

МОДЕЛИРАНЕ НА КРИТИЧНОСТИТЕ

Любомир ВЛАДИМИРОВ

lvladimirov@ru.acad.bg

маг. ик., Русенски университет «Ангел Кънчев», 7017 Русе, ул. «Студентска» №8,
БЪЛГАРИЯ

Резюме: Цел на настоящата работа е да се предложи усъвършенстван подход за моделиране на критичностите. Основните задачи, които се решават, са: усъвършенстване на дефинициите на критичностите; извеждане на определящите ги характеристики; обосноваване на подобрен метод за моделиране и установяване на значимите показатели и признаци.

Ключови думи: критичност, характеристики, модел, разпознаване на образи.

УВОД

Проучванията относно моделиране на опасностите показват, че моделът и теорията на В. Томов [4,5]¹ за диференциалния и интегралния риск отразяват обективно същността им. Въведените видове причини, съвместно с известни логико-трансформационни методи, дават възможност за по-пълно установяване на “механизма” на възникване на опасните явления-генератори на опасностите. Възприетите текущи опасни ситуации, като комбинация на показатели на опасността във времето, както и резултатното опасно събитие, дават възможност във всеки момент от периода на наблюдение да се направи оценка на риска и да се предвидят съответни защитни действия. В случаите, когато не може да се установи диференциалният риск за възникване на вреда, интегралният риск може да се определи по диференциалните рискове за възникване на опасни явления и опасни действия. Това води до превантивен ефект с особена значимост. Въведените диференциални и интегрални рискове са критерии за опасностите, тъй като обобщават и обхващат областите на изменение не само на показате-

лите на опасните явления, действия и ефекти, но и техни комбинации. Системното дефиниране на опасността, както и обосноваването морфологичен модел я отразяват реално и я третираат като свойство, което се изменя във времето. Това позволява на всеки етап да се извърши редуция на опасността чрез прекъсване на каузуалната ѝ верига. Следователно чрез предложения метод опасностите стават дефинируеми и количествено измерими. Те са причини за появяване на въведените от В. Томов критичности [2,4,5].

Цел на настоящата работа е да се предложи усъвършенстван подход за моделиране на критичностите.

Основните задачи, които следват да се решат, са:

1. Усъвършенстване на дефинициите на критичностите;
2. Извеждане на определящите ги величини;
3. Обосноваване на подобрен метод за моделиране и установяване на значимите показатели.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

Критичността в българския език се тълкува като съдбовност, сериозност, опасност. От там идва прилагателното критичен, което е свойствено на криза, кризисен, мъчителен, съдбоносен, опасен.

¹ Авторът изказва благодарност на проф. д.и.н. В. Томов за предоставените публикации и за методическите съвети

Критичността се свързва с явления, състояния и ситуации.

Критичното явление се изразява в проявяване на особени свойства на физични, химични, биологични или други ефекти.

Критичното състояние на дадена система е такова, което определено по дадени характеристики, при колкото и малка тяхна промяна, води до превръщания и преобразувания на системата.

Критичната ситуация е специфична категория. Ситуацията може да се представи като съвкупност от обстоятелства и условия, които създават конкретни отношения, положения, състояния и явления. Следователно критичната ситуация обхваща критичните явления и състояния и ще има свои характеристики и индикатори, тъй като води до нови взаимоотношения, до съдбовност и опасности.

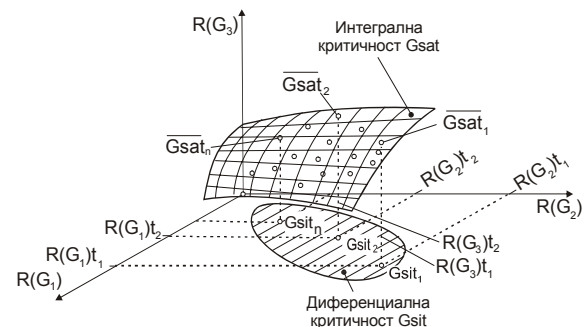
Критичната ситуация е много често използвана лексическа единица в политиката, икономиката, управлението, военното дело, медицината. Това не става винаги аргументирано, а като че ли повече емоционално и интуитивно. Не се извеждат спецификата, ориентиранията, същността и последствията. Освен това много са случаите на използване на критическа вместо критична, което тълковно не е абсолютно равностойно.

