



**ОПТИМИЗИРАНЕ НА БЕЗОПАСНОСТТА  
НА ТОПЛОЕНЕРГИЕН ОБЕКТ  
ПО ИКОНОМИЧЕСКИ КРИТЕРИИ**

**доц. д-р Иван Лазаров**  
Тракийски университет Стара Загора

**1. Въведение**

Надеждността  $R_S$  на система, изградена от  $n$  елементи се определя от произведението на специфичните рискове  $R_i$  на всеки от тях по зависимостта:

$$R_S = \prod_{i=1}^n R_i = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdot \dots \cdot R_n; \quad i = 1, 2, 3, \dots, n.$$

Оптимизирането на разходите за осигуряване на безопасността е възможно чрез прилагане на принципа на „разумната достатъчност“ – ALARA „As Low As Reasonable Achievable“, т.е. да се залага („толкова малък риск, колкото разумно може да се постигне“) [2,3].

Според ALARA, разходите за осигуряване на безопасността се компенсират чрез значимостта и полезността от повишаване на нивото на безопасността в работната среда, като ( $0 \geq S \leq 1$ ) – фиг. 1.

Нивото на безопасността  $S$  се определя чрез израза  $S = 1 - R$ , където  $R$  е рискът за безопасността и здравето ( $1 \leq R \geq 0$ ).

При  $R=0$  - няма риск, а при близките до „0“ стойности рискът е малък, т.е. нивото на безопасността  $S$  е с висока стойност. С нарастване на  $R$  нивото на безопасността  $S$  намалява, респ. нараства опасността в жизнената среда, а при достигане на  $R = 1$  безопасността е  $S=0$ . За осигуряване на минималните изисквания за безопасността се приема  $R_{min}$ , а  $R_0$  е допустимия (приемливия) риск.

**OPTIMIZATION OF HEAT ENERGY  
SAFETY OF OBJECTS  
ECONOMIC CRITERIA**

**Assoc.prof. Ivan Lazarov, Ph.D.**  
Thracian University Stara Zagora

**1. Introduction**

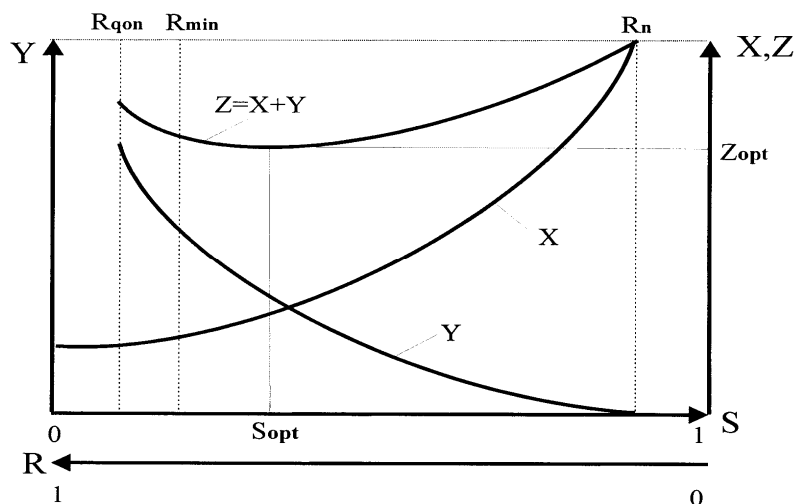
$R_S$  reliability of a system made up of  $n$  elements is determined by the product of the specific risks  $R_i$  of each dependency:

Optimizing the cost of providing security is possible by applying the principle of "reasonable sufficiency" - ALARA "As Low As Reasonable Achievable", ie to bet ("as little risk as can reasonably be achieved") [2,3].

According to ALARA, the cost of ensuring safety is offset by the importance and usefulness of increasing the level of safety in the work environment, such as ( $0 \geq S \leq 1$ ) - Fig. 1.

Safety level of  $S$  is determined by the expression  $S = 1 - R$ , where  $R$  is the risk to health and safety ( $1 \leq R \geq 0$ ).

When  $R = 0$  - no risk, and at the nearby "0" value risk is low, ie the safety level  $S$  is at a high value. With an increase in the level of safety  $R$   $S$  decreases, respectively. increasing the risk in the living environment, and when reaching  $R = 1$ , safety is  $S = 0$ . To ensure the minimum safety requirements taken  $R_{min}$ , and  $R_0$  is tolerable (acceptable) risk.



