

Ретроспективен анализ на опасностите и критичностите в ергономичните системи. Част II. Експериментален модел

Пламен Мънев

Любомир Владимиров

Retrospective analyses: The paper presents an algorithm for investigation of the criticalities and dangers using experimental models and databases from the accidents statements. The excerption of the samples in a way that ensures its representativeness and implementation of an experimental research on specific indicators were defined.

Key words: Ergonomy, Risk, Cleaning process, Waste water treatment plants, Dangers, Index.

ВЪВЕДЕНИЕ

Изследването на опасностите и критичностите, възникващи в производствените ергономични системи в голям процент от случаите се извършва с помощта на детайлно дефинирани морфологични и/или информационни модели. Понякога не е възможно те да се адаптират за точно определен производствен отрасъл или за конкретен технологичен процес. В такива случаи се налага работните хипотези да бъдат верифицирани чрез използването на експериментални модели, обхващащи по възможност най – широк кръг от най – характерните признаци и показатели на изследвания параметър.

Целесъобразно е да се използват максимално подробни и всеобхватни бази от данни, а в случая такива могат да бъдат данни от декларациите от статистическата система за трудови злополуки, данни от НСИ за злополуки по отрасли, данни от аналогични производства и технологични процеси и др.

Цел на настоящата работа е изследване на опасностите и критичностите, възникващи в ергономичните системи с помощта на адекватен експериментален модел чрез използване на бази данни за възникнали трудови злополуки.

За изпълнението ѝ е необходимо да се изпълнят следните задачи:

- да се определи обемът на експерименталната извадка по начин, гарантиращ нейната представителност;
- експериментално изследване на характерни показатели на опасностите и критичностите на базата на възникнали злополуки за определен отрасъл и за конкретизиран времеви диапазон (в случая 2000 – 2009 г.).

ИЗЛОЖЕНИЕ

Моделирането е дейност, свързана с възпроизвеждането на свойствата и функциите на изследвания обект, процес или явление чрез създаване на негов аналог. Често в практиката за изследване на процеси и явления, а също и за проверка на работни хипотези се налага използването на различни експериментални модели, като в зависимост от класификационните си признаци те се делят на физически, мисловни, символни, описателни, графични, математични и др. Освен това трябва да отговарят и на редица критерии за обективност, за да запазят известни закономерности и съотношения между реалния обект и модела.

За изследване на опасностите и критичностите, възникващи в ергономичните системи е целесъобразно да се разглеждат подробни класифицирани информационни носители. Подходящи за целта са информационните масиви от декларации за възникнали трудови злополуки, статистически данни и динамични редове за възникнали кризисни ситуации по икономически отрасли от НОИ, НСИ, данни от конкретни производства и др.

От голямо значение за адекватното поведение на експерименталните модели е определянето на представителната извадка от данни, които ще се обработват.

Съставянето на представителна извадка за изследваните опасности и критични събития, възникващи в човеко - машинните ергономични системи е подчинено на правилата за планиране на експеримента. Разглежда се в три специфични аспекта.

Първият от тях се състои в аргументиране и избор на контролни показатели, които са най-важни от гледна точка на изучаваните страни на опасностите. Контролните показатели практически съответстват на изходните параметри при проспективния анализ, но са категорийни или количествени.

Вторият аспект е, че контролните показатели са във функция от изменението на тези характеристики на извадката, които са управляеми и могат да се променят - факторните показатели.

Третият аспект са неутралните показатели. Те съответстват на неконтролираните фактори при активните експерименти. Практически това са показателите, които не се следят, но въпреки това съществуват. Към тази група отнасяме и показателите, оставащи постоянни във всички изследвани документи.

Контролните, факторните и неутралните показатели за всеки анализ на опасностите и критичностите в зависимост от конкретиката на съответното изследване могат да са различни. Зависят от целите и задачите на анализа, като същевременно определят и начина на съставяне на извадката.

Формирането на извадката в настоящето изследване на опасностите и критичностите се извършва чрез групиране на информационните източници – документите, и съдържащата се в тях информация или на информацията от активни експерименти. Създават се стратифицирани извадки, еднородни по признаци, състав и структура, които се обработват, съпоставят, сравняват и анализират. Тази процедура е подчинена на конкретна идея и се извършва по определен признак.