Критичната ситуация може да се определи като такова състояние на конкретна система при което се установяват диференциални опасности от първи и втори род-опасни явления и действия. Няма вреда, а са налице само необходимите условия за вреда. Съществува потенциал за появяване на вреда. Поради това се идентифицира с диференциалните опасности.

Възниква въпросът за идентичността на термина “критична ситуация” с определението за опасна ситуация, дадено в EN 1050-“всяка ситуация, в която човекът е изложен на една или повече опасности”. Идентичност би имало в случай, че се приеме едно и също определение за опасност. Съгласно същия стандарт, опасността е “източник, който може да причини нараняване или увреждане на здравето”. Следователно няма съвпадане на определенията, тъй като опасността в настоящата работа се тълкува и извежда по коренно различен начин, а именно в съответствие с морфологичния модел на В. Томов [3,4,6]. Освен това се разглежда като свойство на качеството на изследваната система, което се променя във времето.

Критичното събитие възниква при появяване на вреда или е съвкупност от опасни явления, действия и ефекти. Този начин на определение е по-точен в сравнение с класифицирането на инцидентите, злополуките, аварията, катастрофите като опасни събития [6]. Опасността е “възможност за вреда”, а тези събития са с конкретни и явни, вече появили се резултати, вреди, поражения. Следователно критичното събитие трябва да се идентифицира чрез интегралната опасност [3,4].

Въвеждането на термините “критични ситуации” и “критични събития” допълва терминологията по безопасност и я конкретизира. В определено сечение на времето всяка възможна комбинация на показатели, характеристики и размерности на опасните явления и действия приемаме като текуща критична ситуация. Критична е, тъй като има опасно действие върху конкретен обект, пространство и време. Когато има само опасно явление случаят не е критичен, тъй като няма обект на въздействието, няма “съдбовност, заплаха, опасност” за нещо или някого.



Фиг.1. Диференциални $R(G_1)$, $R(G_2)$, $R(G_3)$ и интегрални рискове $\overline{Sat_1}$, $\overline{Gsat_2}$, $\overline{Gsat_3}$, $\overline{Gsat_4}$, ..., $\overline{Gsat_n}$, диференциална $Gsit$ и интегрална критичност $Gsat$ [5,6]

Изложеното ни дава основание да се формулират две категории критичност, а именно диференциална и интегрална критичност.

Диференциалната критичност е съвкупност от текущи критични ситуации, определени от показателите, характеристиките и размерностите на опасните явления и действия.

Интегралната критичност е съвкупност от появяващи се във времето текущи критични събития, чиито опасни явления и действия са причинили опасни ефекти-вреди.

Въз основа на направените съждения всяка комбинация от показателите на трите компонента - явление, действие и ефект, представя

лява текущо критично събитие. Тя може да бъде представена като точка в ортогонална координатна система $R(G_1) \equiv RF; R(G_2) \equiv RA; R(G_3) \equiv RE$. Това е илюстрирано с фиг. 1.

Sat_1 е текущото критично събитие в момента или периода от време t_1 , през който е извършен анализът на опасностите и са установени стойностите на диференциалните рискове $R(G_1)t_1, R(G_2)t_1, R(G_3)t_1$. Това е точка или вектор на интегралния риск в момента t_1 , т.е. $\overline{Gsat}_1 \equiv R(G_3)t_1$. Съответно $\overline{Gsat}_2 \equiv R(G_3)t_2$ при $R(G_1)t_2, R(G_2)t_2, R(G_3)t_2$. Аналогично се получават векторите, респективно интегралните рискове $\overline{Gsat}_3, \overline{Gsat}_4, \dots, \overline{Gsat}_n$.