**Фиг. 1.** Оптимизиране на нивото на безопасността  $S$  в жизнената среда и общите разходи  $Z$  за безопасност

**Fig. 1.** Optimize the safety level of  $S$  in the living environment and general expenses  $Z$  Safety

Ако с  $Y$  означим разходите за компенсиране на вредите (пострадали хора, повредени сгради и оборудване, пропуснати ползи и др.), то общите разходи  $Z$  може да бъдат определени като сума от разходите  $X$  за осигуряване на безопасността и разходите  $Y$  за компенсиране, т.е.  $Z = X + Y$ .

If a  $Y$  denote the cost of compensating for damage (injured people, damaged buildings and equipment, loss of profits, etc.), The total cost  $Z$  can be defined as the sum of costs  $X$  to ensure the safety and cost  $Y$  to compensate, so  $Z = X + Y$ .

Чрез минимума на кривата на общите разходи  $Z_{min}$ , може да определим оптималните стойности на разходите за осигуряване на безопасността  $S_{opt}$  и оптималните общи разходи  $Z_{opt}$ .

By curve minimum total cost  $Z_{min}$ , we can determine the optimal cost of ensuring the safety and optimal  $S_{opt}$  overheads  $Z_{opt}$ .

## 2. Оптимизиране на безопасността на топлоенергиен обект по икономически критерии

## 2. Optimizing safety heat-energy object economic criteria

При подготовката и избора на управленски решения, основани на определени икономически механизми основна роля е отредена на оценката на ефективността на анализирания варианти за действие.

The preparation and selection of management decisions based on certain economic mechanisms main role is played by the evaluation of the effectiveness of the analyzed options for action.

Управленските решения за минимизиране на техногенното въздействие на опасни топлоенергийни обекти трябва да се вземат на базата на избора на оптимални стратегии от икономическа гледна точка.

Management solutions for minimizing technogenic influence of dangerous objects thermal energy should be taken based on the selection of optimal strategies from an economic perspective.

Като критерий за ефективност или целева функция може да се използват различни критерии, основани на големината на риска или на неговите съставляващи.

As a criterion for efficiency or cost function may be used in a variety of criteria based on the size of the risk or to its forming.

Най-простата постановка на задачата в теорията на безопасността и риска може да

The simplest formulation of the problem in the theory of safety and

се разглежда като вероятностна модификация на обикновения критерий за най-малката стойност.

Разглеждайки в качеството на целева функция на стойността на обекта  $C(\mathbf{a})$  в зависимост от конструктивните или технологичните параметри  $\mathbf{a}$  от допустимата област на стойностите  $A$ , критерият за намиране на вектора на параметрите  $\mathbf{a}$  може да се запише във вида

$$C(\mathbf{a}) \rightarrow \min_a, \quad H(\mathbf{a}) \leq H^*, \quad \mathbf{a} \in A, \quad (1)$$

където  $H^*$  е минимално допустимата нормативна стойност на техногенния риск.

Наред с критерия за минималната стойност може да се формулира съпътстващия го критерий за минималния технически риск:

$$H(\mathbf{a}) \rightarrow \min_a, \quad C(\mathbf{a}) \leq C^*, \quad \mathbf{a} \in A \quad (2)$$

където  $C^*$  е максималната допустимата стойност на разходите.

Задачите (1) и (2) могат да бъдат многоекстремни и нелинейни.

Вместо началната стойност  $C(\mathbf{a})$  може да се минимизира математическото очакване за сумата на началните стойности (големината на капиталните вложения) и разходите, свързани с експлоатацията на обекта, включително и понесените загуби от аварии.

В най-простия случай, оптимизационната задача приема вида:

$$C_0(\mathbf{a}) + H(\mathbf{a}) Y(\mathbf{a}) \rightarrow \min_a, \quad H(\mathbf{a}) \geq H^*, \quad \mathbf{a} \in A, \quad (3)$$

където  $Y(\mathbf{a})$  е загубата, свързана с аварията.

Този модел допуска обобщения, отчитащи разходите, свързани с диагностиката, с профилактиката на отказите, с повторните откази, с ремонта и възстановяването, с отчитане на загубите за природозащитни дейности.

При отчитане на фактора време

risk can be seen as a probabilistic modification of the usual criterion for the smallest value.

