, за рік – 350 [10] становить  $1,78 \cdot 10^{-3}$ .

Представлення ступенів обмеження життєдіяльності, що зазначені у ППР, у вигляді еквівалент-

них значень вірогідності настання небажаної події – падіння працівника на робочому місці чи помилки, пов'язаної із виконанням виробничих операцій на верстатному обладнанні, дозволяє побудувати дерево подій та отримати кількісні значення вірогідності безпечного виконання виробничих завдань (рис. 1).

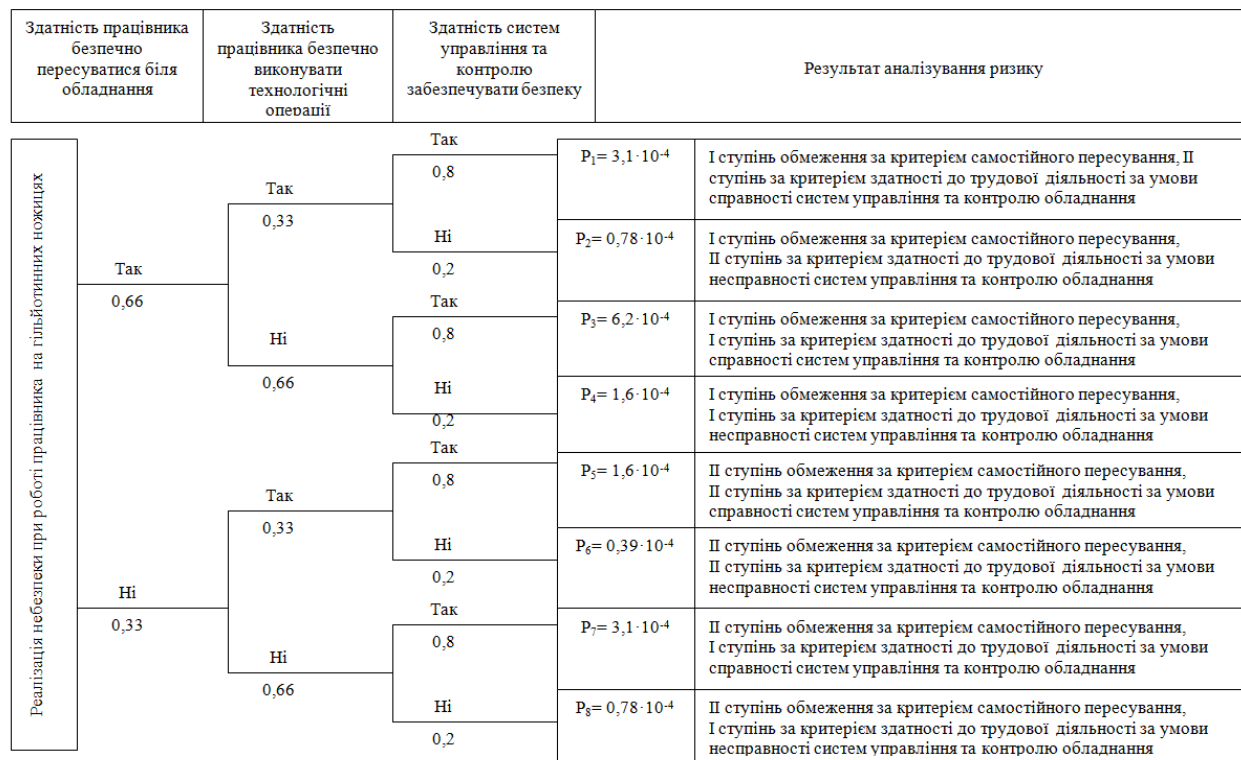


Рис. 1. Графічне представлення «дерева подій» при роботі працівника із інвалідністю на виробничому обладнанні

Реалізація даного підходу дозволяє проаналізувати вплив обмежень життєдіяльності працівника із інвалідністю та стану виробничого обладнання на безпеку праці. З отриманих результатів випливає, що наявність обмежень життєдіяльності другого ступеня у поєднанні із несправністю систем контролю безпеки верстатного обладнання призводить до зростання ризику травмування працівника у 15 разів порівняно із працівником, який має обмеження життєдіяльності I ступеня за аналогічними критеріями. Справність систем управління та контролю дозволяє компенсувати зростання ступеня обмеження життєдіяльності.

### Висновки

Виробнича діяльність працівника із інвалідністю пов'язана із підвищеною небезпекою травмування як для нього, так і для інших працівників. Тому важливо проаналізувати ризики, пов'язані із виконанням виробничих завдань, задля визначення пріоритетних напрямів попередження травмування працівника із стійкими вадами у стані здоров'я.

Використання методики Event Tree Analysis дозволяє оцінити вплив обмежень життєдіяльності працівника із інвалідністю та ефективності засобів безпеки обладнання на ризик травмування при роботі на виробничому устаткуванні.

### Література

1. Occupational Health and Safety Management Systems : OHSAS 18001:2007 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://iso-management.com/wp-content/uploads/2013/12/OHSAS-18001-2007-.pdf> (дата звернення 16.02.2019). – Назва з екрана.
2. Occupational health and safety management systems. Requirement with guidance for use : ISO 45001:2018 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://pqt-online.com/assets/files/pubs/translations/std/iso-45001-2018.pdf> (дата звернення 16.02.2019). – Назва з екрана.
3. Закон України «Про охорону праці» / Верховна Рада України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення 21.02.2019). – Назва з екрана
4. Данова, К.В. Роль професійно-трудоваї реабілітації осіб із інвалідністю у контексті безпеки праці [Текст] / К.В. Данова

ва, М.В. Хворост // *Комунальне господарство міст.* – Вип. 142. – Х.: ХНУМГ, 2018. – С. 119-124.

