



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

21

**Харчова**  
ПРОМИСЛОВІСТЬ

Заснований у 1965 р.

Київ НУХТ 2017

Results of research and development operations on technology of foodstuff, chemical, biochemical, microbiological processes, devices, the equipment, automation of food productions and economy of the food industry are provided.

The journal was designed for scientists, engineers and technical personnel of the food industry

Journal "Food Industry" is included into the list of professional editions of Ukraine of technical sciences (Decree of MES of Ukraine # 241 from September 3, 2016), where the results of dissertations for scientific degrees of PhD and candidate of science can be published.

The Journal "Food Industry" is indexed by the following scientometric databases:

- Google Scholar

Publications are represented in authoring edition.

Висвітлені результати науково-дослідних робіт з технології харчових продуктів, хімічних, біохімічних, мікробіологічних процесів, апаратів, обладнання, автоматизації харчових виробництв та економіки харчової промисловості.

Розрахований на наукових та інженерно-технічних працівників харчової промисловості.

Журнал «Харчова промисловість» включено в перелік наукових фахових видань України з технічних та економічних наук (Наказ МОН України № 241 від 09.03.2016), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Журнал «Харчова промисловість» індексується такими наукометричними базами:

- Google Scholar

Статті друкуються в авторській редакції.

#### **Editorial office address:**

National University of  
Food Technologies  
Volodymyrska str., 68,  
01601 Kyiv, Ukraine  
(044) 287-92-45, 287-94-21  
E-mail: tmipt\_xp@ukr.net

#### **Адреса редакції:**

Національний університет  
харчових технологій  
вул. Володимирська, 68,  
м. Київ, 01601  
(044) 287-92-45, 287-94-21  
E-mail: tmipt\_xp@ukr.net

Recommended for publication by the  
Academic Council of the National University of  
Food Technologies.  
Minutes of meeting № 12 of May, 2017

Рекомендовано вченою радою  
Національного університету харчових  
технологій.  
Протокол № 12 від 25 травня 2017 року

---

## Редакційна колегія

Склад редакційної колегії журналу «Харчова промисловість»

**Головний редактор**  
**Editor-in-Chief**

**Анатолій Соколенко**  
**Anatoliy Sokolenko**

д-р техн. наук, проф., Україна  
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

**Відповідальний секретар**  
**Accountable secretary**

**Сергій Токарчук**  
**Serhiy Tokarchuk**

канд. техн. наук, доц., Україна  
Ph. D. As., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

## Члени редакційної колегії:

**Анатолій Ладанюк**  
**Anatoliy Ladanyuk**

д-р техн. наук, проф., Україна  
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

**Олександр Серьогін**  
**Oleksandr Ser'ohin**

д-р техн. наук, проф., Україна  
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

**Тетяна Пирог**  
**Tetyana Pyroh**

д-р біол. наук, проф., Україна  
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

**Олександр Шевченко**  
**Olexander Shevchenko**

д-р техн. наук, проф., Україна  
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

**Лариса Арсенєва**  
**Larysa Arsen'yeva**

д-р техн. наук, проф., Україна  
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

**Віктор Гуць**  
**Viktor Huts'**

д-р техн. наук, проф., Україна  
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

**Тамара Носенко**  
**Tamara Nosenko**

д-р техн. наук, доц., Україна  
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

**Віра Оболкіна**  
**Vera Obolkina**

д-р техн. наук, Україна  
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

**Олена Сологуб**  
**Olena Solohub**

д-р екон. наук, проф., Україна  
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

**Віктор Ємцев**  
**Viktor Yemtsev**

д-р екон. наук, проф., Україна  
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

**Віра Юрчак**  
**Vira Yurchak**

д-р техн. наук, Україна  
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

**Людмила Пешук**  
**Ljudmyla Peshuk**

д-р с-г. наук, проф., Україна  
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

**Віктор Доценко**  
**Victor Dotsenko**

д-р техн. наук, проф., Україна  
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

**Віталій Прибильський**  
**Vitaliy Prybyl's'kyu**

д-р техн. наук, проф., Україна  
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