Considered an objective function value of the object  $C(\mathbf{a})$  depending on the design or process parameters and on the permissible values of area  $A$ , the criterion for finding the vector of parameters and can be written in the form.

where  $H^*$  is legal minimum allowable value of technogenic risk.

Along with the criterion for the minimum value can be formulated accompanying criterion of minimum technical risk:

where  $C^*$  is maximum allowable cost.

Tasks (1) and (2) can be multi-extreme and nonlinear.

Instead of the initial value  $C(\mathbf{a})$  can be minimized mathematical expectation of the amount of initial values (the size of capital investments) and costs associated with the operation of the site, including losses from accidents.

In the simplest case, the optimization problem takes the form:

where  $Y(\mathbf{a})$  is loss associated with the accident.

This model allows the summary account of the cost associated with the diagnosis, the prevention of failures, with repeated failures, repair and restoration, taking into account the loss of conservation activities.

Taking into account the time factor

техногенния риск и неговите нормативни стойности стават функции на времето, а целевата функция – функционал на функцията  $H$ .

Ако е необходимо при това да се отличават аварията по степен на причинените вреди, то вместо (3) може да бъде използван израза:

$$C_0(\mathbf{a}) + \sum_{\alpha} H_{\alpha}(a,t)Y_{\alpha}(a) \rightarrow \min_a, \quad H(\mathbf{a},t) \geq H^*(t), \quad \mathbf{a} \in A, \quad (4)$$

$$H(\mathbf{a},t) \geq H^*(t), \quad \mathbf{a} \in A, \quad t \in [0, T^*], \quad (5)$$

където  $H_{\alpha}(\mathbf{a},t)$  е техногенния риск.

$Y_{\alpha}(\mathbf{a})$  – стойността на съответната загуба,

$T^*$  - нормативния ресурс или срока на служба.

Независимо от голямата привлекателност на оптимизационните подходи към задачите за безопасността и риска, тяхното практическо използване е много ограничено. Причина за това са условният характер на числените стойности на ценовите показатели и принципните трудности при оценката на аварията, спрегнати с екологичните и социалните вреди.

Но без особени затруднения могат да бъдат използвани тези оптимизационни подходи, при които не се използват категориите от икономически характер.

Например, ако безопасността на обекта може да бъде осигурена чрез чисто технически мероприятия, не водещи до високи разходи, то критерия за минималния риск (2) се опростява [1]. В резултат на това задачата се свежда към принципа на минималния техногенен риск:

$$H(\mathbf{a}) \rightarrow \min_a, \quad \mathbf{a} \in A. \quad (6)$$

В много случаи евтините технически решения съответстват на най-големия риск и, обратно, решенията с ограничен риск изискват големи разходи.

Такава обратна взаимовръзка на риска и разходите може да определи реда за вземане на техническо решение.

Така например, ако последствията от

technogenic risk and its normative values are functions of time, and the objective function - the function  $H$ .

If necessary it can be distinguished by the degree of accidents caused damages, instead of (3) can be used the expression:

where  $H_{\alpha}(\mathbf{a},t)$  is technogenic risk.

$Y_{\alpha}(a)$  - the value of the loss

$T^*$  - normative resources or duration of service.

Regardless of the attractiveness of optimization approaches to the task of safety and risk, their practical use is very limited. This is due to the conditional nature of the numerical values of the price indices and the principal difficulties in assessing the accidents conjugated with environmental and social damage.

But without difficulty can be used these optimization approaches, which do not involve the categories of economic nature.

For example, if the safety of the site may be provided by purely technical events not leading to higher costs, the criterion of minimum risk (2) simplifies [1]. As a result, the problem is reduced to the principle of minimum technogenic risk:

In many cases, expensive technical solutions correspond to the highest risk and, conversely, decisions with limited risk require large expenditures.

This inverse correlation risk and cost may determine the procedure for making a technical solution.

критически отказ се състоят от икономически загуби (или последствията могат да се сведат до ценовата функция), то решението на задачата може да бъде представено в класическата форма на търсене на екстремума.

Ако съставляващите стойности на жизнения цикъл на обекта  $I(r)$  зависят от логаритмичния показател за безопасна работа  $r$

$$r \quad (r = \lg(1 - S) = -\lg H),$$

където  $C(r)$  – разходите за създаване на обекта;

$Y(r)$  – сумата на преките и косвените загуби, свързани с осигуряване на безопасната експлоатация на обекта;

$H$  - техногенния риск.