5. Інструкція про встановлення груп інвалідності. Наказ Міністерства охорони здоров'я України 05.09.2011 N 561 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z1295-11> (дата звернення 21.02.2019). – Назва з екрану.

6. Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику [Текст]: ДСТУ ІЕС/ІСО 31010:2013 (ІЕС/ІСО 31010:2013, ІДТ). – К.: Мінекономрозвитку України, 2015. – 12 с.

7. Analysis techniques for dependability – Event tree analysis (ETA) : IEC 62502:2010 International Standard [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.document-center.com/standards/show/IEC-62502> (дата звернення 16.01.2019). – Назва з екрану.

8. Häring, I. (2015) Risk Analysis and Management: Engineering Resilience. *Springer Science and Business Media Singapore*, 365.

9. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 16.02.2019). – Назва з екрану.

10. Офіційний сайт Державної служби України з питань праці [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dsp.gov.ua/> (дата звернення 17.02.2019). – Назва з екрану.

## References

1. Occupational Health and Safety Management Systems : OHSAS 18001:2007 Retrieved from: <http://iso-management.com/wp-content/uploads/2013/12/OHSAS-18001-2007-.pdf> / (data zvernennia 16.02.2019). – Nazva z ekrana.
2. Occupational health and safety management systems. Requirement with guidance for use : ISO 45001:2018. Retrieved from: <https://pqm-online.com/assets/files/pubs/translations/std/iso-45001-2018.pdf> (data zvernennia 16.02.2019). – Nazva z ekrana.
3. Zakon Ukrainy «Pro okhoronu pratsi». Verkhovna Rada Ukrainy. Retrieved from:

<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (data zvernennia 21.02.2019). – Nazva z ekrana.

4. Danova, K.V., Khvorost, M.V. (2018) Rol profesiino-trudovoi rehabilitatsii osib iz invalidnistiu u konteksti bezpeky pratsi. *Municipal economy of cities*, 142. Kh.: KhNUMH, 119-124.

5. Instrukttsiia pro vstanovlennia hrup invalidnosti. Nakaz Ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy 05.09.2011 N 561 – Retrieved from: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z1295-11> (data zvernennia 21.02.2019). – Nazva z ekrana.

6. Keruvannia ryzykom. Metody zahalnoho otsiniuvannia ryzyku : DSTU IEC/ISO 31010:2013 (IEC/ISO 31010:2013, IDT). – К.: Мінекономрозвитку України, 2015, 12 .

7. Analysis techniques for dependability – Event tree analysis (ETA) : (IEC 62502:2010) International Standard Retrieved from: <https://www.document-center.com/standards/show/IEC-62502> (data zvernennia 21.02.2019). – Nazva z ekrana.

8. Häring, I. (2015) Risk Analysis and Management: Engineering Resilience. *Springer Science and Business Media Singapore*, 365.

9. Ofitsiyni sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy. Retrieved from: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (data zvernennia 16.02.2019). – Nazva z ekrana.

10. Ofitsiyni sait Derzhavnoi sluzhby Ukrainy z pytan pratsi Retrieved from: <http://dsp.gov.ua/> (data zvernennia 17.02.2019). – Nazva z ekrana.

**Рецензент:** д.т.н., проф. В.Ф. Харченко, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

**Автор:** ДАНОВА Карина Валеріївна  
кандидат технічних наук, доцент  
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова  
E-mail – [bgd204@yahoo.com](mailto:bgd204@yahoo.com)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1994-703X>

## EVENT TREE ANALYSIS AS A TOOL FOR ASSESSMENT OF PROFESSIONAL RISKS AT WORKPLACES OF PERSONS WITH DISABILITIES

K. Danova

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

*Modern world approaches in the area of prevention of occupational injuries are based on a risk-oriented approach whose purpose is to provide on the probative foundation of information base for decision-making on risk management in order to prevent an increase the level of injuries. Risk assessment is an important step in preventative work of injuries prevention at the workplace, which should be carried out by the employer according to the Law of Ukraine "On Occupational Safety", since the employer is responsible for creating appropriate and safe working conditions at the workplace. Risk assessment gains particular importance by the assessing the adequacy of safety measures at the workplace of a worker with disabilities. The vulnerability of this category of workers due to health problems leads to the need to pay increased attention from management to production equipment, process and environment. The uncertainty regarding to the health status of a worker with disabilities and the necessary working conditions to be ensured is due to the insufficient level of information support of source documentation, namely, the individual program of rehabilitation of a person with disability. The purpose of the article is to investigate the approach to risk assessment using an example of a worker's place of employee with disability and the Event Tree Analysis (ETA) methodology with the determine of mechanism due regard for the characteristics of employees with disabilities in identifying hazards that could increase the risk of injuries to this category of workers. The representation of life limitation degrees specified in the IPR in the form of equivalent values of the probability of unwanted event occurrence – the employee's fall at the workplace or the error associated with the execution of production operations on machine tools, allows to build an event tree and obtain quantitative risk values.*

**Keywords:** employee with disabilities, occupational safety, risk assessment, event tree analysis.