Текущите критически ситуации $Gsit_1, Gsit_2, \dots, Gsit_n$ се определят от стойностите на диференциалните рискове $R(G_1)t_1, R(G_2)t_1, R(G_3)t_1; R(G_1)t_2, R(G_2)t_2, R(G_3)t_2, \dots, R(G_1)t_n, R(G_2)t_n, R(G_3)t_n$.

Повърхнината \overline{Gsat} , образувана от векторите $\overline{Gsat}_3, \overline{Gsat}_4, \dots, \overline{Gsat}_n$, е графичен израз на интегралната критичност.

Установяването на показателите на рисковете, съответно критичностите, техните характеристики и дименсии може да стане чрез активни, пасивни и комбинирани експерименти. За целта е прието формализирано описание на рисковете. То е въз основа на пет нови групи признаци:

I група. Признаци за времето на възникване на злополуките T .

II група. Признаци за пострадалите лица S .

III група. Признаци за работата на пострадалото лице W .

IV група. Признаци за последствията V .

V група. Признаци за предприятието F .

В зависимост от структурата на значенията им се използват три вида признаци: метрирани (прекъснати и дискретни), неметрирани (ординални и номинални) и алтернативни признаци.

Признаците с неметрирано и алтернативно значение се кодират, а метрираните се представят с реални числа. Дефинират се като точка или вектор в тримерното линейно пространство. При формиране на размерности от по-висок клас се въвеждат допълнителни оси при което всяка критичност се представя като

съвкупност в пространството на ортогонални координатни системи.

На базата на *Microsoft Excel* е създадена програма за формиране на многомерни разпределения, които се представят във вид на двумерни матрици. Те са необходимо условие за създаване на модели на критичностите.

За определяне на статистическия закон на разпределение на метрирани признаци се прилага алгоритмите изложени в [1,2]. Използва се програмата *RISK 4.5*.

За признаци с произволни значения-метрирани, неметрирани и алтернативни се изхожда от спецификата на информацията. За анализ и оценка е възприета ентропията H (в bit) [1,5]:

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \lg_2(P_i); \quad (1)$$

където P_i е разпределението на честотите на възникване на критичностите по i -тия признак ($i=1,2,\dots,n$);

n -броят на значенията на признака.

Чрез ентропията H се интерпретира:

а) Неопределеността на критичностите по значенията на конкретен признак. Понеже H се изменя от 0 до $\lg_2 n$, то при H клонящо към 0 разпределението е изродено. Това означава, че честотата на разпределението за едно значение на признака е 1, а за всички останали - 0. С други думи признакът е напълно определен и има минимално разсейване. При $H=\lg_2 n$ съществува равномерно разпределение на значенията на признака.

б) Степента на еднородност на множеството опасности по конкретен признак. При $H=0$ съществува пълна еднородност, т.е. всички опасности имат едно и също значение на признака. При увеличаване на H нееднородността се увеличава.

в) Разнообразието на множеството опасности. За тази интерпретация се въвежда нормиране на ентропията H [1,5], тъй като както показва формула (1) ентропията е сравнителна характеристика само за признаци с еднакъв брой значения:

$$H_n = \frac{H}{H_{max}} = \frac{H}{\lg_2 n}, \quad (2)$$

където H_n е нормираната ентропия, изменяща се от 0 до 1;

$H_{max}=\lg_2 n$ е потенциално възможно разнообразие;

H -фактически използвано в съвкупността разнообразие.

H_n има смисъла също на фактически използвано разнообразие, но като относително измерение.

За определяне на корелацията между признаците от произволен тип се прилага взаимната информация $I(XY)$ [3]

$$I(XY) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{ij} \lg_2 \frac{P_{ij}}{P_i P_j}, \quad (3)$$

където P_{ij} е двумерното разпределение на значенията на признаците X и Y ;

$P_i P_j$ - едномерните разпределения на признака X и на признака Y .