**Галина Сімахіна**  
**Halyna Simakhina**

д-р техн. наук, проф., Україна  
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

**Олена Грабовська**  
**Olena Hrabov's'ka**

д-р техн. наук, проф., Україна  
Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

**РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ****Сировина та матеріали**

*Бажай-Жежерун С.А., Петрук Л.О., Рахметов Д.Б.* Природні харчові сорбенти зерна просяних культур

*Гаврилкіна Д.В., Пирог Т.П., Леонова Н.О.* Синтез екзометаболітів з гіберелловою активністю продуцентами поверхнево-активних речовин *Nocardia vaccinii* IMV B-7405, *Acinetobacter calcoaceticus* IMV B-7241 та *Rhodococcus erythropolis* IMV Ac-5017

*Фурсік О.П., Страшинський І.М., Пасічний В.М., Маринін А.І., Гончаров Г.І.* Властивості фаршів варених ковбас з блокувмісною функціональною харчовою композицією

*Кравченко М.Ф., Данилюк І.П.* Перспективи використання дрібних азово-чорноморських риб у технологіях харчових концентратів

*Камбулова Ю.В.* Раціональне використання цукрів у білкових кремах для тортів і тістечок  
*Апач М.В., Сидоренко О.В.* Вологоутримуюча здатність фаршів на основі чорноморської рапани (*Rapana venosa*)

*Краєвська С.П., Стеценко Н.О.* Зміни жирнокислотного складу насіння льону при зберіганні і пророщуванні

**Технології: дослідження, застосування та впровадження**

*Дорохович А.М., Горзей О.В.* Дослідження технології мафінів як великої технологічної системи

*Лисий О.В., Грабовська О.В., Бортнічук О.В.* Розробка рецептури концентрату киселю на основі кармаде

*Українець А.І., Стеценко Н.О., Сімахіна Г.О.* Розроблення спеціалізованих харчових продуктів для екстремальних умов життєдіяльності

*Білько М.В., Циганкова О.В.* Удосконалення технології червоних столових вин підвищеної біологічної цінності

*Пасічний В.М., Хоменко Ю.О.* Розроблення технології м'ясних хлібів з використанням олеорезинів спецій

*Кишенько І.І., Скочко О.І.* Оцінка впливу речовин кріопротекторної дії на показники якості посічених напівфабрикатів

*Суходольська Н.П., Іщенко В.М., Кочубей-Литвиненко О.В., Маринін А.І., Іщенко М.В.* Використання фізико-хімічного аналізу в поєднанні з хемометричним методом обробки даних для якісної оцінки різних видів молока

**РОЗДІЛ 2. ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ****Процеси харчових виробництв**

*Салеба Л.В., Сарібєкова Д.Г., Кондя О.С.* Дослідження процесу екстракції природного пігменту хлорофілу і його похідних

**SECTION 1. TECHNOLOGY****Raw Materials and Materials**

6 *Bazhay-Zhezherun S., Petruk L., Rakhmetov D.* Natural food sorbents grain panicum

14 *Havrylkina D., Pirog T., Leonov N.* Synthesis of exometabolites with gibberellic activity by producers of surfactants *Nocardia vaccinii* IMV B-7405, *Acinetobacter calcoaceticus* IMV B-7241 and *Rhodococcus erythropolis* IMV Ac-5017

20 *Fursik O., Strashynskiy I., Pasichniy V., Marynin A., Goncharov G.* Properties of minced boiled sausages with functional food composition containing protein

27 *Kravchenko M., Danyluk I.* Perspectives of small azov-black sea fish in technologies food concentrates

32 *Kambulova Yu.* Rational use of protein sugar cream for cakes and pastries

40 *Apach M., Sidorenko O.* Ability to keep the moisture of minced meat on the basis of the black sea rapana (*Rapana venosa*)

46 *Kraevska S., Stetsenko N.* Study of changes of fatty acid flax seeds during storage and germination

**Technologies: Researches, Application and Introduction**

53 *Dorohovich A., Horzei O.* The exploration technology of muffins as a large technological system