Анализът на характера на контролните и факторни показатели в настоящето изследване е извършен на базата на оптимизирания в предишната разработка [4] информационен модел на интегралните опасности и интегралните критичности, от който е видно, че част от тях са количествени, подразделящи се на дискретни (приемат само определени изолирани значения в даден интервал и притежават краен брой възможни реализации) или индискретни (притежават безкрайно множество от определени реализации), категорийни показатели, качествени показатели и показатели с алтернативен характер.

В случая индискретни количествените показатели са часът на възникване на злополуката и часът след започване на работата, докато към дискретните количествените показатели могат да бъдат отнесени денят от работната седмица, денят от месеца, месецът и годината.

Към категорийните показатели спадат видът на изпълняваната работа, мястото на възникване на злополуката (отдел, цех, работилница и др.), характерът на мястото на възникване (обичайно, временно или друго работно място).

В графата качествени показатели попадат занятието на пострадалия при злополуката, длъжност на пострадалия при злополуката и др.

Показател с алтернативен характер пък е полът на пострадалия.

Формирането на извадката за нуждите на настоящето изследване се осъществява чрез групиране на данните от подадени декларации и актове за възникнали трудови злополуки от бази данни, предоставени от проф. В. Томов [5] и обработка на съдържащата се в тях информация. Обхванати са няколко времеви диапазона - 1975 - 1989 г., 1990 - 1999 г. и 2000 - 2009 г. Акцентът в настоящата работа пада върху последния времеви период, тъй като резултатите от изследването на опасностите и критичностите от предходните периоди са представени в редица публикации. [5, 6, 7, 8]

За периода 2000 - 2009 г. са обработени данни за възникнали и декларирани трудови злополуки в металообработващото, дървообработващото химическото и хранителното производства и селското стопанство (в сравнение с предходните

периоди по обясними причини е отпаднало екарисажното производство - след 2000 г. дейността в тази област се изчерпва с три циклично работещи предприятия на територията на страната, което прави невъзможно гарантиране на минимално необходимата извадка за ретроспективно експериментално изследване). Използван е опитът и аналитичните методи, представени в [2].

В резултат за периода 2000 - 2009 г. са изследвани съответно 86 злополуки в металообработващото производство, 92 злополуки в селскостопанското производство, 67 злополуки в дървообработващото производство, 73 злополуки в химическото производство и 69 злополуки в хранителното производство.

За да се гарантира презентативността и достоверността на извадката е направена и контролна такава, която в случая обхваща времевия диапазон 1990 - 1999 г. (в нея са включени и възникналите в екарисажното производство злополуки за разглеждания период - общо 78).

Обемът на извадките е определен по методите, препоръчвани от Е. Божанов и И. Вучков [1] и от А. Митков и С. Кардашевски [3]. Считаме, че по - подходящ в случая е втория метод, тъй като извадката, определена по първия метод, е по-малка от тази, установена по втория.

За достоверност на резултатите и отчитайки препоръките на А. Р. Хейли и М. Хейли [9, 10] е зададена доверителна вероятност $\gamma = 0,95$ и допустима относителна грешка $\Delta = 10\%$. Отчетена е спецификата на изследваните събития - възникналите в ергономичните системи трудови злополуки.

След определяне на обема на експерименталната извадка по начин, гарантиращ нейната представителност, се пристъпва към обработка на съдържащата се в определения обем информация. Могат да се анализират всички факторни показатели. Като пример в настоящата работа са представени числени характеристики на установените закони на разпределение по отношение на показателите „Възраст на пострадалите“ и „Трудов стаж по професията“.

Резултатите са получени след проверка на хипотезата за индискретни разпределения на факторните показатели възраст S_v и трудов стаж S_{mc} по професията. Представени са в таблица 1. [4] На базата им могат да се формулират следните заключения:

Възрастта S_v на пострадалите при злополуки работници е подчинена на закона на Вейбул през двата основни периода на изследване.