При $P_{ij} = P_i P_j$ взаимната информация $I(XY)=0$ и признаците са независими. При $I(XY)=H(X)$ между признаците съществува функционална зависимост, което означава, че значенията на признака Y напълно определят значенията на признака X или X е еднозначна функция от Y . Аналогично при $I(XY)=H(Y)$ значенията на X определят напълно значенията на Y .

Изложеният анализ показва, че граничните значения на взаимната информация са: $\min I(XY) = 0$, $\max I(XY) \leq \min \{H(X), H(Y)\}$. Те определят случая на статистическа независимост и екстремалния случай на статистическа зависимост-функционална зависимост. Междинните значения на информацията $0 < I(XY) \leq \min \{H(X), H(Y)\}$ определят и изразяват количествено степента на зависимост на признаците X и Y . Това е важно свойство на предлагания метод за моделиране на критичностите, тъй като позволява изследване на всички възможни страни, описвани с разнородни признаци.

За установяване на неопределеността на значенията на признака X при условие на конкретна критичност се използва условната ентропия [1,2,5]

$$H_A(X) = -P(x_i / A) \lg_2 P(x_i / A) \quad (4)$$

където $H_A(X)$ е ентропията на условното разпределение $P(x_i/A)$. Съдържателно тълкувано тя е мярка за неопределеността в значенията на признака X на обектите за които е известно, че принадлежат към множеството A . В случаите когато A е събитие определено с някакво значение на признака Y , т.е. $A=y_j$, то $H_{y_j}(X)$ е неопределеността по признака X при условие, че по признака Y обектите имат значение y_j [3].

Средната неопределеност на признака X при известно значение по признака Y се определя чрез средната условна ентропия

$$H_Y(X) = H(XY) - H(Y). \quad (5)$$

Следвайки възприетата схема на логическо представяне на използваните характеристики на формализирано описание на критичностите се въвежда условната взаимна информация. Условната взаимна информация между признаците X и Y при условие на събитието A е

$$I_A(XY) = -H_A(XY) + H_A(X) + H_A(Y),$$

а средната условна информация между X и Y при известни значения на признака Z е

$$IZ(XY) = -H(XYZ) - H(Z) + H(XZ) + H(YZ)$$

В етиологичния анализ на критичностите от особена важност, е определянето на множествената зависимост между описващите признаци чрез които се разкриват причинно-следствените връзки. Поради това се въвежда множествената информация, която между произволния признак X и двойката признаци Y и Z е

$$I(X/YZ) = -H(XYZ) + H(X) + H(YZ).$$

Следва да се отбележи, че новото съдържание на $I(X/YZ)$ в сравнение с $I(XY)$ или $I(XZ)$ се изразява в това, че знанията за значенията на обектите по два признака Y и Z дават повече информация за признака X , отколкото поотделно.

Чрез изложените характеристики се установява мярката на зависимостта между две групи признаци. Не се прониква в структурата на съотношенията между признаците вътре в групите.

За установяване на причинно-следствените връзки между признаците на критичностите е важна и обратната задача, а именно-определяне на зависимостта между данните за два признака при изключване възможното влияние на всички други признаци върху степента и характера ѝ. За да се опишат критичностите по три признака (X, Y, Z) , се допуска едно-родност на съвкупността по признака Z , т.е. $P(z_\xi) = 1$ и $P(z_\nu) = 0$ за всички ν , като $\nu \neq \xi$.