60 *Lysyj O., Hrabovska O., Bortnichuk O.* Development of the recipe of kissel concentrate on the basis of hibiscus

67 *Ukrayinets A., Stetsenko N., Simakhina G.* Designing the specialized foodstuffs for extreme life conditions

74 *Bil'ko M., Tsygankova E.* Technology improvement of red table wines of increased biological value

82 *Pasichnyi V., Khomenko Y.* Development of the technology of meat loafs with using of spyce oleoresins

89 *Kyshenko I., Skochko O.* Impact on quality indicators chopped semi-finished products substances of crioprotective action

95 *Ischenko V., Kochubei-Lytvynenko O., Marynin A., Sukhodolsha N., Ischenko M.* Use of physical and chemical analysis in combination with chemometric tools for qualitative evaluation of different types of milk

**SECTION 2. PROCESSES AND EQUIPMENT****Processes of Food Industries**

101 *Saleba L., Saribekova D., Condy O.* Research of extraction natural pigment chlorophyll

- Змієвська Т.М., Усатенко Н.Ф., Борсолюк Л.М. 109 Оптимізація режимів посолу м'яса курчат-бройлерів
- 109 Zmiiivska T., Usatenko N., Borsolyuk L. Optimization of salting meat in broiler chickens
- Бабанов І.Г., Бабкіна І.В., Михайлова С.В., Шевченко А.О. 117 Інтенсифікація мікрохвильового зневоднювання рослинної сировини
- 117 Babanov I., Babkina I., Mikhaylova S., Shevchenko A. Intensification microwave dehydration plant materials
- Пур Давар Ростамі, Сиротюк І.В. Бурдо О.Г. 122 Концентрування соків у вакуумному мікрохвильовому апараті
- 122 Pour Davar Rostami, Sirotyuk I., Burdo O. Concentration of juices in vacuum microwave apparatus
- Терзієв С.Г., Левтринська Ю.О. 127 Дослідження гідралічних і масообмінних процесів при мікрохвильовому екстрагуванні кави
- 127 Terziev S., Levtrynska J. Research of hydraulic and mass transfer processes during the microwave extraction of coffee
- Василенко С.М., Шутюк В.В., Іващенко Н.В. 135 Аналіз теплопередачі під час сушіння бурякового жому гарячим повітрям
- 135 Vasylenko S., Shutyuk V., Ivashchenko N. Heat transfer analysis during the drying of beetroot pulp using hot air
- Обладнання та устаткування**
- Пригодій Д.В., Васильківський К.В. 141 Вплив температури на коефіцієнти тертя в парах «полімерні плівки–сталь»
- 141 Prygodiy D., Vasilkovskiy K. Effect of temperature on friction coefficient vapor “polymer tape–steel”
- Васильков В.В., Чепелюк О.М., Чепелюк О.О. 147 Обґрунтування конструкції механізму нагнітання і режимів роботи машини для формування котлетних виробів
- 147 Vasilkov V., Chepeliuk O., Chepeliuk O. Justification of feeding mechanism desing and conditions parameters of automatic burger machine
- Соколенко А.І., Степанець О.І., Пригодій Д.В. 155 Регулювання ходу машин
- 155 Sokolenko A., Stepanets O., Pryhodii D. Regulation machine running
- Пакування: розробка, дослідження, переробка**
- Якимчук М.В., Беспалько А.П., Якимчук В.М. 164 Дослідження енерговитрат у піднімально-опускних механізмах пакетоформувальних машин
- 164 Iakymchuk M., Bepal'ko A., Iakymchuk V. Study of energy consumption in lifting and descent package molding machines
- Мachinery and Equipment**
- Packing: Development, Researches, Processing**
- Control of Production Processes**
- Сірик А.О., Євтушенко О.В. 172 Підвищення безпеки праці на енергетичних об'єктах підприємств харчової промисловості на основі використання методу «Дерево відмов»
- 172 Siryk A., Yevtushenko O. Increase of labour safety on power economy enterprises of food industry on the basis of the “Failute tree” method

УДК 331.45

## INCREASE OF LABOUR SAFETY ON POWER ECONOMY ENTERPRISES OF FOOD INDUSTRY ON THE BASIS OF THE “FAILURE TREE” METHOD

**A. Siryk, O. Yevtushenko***National University of Food Technologies***Key words:**

labour protection,  
labour safety,  
extremal situation,  
hazardous events,  
“Failure tree”.