Средната ѝ стойност е в диапазона от 34,63 до 53,62 г. от 1990 до 1999 г. По - висока е в селскостопанското производство, което се обяснява с миграцията на работна ръка към градовете.

Средноквадратичното отклонение е от 6,07 до 13,24 г., а коефициентът на вариация $V[X]$ достига 56,72.

Вероятността $P_{m_1 m_2}$ в диапазона $E[X] \pm \sigma$ се изменя от 0,6132 до 0,7102.

През периода 2000 - 2009 г. не се установяват съществени различия.

През периода на изследване от 1990 до 1999 г. на злополуките трудовият стаж S_{mc} на пострадалите е подчинен основно на нормално разпределение. В химическото производство е в сила логаритмично - нормално разпределение, а за екарисажното производство разпределението е по закона на Вейбул. Средната стойност се изменя от 9,73 г. за екарисажното производство и до 30,22 г. за селскостопанското производство. Това потвърждава горепосочения извод за работата на възрастни хора в селското стопанство. Малък е трудовият стаж на пострадалите в екарисажното и хранителното производство.

Получените резултати по отношение на вида и числените стойности на законите на разпределение на изследваните показатели са аналогични с получените и публикуваните от други автори, работещи по същата проблематика [7, 8, 9, 10] резултати.

Таблица 1. Числени характеристики на установените закони на разпределение по отношение на показателите „Възраст на пострадалите S_e “ и „Трудов стаж S_{mc} по професията“

Числени характеристики	Възраст S_e на пострадалия, год.			Трудов стаж S_{mc} по професията, год.		
	Закон на разпределение			Закон на разпределение		
	Вейбул	Вейбул	Вейбул	Нормален	Нормален	Нормален
	Металообработващо производство	Селско стопанско производство	Дървообработващо производство	Металообработващо производство	Селско стопанско производство	Дървообработващо производство
Период на изследване 1990-1999 г.						
Средна стойност $E[X]$	44,52	53,62	41,88	21,23	30,22	10,88
Мода M	44,59	34,25	36,37	17,26	31,22	11,67
Медиана $x_{1/2}$	4342	43,77	34,25	21,52	34,28	10,88
Среднокв. отклонение $\sigma[X]$	13,24	22,64	24,52	9,82	3,65	7,38
Коефициент на вариация $V[X]$	37,88	56,72	47,89	41,72	14,87	44,82
Вероят. $P_{m_1 m_2}$ в диапазона $\pm\sigma$	0,6217	0,7102	0,6532	0,6425	0,6988	0,6672
Числени характеристики	Възраст S_e на пострадалия, год.			Трудов стаж S_{mc} по професията, год.		
	Закон на разпределение			Закон на разпределение		
	Вейбул	Вейбул	Вейбул	Лог. норм.	Вейбул	Нормален
	Химическо производство	Екарисажно производство	Хранително производство	Химическо производство	Екарисажно производство	Хранително производство
Средна стойност $E[X]$	34,73	37,27	44,52	12,24	9,73	8,22
Мода M	36,88	33,66	47,82	5,62	7,28	8,22
Медиана $x_{1/2}$	34,99	31,82	43,15	6,82	6,33	8,22
Среднокв. отклонение $\sigma[X]$	8,73	7,27	6,07	5,29	3,72	4,05
Коефициент на вариация $V[X]$	28,92	24,52	48,76	47,28	22,26	42,08
Вероят. $P_{m_1 m_2}$ в диапазона $\pm\sigma$	0,6728	0,6452	0,6102	0,7126	0,6203	0,6309
Период на изследване 2000-2009 г.						
Числени характеристики	Възраст S_e на пострадалия, год.			Трудов стаж S_{mc} по професията, год.		
	Закон на разпределение			Закон на разпределение		
	Вейбул	Вейбул	Вейбул	Нормален	Нормален	Нормален
	Металообработващо производство	Селско стопанско производство	Дървообработващо производство	Металообработващо производство	Селско стопанско производство	Дървообработващо производство
Средна стойност $E[X]$	42,04	51,17	40,21	14,25	25,67	9,37
Мода M	37,28	35,26	33,36	14,25	25,67	9,37
Медиана $x_{1/2}$	44,09	42,12	38,12	14,25	25,67	9,37
Среднокв. отклонение $\sigma[X]$	16,72	17,82	20,11	3,12	6,72	3,28
Коефициент на вариация $V[X]$	41,89	65,49	50,02	37,62	24,52	38,72
Вероят. $P_{m_1 m_2}$ в диапазона $\pm\sigma$	0,5102	0,5973	0,6127	0,6102	0,6172	0,5031
Числени характеристики	Възраст S_e на пострадалия, год.			Трудов стаж S_{mc} по професията, год.		
	Закон на разпределение			Закон на разпределение		
	Вейбул	Вейбул	Вейбул	Логаритмично-нормален	Нормален	Нормален
	Химическо производство	Хранително производство	Хранително производство	Химическо производство	Хранително производство	Хранително производство
Средна стойност $E[X]$	38,63	40,87	40,87	5,62	7,25	7,25
Мода M	39,88	42,58	42,58	4,26	7,25	7,25
Медиана $x_{1/2}$	38,97	41,44	41,44	7,62	7,25	7,25
Среднокв. отклонение $\sigma[X]$	10,26	5,30	5,30	4,57	4,12	4,12
Коефициент на вариация $V[X]$	26,55	34,56	34,56	33,42	41,02	41,02
Вероят. $P_{m_1 m_2}$ в диапазона $\pm\sigma$	0,5977	0,5722	0,5722	0,5905	0,4972	0,4972