Ентропията $H(XZ)$ е

$$\begin{aligned} H(XZ) &= -\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P(x_i z_\nu) \lg_2 P(x_i z_\nu) = \\ &= -\sum_{i=1}^n P(x_i z_\xi) \lg_2 P(x_i z_\xi) = \\ &= -\sum_{i=1}^n P(x_i) \lg_2 P(x_i) \end{aligned}$$

По аналогичен начин се получава условната ентропия H_{z_ξ} (за събитието z_ξ когато

$P(z_{\xi})=1$ $H_{z_{\xi}}(XZ) = H_{z_{\xi}}(X)$ и множествената информация между X и YZ също при условие на събитието z_{ξ}

$$I_{z_{\xi}}(X/YZ) = H_{z_{\xi}}(X) + H_{z_{\xi}}(YZ) - H_{z_{\xi}}(XYZ) = \\ = H_{z_{\xi}}(X) + H_{z_{\xi}}(Y) - H_{z_{\xi}}(XY) = I_{z_{\xi}}(XY).$$

Тези зависимости показват, че информацията между X и YZ става независима от Z .

Усреднената множествена информация се получава по зависимостта

$$I_Z(XY) = H(XZ) + H(YZ) - H(XYZ) - H(Z).$$

След като в лявата и дясна част на равенството се добави $H(X)$ и се прави групиране и се получава

$$I_Z(XY) = I(X/YZ) - I(XZ).$$

Тази зависимост свързва в единно изражение разгледаните три форми на информацията-между два признака, множествена и частна. Тя показва, че множествената информация в определен смисъл е адитивна, а именно

$$I(X/YZ) = I(XZ) + I_Z(XY) = \\ I(XY) + I_Z(XZ) \quad \text{и} \\ I(Y/XZ) = I(YZ) + I_Z(XY) = \\ I(YZ) + I_X(YZ).$$

Като допълнителен индикатор за оценка на зависимостта на признаците се въвежда усъвършенстван вариант на критерия на *C. Raiski*, използван в [5]:

$$R(XY) = \frac{I(XY)}{H(XY)}.$$

В този вариант $0 \leq R(XY) \leq 1$. При $R(XY)=0$ -признаците са независими, а при $R(XY)=1$ -признаците са функционално зависими.

За диференциране на посоката на зависимостите между признаците на опасностите се въвеждат насочени зависимости

$$R(X \rightarrow Y) = \frac{I(XY)}{H(Y)}; R(X \leftarrow Y) = \frac{I(XY)}{H(X)}.$$

Свойствата на тези показатели са: $R(X \rightarrow Y)=R(X \leftarrow Y)=0$ -признаците са независими; $R(X \rightarrow Y)=1$ и $R(X \leftarrow Y)=1$ -когато значенията на X напълно определят значенията на Y и обратното.

За частната информация нормирането се извършва вместо с $H(X)$ или $H(Y)$ с $H_{z_{\nu}}(X)$ и $H_{z_{\nu}}(Y)$. Тогава коефициентите се определят по изразите

$$R_Z(X \rightarrow Y) = \sum_{\nu=1}^k P(z_{\nu}) R_{z_{\nu}}(X \rightarrow Y),$$

$$R_Z(X \leftarrow Y) = \sum_{\nu=1}^k P(z_{\nu}) R_{z_{\nu}}(X \leftarrow Y),$$

$$R_Z(X \leftrightarrow Y) = \sum_{\nu=1}^k P(z_{\nu}) R_{z_{\nu}}(X \leftrightarrow Y).$$

Изложеното представя основната идея за определяне на зависимостта между признаците на критичностите чрез ентропията. Опитът показва, че точността е достатъчна.

Установяването на условната ентропия и условната информация позволява да се изведе съдържанието на множествената и частна зависимост чрез апарата на теорията на информацията. Въведените насочени зависимости нормират информацията с различни ентропии.

За проверка значимостта на зависимостите се прави проверка на хипотезата за независимост, изложена в [5].

Моделът на критичностите има многомерен и многостранен характер. Класът задачи, който може да се реши, представя разнообразни случаи и явления. Описателният модел се стреми достатъчно пълно да опише критичностите и максимално използва възможната информация. Това води до разширяване на пространството на възможните решения, което усложнява процедурата. С оглед получаване на концентрирани и кратки изрази на резултатите се преминава към намаляване на размерността на информационното пространство. За тази цел се използват дефинираните взаимна информация и коефициентите за насочена зависимост. Чрез тях се извършва групиране на взаимно корелираните признаци.