Например, при

$$S = 0,999 \quad \text{и} \quad r = 3,$$

то следва

$$C(r) = \left(\frac{r}{r_0}\right)^\alpha; \quad Y(r) = \left(\frac{r_0}{r}\right)^\beta \quad I(r) = C(r) + Y(r); \quad (7)$$

където  $\alpha, \beta$  са положителни постоянни,  $r_0$  – параметър, отнасящ се към прототипа или аналога на обекта.

Оптималното ниво на безопасността се достига, когато сумата  $I(r)$  е минимална, т.е. производната

$$\frac{dI(r)}{dr} = 0 \quad \text{и} \quad r_{\min} = r_0 \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^{\frac{1}{\alpha+\beta}}. \quad (8)$$

Ако постоянните са  $\alpha = 3, \beta = 2, r_0 = 3, r = 1,$

то се определят стойностите за  $C(r)$  и  $Y(r)$ , а от там и за  $I(r)$  и се построява графиката (Фиг. 2).

Оптималното ниво на безопасност за така зададените стойности за  $\alpha, \beta$  и  $r_0$  е:

For example, if the consequences of critical failure consist of economic losses (or the consequences can be reduced to the price function), then the solution of the problem can be represented in the classical form of search extrema.

If the component values of the life cycle of the object  $I(r)$  depend on logarithmic indicator for safe operation  $r$

where  $C(r)$  - the cost of object creation;

$Y(r)$  - the sum of direct and indirect losses related to ensuring the safe operation of the facility;

$H$  - technogenic risk.

For example, in

it should

where  $\alpha, \beta$  are positive constant  $r_0$  - parameter relating to the prototype or the equivalent of an object.

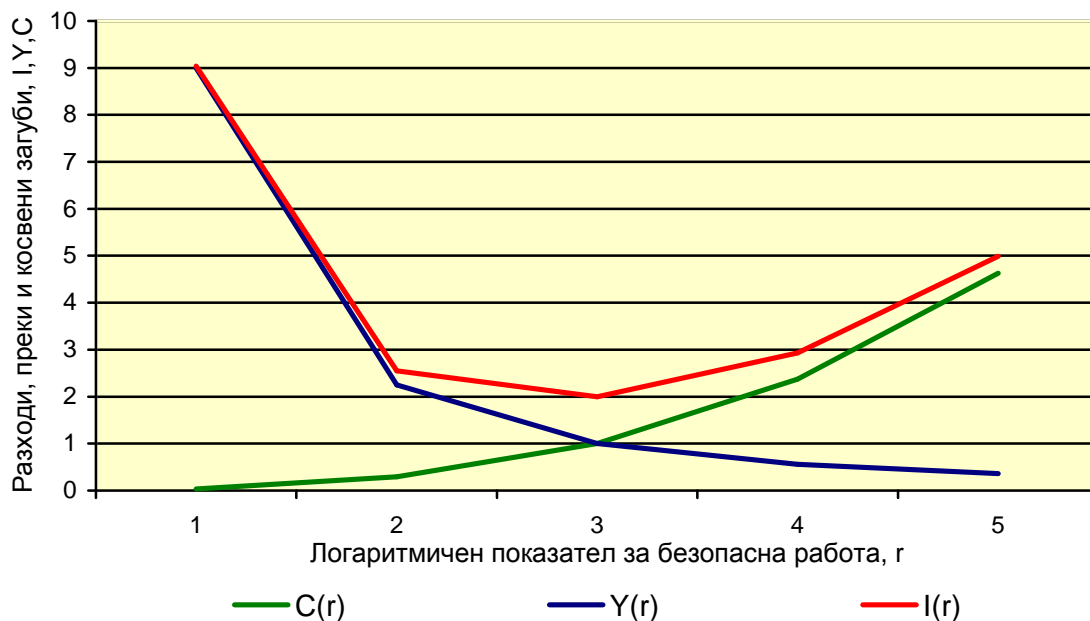
The optimum level of safety is achieved when the sum  $I(r)$  is minimal, ie derivative

If you constantly have  $\alpha = 3, \beta = 2, r_0 = 3, r = 1,$

It is determined values of  $C(r)$  and  $Y(r)$ , and hence to  $I(r)$  and plot the graph (Fig. 2).