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящата работа е представен алгоритъм за изследване на опасностите и критичностите, възникващи в човеко - машинните ергономични системи. Този анализ е осъществен с помощта на адекватен експериментален модел, базиран на данни за възникнали и декларирани в съответствие със сега действащите в страната нормативни изисквания трудови злополуки.

Аргументирани са изискванията за определяне на обема на експерименталните извадки по начин, гарантиращ представителността им. Представени са числените характеристики на установените закони на разпределение на два от детайлно анализираните факторни показатели - „Възраст на пострадалите“ и „Трудов стаж по професията“.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Божанов, Е., И. Вучков. Статистически методи за моделиране и оптимизиране на многофакторни обекти. София, Техника, 1973.
- [2]. Владимиров, Л. Теория на риска. Опасности и заплахи, рискове и критичности във фирмените дейности. Русе, Русенски университет, 2011.
- [3]. Митков, А., С. Кардашевски. Статистически методи в селскостопанската техника. София, Земиздат, 1977.
- [4]. Мънев, П. Л. Владимиров. Ретроспективен анализ на опасностите и критичностите в ергономичните системи. Част I. Информационен модел. Русе, Научни трудове на Русенския университет 2012. (под печат)
- [5]. Томов, В. Диагностика на екологичната сигурност. Дисертация за получаване на научната степен „доктор на икономическите науки“. Русе, Русенски университет „Ангел Кънчев“, 2006.
- [6]. Томов, В. Теория на риска. Анализ и оценка на риска в производството. Монография. Русе, Печатна база при РУ „Ангел Кънчев“, 2003.
- [7]. Томов, В. Технология на безопасността. Книга първа, Русе, Печатна база при РУ „Ангел Кънчев“, 2005.
- [8]. Томов, В. Технология на безопасността. Книга втора. Диференциални и интегрални критичности, Русе, Печатна база при РУ „Ангел Кънчев“, 2006.
- [9]. Hale, A. R., M. Hale. Accidents in perspective. Occupational Psychology, 1970, 44, pp. 115-121.
- [10]. Hale, A. R., M. Hale. A review of the industrial accidents research literature. Her Majesty 's Stationary office, London , 1972, 212 p.

За контакти:

гл. ас. инж. Пламен Мънев, Катедра „Топлотехника, хидравлика и екология“, Русенски университет „Ангел Кънчев“, тел.: 082/888 485, E-mail: pmanev@uni-ruse.bg;
доц. д.н. д-р ик. Любомир Владимиров, Катедра „Топлотехника, хидравлика и екология“, Русенски университет „Ангел Кънчев“, тел.: 082/888 481, E-mail: lvvladimirov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.