В зависимост от броя и съдържанието на признаците по които описанията на критичностите съвпадат или не съвпадат може да се конкретизира подобие им. Тези критичности се групират и се интерпретират "образно". Свеждат се до таксономичната задача "разпознаване на образи". По този начин се намалява броят на обектите на съвкупността и размерността на описанието. Целта е намаляване на броя на обектите в изследваното множество. По-горе разгледаното понижаване въз основа на взаимната зависимост между признаците се отнася до размерността на пространството на описателния модел на критичностите. От друга страна установяването на причинно-следст-

вените връзки между признаците на критичностите се свежда до диагностична задача, която цели детерминиране на конкретен признак по значенията на групи от други признаци. Понятието “образ” [1,2,5] е широко и варира в зависимост от съдържанието на конкретната задача. Винаги, обаче, в основата на формализираното представяне са група обекти, явления или процеси от една страна, а от друга-критерии за подобие. В това отношение “образът” е група взаимно приличащи обекти.

Възможностите за “разпознаване на образи” на критичностите се разширяват чрез прилагане на кластерен анализ. Извършва се чрез програмите *SPSS* и *STATISTICA*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложеният модел може да се прилага за анализ и идентификация на критичности в различни производства. Няма ограничения, които да се определят от спецификата на производството и информацията. Създаденият подход за моделиране е усъвършенстван вариант, основаващ се на основните положения на теория на информацията, използвани в [3,4].

Прецизирани са основните определения като признаци и база за изграждане на модела.

Представени са определящите величини и математическите зависимости за тяхното установяване.

Предлага се нов подход за «разпознаване на образи» на критичностите.

Допълнително се въвежда кластерен анализ.

Аналитично се установяват значимите показатели, взаимната им зависимости, извършва се групиране и се получават съвкупност от признаци, които отразяват същността на критичностите.

Прилагат се най-новите варианти на лицензирани програмни продукти с големи възможности по отношение на базата данни и математични интерпретации. Използват се нови авторски програми.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Томов, В. Описателен модел на критичностите. Бургас, Бургаски свободен университет, Център по икономически и управленски науки, Международна научна конференция “Съвременни управленски практики IV”, 17-19.02.2006 г.

[2] Томов, В. Относно критичностите, критичните ситуации и събития в производствениге ергономични системи. София, Годишник на Минно-геоложки университет “Свети Иван Рилски”, том 48, свитък II: Добив и преработка на минерални суровини, 2005, 143-149.

[3] Томов, В. Теоретико-информационен модел на опасностите. София, Академия на Министерството на вътрешните работи. Сборник Доклади на Втора научна конференция “Пожарната и аварийната безопасност-2003”, , 6-7.03.2003, 2003, 56-61.

[4] Томов, В. Теория на интегралния риск. Част I. Опасност, критичност, сигурност. Русе, Русенски университет «Ангел Кънчев», Научни трудове, том 45, серия 1, 2006, 221-228.

[5] Томов, В. Теория на интегралния риск. Част II. Моделиране на критичностите. Русе, Русенски университет «Ангел Кънчев», Научни трудове, том 45, серия 1, 2006, 229-236.

[6] Томов, В. Теория на риска. Анализ и оценка на риска в производството. Монография. Русе, Русенски университет “Ангел Кънчев”, 2003, 440 с.

MODELING OF CRITICALITIES

Lyubomir Vladimirov,

*Master of Economics, Angel Kanchev University of Ruse, 7017 Ruse, 8, Studentska Str.,
BULGARIA*

Abstract: *The purpose of the present paper is to propose a sophisticated approach for modeling criticalities. The main tasks, which are solved are: improvement of the definitions of the criticalities; deriving of the deciding characteristics; justification of an improved method for modeling and identification of significant indicators and signs.*

Key words: *criticality, characteristics, model, image identification*