**Article history:**

Received 04.04.2017  
Received in revised form  
17.04.2017  
Accepted 11.05.2017

**Corresponding author:**

alsok3030@gmail.com

**ABSTRACT**

The possibilities of probability analysis of the origin of hazardous events on the power economy of the enterprises of food industry and their prevention by means of “Failure tree” method are considered in the article. The decomposing of events that influence on formation of the main event-consequence events during the origin of extremal situations is represented. The offered method is an instrument for qualitative and quantitative analysis of the investigated events, and for determination of their basic descriptions. The research’s results are contribution to the development of applied bases of labour protection in the part regarding to diagnosticating, design of extreme situations and their consequences’ estimation; control system and work and state safety of labour protection, taking into account the specific work of power economy of the enterprises of food industry and character of solvable administrative tasks.

## ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ НА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТАХ ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ «ДЕРЕВО ВІДМОВ»

**А.О. Сірик****О.В. Євтушенко, канд. техн. наук***Національний університет харчових технологій*

*У статті розглянуто можливості аналізу ймовірності виникнення небезпечних ситуацій на енергетичних об'єктах підприємств харчової промисловості та їх запобігання за допомогою використання методу «Дерево відмов». Відображено декомпозицію подій, які впливають на утворення головної події-наслідку під час виникнення аварійних ситуацій. Запропонований метод є інструментом для якісного та кількісного аналізу досліджуваних подій, а також для визначення їх основних характеристик.*

**Ключові слова:** охорона праці, безпека праці, аварійна ситуація, небезпечні події, метод «Дерево відмов».

**Постановка проблеми.** Система управління охороною праці (СУОП) є складовою частиною загальної системи керування підприємством. При автоматизованих системах управління охороною праці є її складовою частиною, або

підсистемою. Управління охороною праці передбачає участь у цьому процесі майже всіх служб і підрозділів підприємства, діяльність яких визначається Положенням про службу охорони праці.

На більшості підприємств харчової промисловості України, що експлуатують енергетичні установки нашої країни, все ще працює старе обладнання часів Радянського Союзу, яке вже давно не придатне для використання. Таке обладнання може бути основною причиною при виникненні аварії на підприємстві чи під час настання нещасного випадку на виробництві.

Енергетичне господарство підприємств харчової промисловості відноситься до небезпечних виробничих об'єктів, що пов'язано із значною кількістю аварій з важкими наслідками. Комплекс енергетичного господарства складається з апаратів та установок, що є вибухо-, пожежо- та токсично небезпечними, а отже, неминучий ріст аварій у резервуарному парку і на трубопроводах. Для ліквідації, а головне, для запобігання надзвичайним ситуаціям необхідно оцінювати ризик виникнення аварійних ситуацій та їх наслідків.

**Мета дослідження:** провести аналіз відмов складних систем під час обслуговування обладнання в енергетичному господарстві підприємств харчової промисловості.

**Методи досліджень.** Основним методом для досліджень було обрано метод «Дерево відмов», що лежить в основі логіко-ймовірнісної моделі причинно-наслідкових зв'язків відмов системи з відмовами її елементів та іншими подіями.

**Результати досліджень.** Причини небезпечних подій на енергетичних об'єктах підприємств харчової промисловості можна розподілити на організаційні й технічні. Основними факторами виникнення і розвитку цих подій є незадовільний стан технічних пристроїв, будівель і споруд, а також недосконалість технологій або конструктивні недоліки [1; 2; 8]. До організаційних причин відносяться: порушення технології виробництва робіт, неправильна організація виробництва робіт, неефективність виробничого контролю, умисне відключення засобів захисту, сигналізації чи зв'язку, низький рівень знань вимог промислової безпеки, порушення виробничої дисципліни, необережні (несанкціоновані) дії виконавців робіт [5; 9; 10].

