

Применение метода анализа иерархий к оценке уровня промышленной безопасности на однотипных опасных объектах

Application of hierarchies analysis method to an estimation industrial safety level on same dangerous objects

Халманов Х.Ж.¹, Валиева Д.Г.²

¹Казахский государственный научно-исследовательский институт по безопасности работ в горной промышленности, Караганда

²Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова
(E-mail: DinaraValieva89@mail.ru)

Қауіпті өндірістік объектілермен жұмыс істейтін мекемелерде өнеркәсіп қауіпсіздігін тиімді басқару үшін қауіпті объектілердің қорғалу жағдайына әсер ететін факторларының өзгеруіне жедел іс-қимыл әрекет ету мақсатында қауіпсіздік деңгейінің мониторингін жүзеге асырып отыру қажет. Ол үшін өнеркәсіп қауіпсіздігінің деңгейін нақты мөлшерлік көрсеткішпен жан-жақты бағалауға мүмкіндік беретін әдістеменің қажеттілігі туындауда. Осы мақсатта мақалада өнеркәсіп қауіпсіздігінің деңгейін бағалаудың априорлы сараптама бағаларға негізделген әдістемелік нұсқасы берілген.

For efficient control industrial safety in the organizations maintaining dangerous industrial objects realization is necessary of constant monitoring of a level of industrial safety with a view of fast reaction to change of the factors influencing a condition of security of dangerous industrial objects. For this purpose it is necessary to have a technique allowing comprehensively to estimate a level of industrial safety by a concrete quantity indicator. In given article is given the methodical alternative an estimation of industrial safety of dangerous industrial objects which based on aprioristic expert estimations.

Оценка уровня промышленной безопасности на опасных производствах является актуальной задачей, обусловленной высокой интенсификацией и возрастающими объемами производства и требованиями законодательства Республики Казахстан. В свою очередь, это требует от руководителей производства умения управлять промышленной безопасностью. Для эффективного управления промышленной безопасностью в организациях, эксплуатирующих опасные производственные объекты (ОПО), необходимо осуществление постоянного мониторинга уровня промышленной безопасности в целях быстрого реагирования на изменение факторов, влияющих на состояние защищенности ОПО, и проведения необходимых мероприятий, направленных на предупреждение аварии и несчастных случаев.

Рассмотрим несколько (для определенности три) однотипных опасных производства. Проблема заключается в сравнении трех имеющихся альтернатив по уровню промышленной безопасности. Применяя метод анализа иерархий (МАИ), на первом шаге необходимо структурировать проблему в виде иерархии (см. рис.). На первом уровне (в фокусе) иерархии расположена главная цель — промышленная безопасность. На втором уровне находятся пять факторов или критериев, каждый из которых вносит определенный вклад в цель, на третьем уровне расположены подкритерии, и на четвертом (самом нижнем) уровне — три однотипных производства.