The optimum level of safety for both setpoint  $\alpha, \beta$  and  $r_0$  is

$$r_{\min} = 3 \left( \frac{2}{3} \right)^{\frac{1}{2+3}} = 3.0,922 = 2,766.$$



**Фиг. 2.** Оптимизация на безопасността на топлоенергиен обект по икономически критерии

**Fig. 2.** Optimization of safety heat energy object economic criteria

### Изводи

С настоящия труд авторът счита, че с помощта на принципа на „разумната достатъчност“ – ALARA и залагане на икономически критерии е възможно оптимизирането на безопасността в работната среда.

### Conclusions

In this work the author believes that using the principle of "reasonable sufficiency" - ALARA and betting on economic criteria is possible to optimize safety in the work environment.

### Използвана литература:

1. Алымов, В., Н.Тарасова (2001) Техногенный риск - анализ и оценка. Москва, ИКЦ "Академкнига".
2. Казаков, П. (2011) Надеждност и оптимизиране на сложни системи. Сб. докл. от НК "РУ&СУ'11, том 50, серия 4, Русе, 2011.
3. Казаков, П. Общ модел за оценка на минималната надеждност на сложни технически системи при проектирането им. Сб. докл. от XVII НТКМУ „ЕКО- Варна 2011“, Варна.
4. Лазаров, И.С., З.Д. Джандармова. (2012) Оптимизиране уровня безопасности в жизненной среде. VI Научно-

### References:

1. Alymov, V., N.Tarasova (2001) Technological risk analysis and assessment. Moscow, ICC "Akademkniga".
2. Kazakov, P. (2011) A good faith and optimizirane on complex systems Sat of reports from NC "RU & SU'11, Volume 50, Series 4, Ruse.
3. Kazakov, P. (2011) Total models for a good faith estimate on minimum on complex technical systems at design them. Sat of reports from XVII NTKMU "EKO - Varna 2011".
4. Lazarov, I.S, Z.Dzhandarmova (2012) Optimization level of safety in

практическа конференция „Качество жизни: Проблемы, приоритеты и перспективы”, МОНМСУ, Донецкий институт рынка и социальной политики, Украина, Донецк, с.105-107.

**За контакти:**

доц. д-р инж. ИВАН С. ЛАЗАРОВ

- E-mail: [isl51@abv.bg](mailto:isl51@abv.bg);
- GSM: 0878-115-586;
- Факултет „Техника и технологии“- Ямбол към Тракийски университет – Стара Загора,
- 8600, гр. Ямбол, ул. “Граф Игнатиев” 38; п.к.110.

the living environment. VI Scientific and Practical Conference "Quality of life: Problems, priorities and perspectives", MONMS, Donetsk Institute of Market and Social Policy - Donetsk, p. 105 - 107.

**Contact:**

Assoc. Dr. Ing. IVAN C. Lazarov

- E-mail: [isl51@abv.bg](mailto:isl51@abv.bg);
- GSM: 0878-115-586;
- Faculty "Technology" – Yambol, Thracian University - Stara Zagora,
- 8600, c. Yambol, St. "Graf Ignatiev" 38; p.k.110.



## ЕВРОПЕЙСКИ ИЗМЕРЕНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИЕТО В НАПРАВЛЕНИЕ “ЕНЕРГЕТИКА”

доц. д-р Иван Лазаров  
Тракийски университет Стара Загора

### 1. Въведение

Развитието на индустриалните отношения между страните от Европейския съюз (ЕС) е в пряка зависимост от енергийната политика, както на отделните страни-членки, така и на цялата Европейска общност (ЕО).

С оглед повишаване на енергийната надеждност в ЕО (чрез минимизиране на вероятността за рязко покачване на цените на енергията поради постепенното изчерпване на ограничените енергийни ресурси, както и поради зависимостта от нейния внос), предстои формирането на бъдещата енергийна политика и инфраструктура на Европа. Тя трябва да е ориентирана към намаляване на вредните емисии, ограничаване изменението на

## EUROPEAN DIMENSION IN TRAINING IN THE DIRECTION OF "ENERGY"

Assoc.prof. Ivan Lazarov, Ph.D.  
Thracian University Stara Zagora

### 1. Introduction

Development of industrial relations between the European Union (EU) is directly dependent on energy policy, the individual Member States, and throughout the European Community (EC).

In order to enhance energy reliability in the EC (by minimizing the likelihood of a sharp rise in energy prices due to the gradual depletion of the limited energy resources, and because of its dependence on imports), pending the formation of future energy policy and infrastructure of Europe. It should be orientirana to reduce emissions, mitigate climate change, and providing affordable and