Близько 70% небезпечних подій і нещасних випадків відбувається з організаційних причин, так чи інакше пов'язаних з помилками людини-оператора і впливом людського фактора.

У матеріалах щодо запобігання великим аваріям Міжнародного бюро праці перераховані такі причини пошкодження обладнання й типові несправності, що порушують умови нормальної експлуатації і безпечної роботи:

- механічні руйнування посудин, трубопроводів і конструкцій при перепадах внутрішнього тиску, дії зовнішніх сил, корозії і зміні температури;
- поломки таких вузлів, як насоси, компресори, вентилятори;
- несправності у системі контролю (в датчиках тиску і температури, індикаторах рівня, витратомірах, приладах управління);
- несправності у системі безпеки (в запобіжних клапанах, системи скидання тиску, системи нейтралізації, запобіжних розривних мембранах);
- порушення зварних швів і з'єднувальних фланців.

Детальний аналіз випадків травматизму серед працівників енергетичного господарства харчової промисловості доводить, що процес їх розвитку і настання, як правило, характеризується логічним поєднанням випадкових подій, які

виникають з різною частотою на різних стадіях аварійного процесу чи позаштатної ситуації [2].

Для виявлення та вивчення логічних зв'язків між цими подіями, їх кількісного оцінення й аналізу доцільно використовувати логіко-імітаційне моделювання, в основу якого покладено метод «Дерево відмов».

У разі настання кризової ситуації на підприємстві чи виникненні аварії керівники чи відповідальні особи мають реагувати відразу, тому що затримка з прийняттям рішення чи невірне рішення може призвести до негативних наслідків. Найчастіше прийняття важливих рішень у кризових ситуаціях виявляються хибними через необізнаність керівників щодо системи виробництва, як у подальшому дане рішення буде впливати на функціонал підприємства і тому спрацює ланцюгова реакція, що призводить до виходу з ладу основного обладнання чи навіть аварії на виробництві.

Моделювання за методом «Дерево відмов» передбачає врахування різних виробничих чинників щодо надійності машин, професійних якостей і психофізіологічних рис людини-оператора та стану виробничого середовища, що формують первинні (базові) події-небезпеки, з подальшим переходом їх у проміжні події, які, за певних обставин, формують головну подію-наслідок. З урахуванням наявності цих чинників будують логічну модель перебігу травмонебезпечного процесу з подальшим дослідженням її основних характеристик.

У ряді випадків оцінка надійності системи може бути представлена як багатокроковий процес, в якому кожен попередній стан має кілька наступних. Система розвитку «Дерева відмов»: від основної події аварійна ситуація переходить до нерозвинутої події, що перетворюється у сприятливу подію, яка закінчується головною подією (аварією, травмуванням).

Подія може здійснюватися після якого-небудь одного або декількох кроків по шляху до кінцевої (головної) події. При великій кількості фіналів і кроків здійснити просте перерахування всіх станів надзвичайно важко. Цей процес може бути впорядкований і зведений до простих механічних операцій. Повна ймовірність кожного результату визначається як добуток всіх ймовірностей, зазначених на гілках дерева, починаючи від даного результату і закінчуючи коренем дерева (початковим станом).

Ретельному аналізу причин відмов і розробці заходів, найбільш ефективних для їх усунення, сприяє побудова «Дерева відмов». Це один із способів визначення надійності техногенних систем, пов'язаний з оцінкою ризиків технологічного і природного характеру. Такий підхід набуває поширення в Європі для оцінки техногенної небезпеки багатьох видів діяльності. Вважається, що директива SEVEZO II, що має широке охоплення, інтегральний характер і спрямована на запобігання аваріям, допомагає створити певну основу для більш ефективного регулювання ситуацій, пов'язаних з ризиком.

Методика застосування даного методу оцінки ризику опрацьована в сучасній науково-технічній літературі та нормативної документації. Є ряд програмних продуктів, що дають змогу автоматизувати процедуру отримання оцінок ризику даним методом [3].