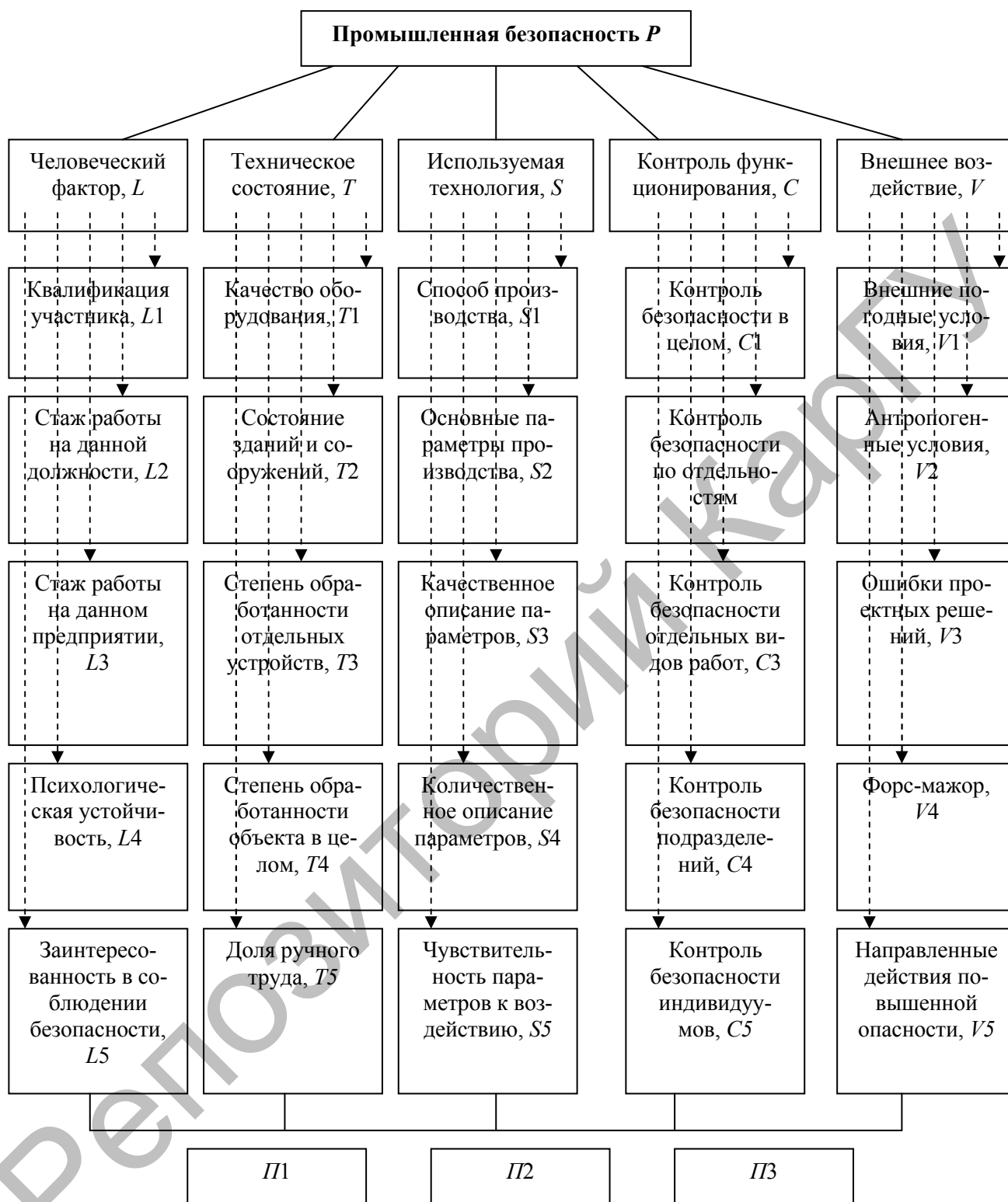


Рис. Иерархическая структура задачи

Уровень промышленной безопасности P зависит от пяти факторов, а каждый из этих факторов, в свою очередь, зависит от множества обстоятельств.

1. Человеческий фактор, т.е. персонал, работающий на ОПО, характеризуется квалификацией участника; стажем работы в данной должности; стажем работы на данном предприятии; психологической устойчивостью; заинтересованностью в соблюдении безопасности ОПО.

2. Техническое состояние ОПО зависит от качества оборудования; состояния зданий и сооружений; от степени обработанности ресурса отдельных устройств и (или) всего объекта в целом, а также от доли ручного труда.

3. Используемая технология определяется способом производства конечного продукта; основными параметрами способа производства и его составляющих; качественным и количественным описанием параметров; чувствительностью параметров к внешнему воздействию.

4. Контроль функционирования ОПО характеризуется качеством многоуровневого контроля: контроль безопасности предприятия в целом; контроль безопасности отдельных участков; контроль безопасности отдельных видов работ технологического цикла; контроль безопасности отдельных подразделений, а также контроль безопасности индивидуумов.

5. Внешнее воздействие включает внешние погодные, атмосферные условия, антропогенные условия, ошибки проектных решений, форс-мажорные обстоятельства, а также направленные действия повышенной опасности.

На следующем шаге выполняются парные сравнения. Элементы второго уровня иерархии записываются в матрицу, которая заполняется суждениями экспертов в области промышленной безопасности, об относительной важности элементов в свете главной цели [1].

Матрица парных сравнений, которая представляет собой второй уровень иерархии, приведена в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Матрица парных сравнений факторов относительно цели (значения показывают доминирование фактора, расположенного слева, над фактором, указанным сверху)

Промышленная безопасность, P	Человеческий фактор, L	Техническое состояние, T	Используемая технология, S	Контроль функционирования ОПО, C	Внешнее воздействие, V	Вектор приоритетов, w_{All}
Человеческий фактор, L	1	1/4	4	1/3	4	0,1442
Техническое состояние, T	4	1	9	2	9	0,4969
Используемая технология, S	1/4	1/9	1	1/3	3	0,0665
Контроль функционирования ОПО, C	3	1/2	3	1	5	0,2538
Внешнее воздействие, V	1/4	1/9	1/3	1/5	1	0,0387
Собственное значение			$\lambda_{max} = 5,2665$			
Индекс согласованности			0,0641			
Отношение согласованности			0,0572			