Розглянемо застосування об'єктних підходів при побудові «Дерева відмов» для котельних установок, що експлуатуються на підприємствах харчової промисловості.

Поширеними причинами аварій котлів є: механічне пошкодження труб, порушення технології продувки, пониження рівня води, недоліки водопідго-



товки, наднормативне форсування, забруднення котлової води, недотримання регламенту розігріву, вибух палива тощо.

Моделювання за методом «Дерево відмов» передбачає врахування різних виробничих чинників щодо надійності машин, професійних якостей і психофізіологічних рис людини-оператора та стану виробничого середовища, що формують первинні (базові) події-небезпеки, з подальшим переходом їх у проміжні події, які, за певних обставин, формують головну подію-наслідок. З урахуванням наявності цих чинників будують логічну модель перебігу травмонезбезпечного процесу з подальшим дослідженням її основних характеристик.

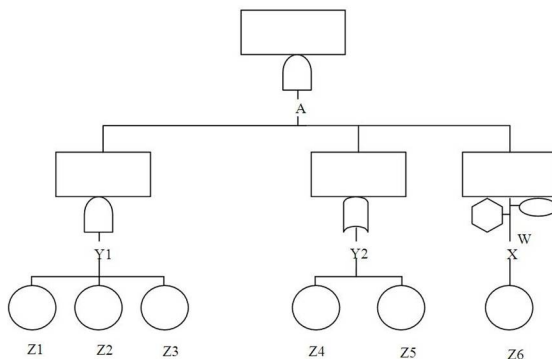
Приклад фрагменту моделі перебігу умовного травмонезбезпечного процесу при обслуговуванні котлів, що працюють на газоподібному паливі, представлено на рис. 1, де головну подію А (вибух; травмування персоналу; зупинка в роботі енергетичного господарства; зупинка технологічного виробництва на харчовому підприємстві) за допомогою оператора «І» розкладено на проміжні події Y1, Y2 і X (накопичення газу в приміщенні; зупинка роботи посудини, що працює під тиском). Ті, у свою чергу, за допомогою відповідних операторів «І», «АБО» та «ЗАБОРОНА» розкладено на первинні події: Y1 — на Z1, Z2, Z3, (довільне згасання пальників; помилки персоналу; порушення технологічного режиму); Y2 — на Z4, Z5 (падіння тиску газу в газопроводі нижче за гранично допустиме значення або короткочасне припинення надходження газу; недотримання правил з безпеки праці); X — на Z6 і W ( невірне прийняття рішень під час аварійної ситуації).

Керуючись правилами алгебри логіки, запишемо формулу для описання перебігу травмонезбезпечного процесу під час обслуговування котлів, що працюють на газоподібному паливі, враховуючи логічний зміст зв'язків між подіями:

$$P_A = P_{Y1} \cap P_{Y2} \cap P_X = (P_{Z1} \cap P_{Z2} \cap P_{Z3}) \cap (P_{Z4} \cup P_{Z5}) \cap P_{Z6} \cap P_W.$$

Надаючи логічним зв'язкам алгебраїчний зміст, запишемо формулу для визначення ймовірності настання небажаного наслідку:

$$P_A = P_{Y1} \cdot P_{Y2} \cdot P_X = (P_{Z1} \cdot P_{Z2} \cdot P_{Z3}) \cdot (P_{Z4} \cdot P_{Z5} - P_{Z4Z5}) \cdot P_{Z6} \cdot P_W.$$



**Рис. 1. Фрагмент моделі перебігу умовного травмонезбезпечного процесу при обслуговуванні котлів, що працюють на газоподібному паливі**

Отже, метод «Дерево відмов» забезпечує проведення ґрунтовного аналізу ймовірності виникнення небезпечних ситуацій при обслуговуванні котельних

установок, що є складовими енергетичного господарства підприємств харчової промисловості, та відображає декомпозицію подій, які впливають на утворення головної події-наслідку. Це інструмент для якісного та кількісного аналізу досліджуваних подій, а також для визначення їх основних характеристик, зокрема, для кількісного оцінення рівнів професійного ризику працівників під час їх обслуговування.