Далее выполняются парные сравнения подкритериев (интенсивностей), соответствующие каждому критерию, относительно их родительского критерия. Так мы получим пять матриц с размерностью 5×5 , так как на втором уровне иерархии находится 5 критериев. Нормированные векторы приоритетов парных сравнений подкритериев (интенсивностей) приведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Нормированные векторы приоритетов парных сравнений интенсивностей по каждому критерию

Человеческий фактор, wL	Техническое состояние, wT	Используемая технология, wS	Контроль функционирования, wC	Внешнее воздействие, wV
0,1175	0,1194	0,3707	0,3965	0,0615
0,5676	0,1064	0,2914	0,0996	0,1259
0,1705	0,2937	0,0612	0,2814	0,4733
0,0891	0,4358	0,0994	0,0515	0,0848
0,0553	0,0447	0,1772	0,1711	0,2545

Следующим шагом является определение альтернатив, в наибольшей степени определяющих указанные подкритерии.

Альтернативы — производство 1 (П1), производство 2 (П2) и производство 3 (П3).

Для этого мы сравниваем три однотипных производства относительно каждого подкритерия. Матрица парных сравнений производств относительно подкритерия «квалификация участника L1» показана в таблице 3.

Т а б л и ц а 3

L1	П1	П2	П3	w1
П1	1	5	2	0,5816
П2	1/5	1	1/3	0,1094
П3	1/2	3	1	0,3090

У нас получится 25 матриц парных сравнений. Весовые коэффициенты векторов приоритетов, полученные нормированным способом, показаны в таблице 4.

Т а б л и ц а 4

Весовые коэффициенты векторов приоритетов альтернатив

	L1 W1	L2 W2	L3 W3	L4 W4	L5 W5	T1 W6	T2 W7	T3 W8	T4 W9	T5 W10	S1 W11	S2 W12	S3 W13
П1	0,582	0,084	0,126	0,101	0,333	0,153	0,349	0,072	0,072	0,413	0,202	0,585	0,200
П2	0,109	0,701	0,091	0,226	0,333	0,070	0,484	0,649	0,279	0,323	0,097	0,237	0,400
П3	0,309	0,211	0,784	0,674	0,333	0,777	0,168	0,279	0,650	0,260	0,701	0,178	0,400
	S4 W14	S5 W15	C1 W16	C2 W17	C3 W18	C4 W19	C5 W20	V1 W21	V2 W22	V3 W23	V4 W24	V5 W25	
П1	0,268	0,140	0,298	0,528	0,219	0,493	0,140	0,190	0,092	0,595	0,333	0,124	
П2	0,117	0,528	0,576	0,332	0,630	0,196	0,579	0,547	0,238	0,276	0,333	0,522	
П3	0,615	0,333	0,126	0,140	0,152	0,311	0,333	0,263	0,671	0,124	0,333	0,359	

Используя векторы приоритетов, указанные в таблице 4, определяем альтернативу, наиболее подходящую по критерию «Человеческий фактор»:

$$W_L^A[j] = (w1[j] \ w2[j] \ w3[j] \ w4[j] \ w5[j]) \times wL[j1]. \quad (1)$$

Определяем альтернативу, наиболее подходящую по критерию «Техническое состояние»:

$$W_T^A[j] = (w6[j] \ w7[j] \ w8[j] \ w9[j] \ w10[j]) \times wT[j1], \quad (2)$$

где $j = \overline{1,3}$; $j1 = \overline{1,5}$.

Аналогичным образом определяем альтернативы, подходящие по остальным критериям.

Следующим шагом является определение альтернативы, удовлетворяющей всем критериям:

$$W^A[j] = (W_L^A[j] \ W_T^A[j] \ W_S^A[j] \ W_C^A[j] \ W_V^A[j]) \times wAll[j1], \quad (3)$$

где $j = \overline{1,3}$; $j1 = \overline{1,5}$.

Результат по нашему примеру $W^A[j] = \begin{pmatrix} 0,1930 \\ 0,4281 \\ 0,3789 \end{pmatrix}$.

По приведенным выше результатам производство П2 имеет наивысший уровень промышленной безопасности по сравнению с другими производствами П1 и П3.

В заключение отметим, что разработанная методика дает возможность сравнивать однотипные производства, оценивая уровни промышленной безопасности количественным показателем по всей совокупности факторов, а также, в случае необходимости, отслеживать значимость каждого фактора.

References

1. Saaty T. Decision-making. Method of the analysis of hierarchies. — М.: Radio and communication, 1993. — P. 278.