**Висновки.** В результаті досліджень проведено аналіз відмов складних систем під час обслуговування обладнання в енергетичному господарстві підприємств харчової промисловості на основі використання методу «Дерево відмов», що дає можливість: істотно полегшити аналіз надійності складних систем енергетичного господарства підприємств харчової промисловості; наочно показати ненадійні місця; фахівцям по черзі зосереджуватися на окремих конкретних відмовах системи; забезпечує об'єктивну інформацію про поведінку системи та особливості її роботи. Наукові результати досліджень є внеском у розвиток теоретичних і прикладних основ розроблення методик, систем управління та контролю за безпекою робіт і станом охорони праці, з урахуванням специфіки роботи енергетичних об'єктів підприємств харчової промисловості і характеру вирішуваних управлінських завдань.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Копей, Б.В.* Використання «дерева відмов» як методу структурного аналізу штангової насосної установки / Б.В. Копей, В.Б. Копей, О.Р. Мартинець, О.І. Стефанишин, А.Б. Стефанишин // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. — 2013. — № 2(47). — С. 62—71.
2. *Аверин, Г.В.* Анализ опасностей аммиачных компрессорных установок методом построения «дерева отказов» / Г.В. Аверин, В.М. Москалец // Екологічна безпека. — 2008. — 3-4. — С. 9—16.
3. *Можаев, А.С.* Программный комплекс автоматизированного структурно-логического моделирования сложных систем (ПК АСМ 2001) / А.С. Можаев // Труды Международной научной школы «Моделирование и анализ безопасности, риска и качества в сложных системах». — СПб. : Издательство ООО «НПО «Омега», 2001 — С. 56—61.
4. *Clinciu, M.R.* Using the fault tree method for reliability analysis of a cold monojet water meter / M.R. Clinciu // Bulletin of the Transilvania University of Braşov. — 2014. — Series I, Vol. 7 (56), No. 1. — P. 19—24.
5. *Гогіташвілі, Г.Г.* Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами: Навч. посіб. / Г.Г. Гогіташвілі, Є.Т. Карчевські, В.М. Лапін. — К.: «Знання», 2007. — 367 с.
6. *Левченко, В.* Використовувати набутий досвід при розслідуванні аварій та нещасних випадків / В. Левченко // Охорона праці. — 2000. — № 6. — С. 27—29.
7. *Літвінов, В.В.* Удосконалення методу оцінювання надійності схем релейного захисту / В. В. Літвінов, Я. С. Саченко // Електротехніка та електроенергетика. — 2015. — № 1. — С. 62—68.
8. Розрахунок надійності електричної мережі на основі побудови дерева відмов [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://ukrbukva.net/page,2,69121-Raschet-nadezhnosti-elektricheskoiy-seti-na-osnove-postroeniya-dereva-otkazov.html>.
9. *Володченкова, Н.В.* Вибухобезпека виробничих об'єктів харчової промисловості до впливу повітряної вибухової хвилі / Н.В. Володченкова, О.В. Хіврич, О.Г. Левченко // Наукові праці НУХТ. — 2013. — № 51. — С. 57—63.
10. *Володченкова, Н.В.* Аналіз ризику виникнення аварійних ситуацій на підприємствах харчової промисловості як чинник підвищення небезпеки їх функціонування / Н.В. Володченкова, О.В. Хіврич // Ukrainian Food Journal. — 2013. — Vol. 2., Issue 1. — С. 75—79.

## **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА «ДЕРЕВО ОТКАЗОВ»**

**А.О. Сирик, О.В. Евтушенко**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье рассмотрены возможности анализа вероятности возникновения опасных ситуаций на энергетических объектах предприятий пищевой промышленности и их предотвращения посредством использования метода «Дерево отказов». Отражены декомпозиции событий, которые влияют на образование главного события-следствия при возникновении аварийных ситуаций. Предложенный метод является инструментом для качественного и количественного анализа исследуемых событий, а также для определения их основных характеристик.*

**Ключевые слова:** *охрана труда, безопасность труда, аварийная ситуация, опасные события, метод «Дерево отказов».*