

УДК 699.81

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОЦЕНКИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ  
МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ  
НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ.  
ЧАСТЬ 2. ПРИМЕР РАСЧЕТА**

**Мухаметзянов Назар Зинурович, Султанов Рифкат Мухатьярович,  
Хафизов Ильдар Фанилевич**

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия

**АННОТАЦИЯ**

В статье на примере проектирования установки по добыче, сбору и транспорту продукции нефтяных скважин. рассматривается формирование расчетного алгоритма по определению эффективности проектируемых организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объектах нефтедобывающей отрасли. На практике выявлены некоторые особенности измерения и оценки организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, которые позволяют активно воздействовать на процессы проектирования объектов и тенденции их развития. Показана эффективность применения предлагаемого алгоритма расчета при оценке эффективности проектируемых мероприятий. Результаты практического применения методики расчета оценки организационно-технических мероприятий подтверждают возможность формирования расчетного алгоритма по определению эффективности проектируемых мероприятий, основанного на таких инструментах теоретического исследования, как метод дерева целей метод структуризации целей механизм анализа иерархий метод решающих матриц и метод экспертных оценок.

**Ключевые слова:** количественный показатель, дерево целей, метод структуризации целей, метод экспертных оценок, качественная характеристика оценки

**METHODOLOGY FOR CALCULATING THE ASSESSMENT OF ORGANIZATIONAL  
AND TECHNICAL FIRE SAFETY MEASURES AT THE FACILITIES OF THE OIL INDUSTRY.  
PART 2. CALCULATION EXAMPLE**

**Nazar Z. Mukhametzyanov, Rifkat M. Sultanov, Il'dar F. Hafizov**

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation

**ABSTRACT**

The article is based on the example of designing an installation for the extraction, collection and transportation of oil well products. The formation of a computational algorithm to determine the effectiveness of the projected organizational and technical measures to ensure fire safety at the facilities of the oil industry is considered. In practice, some features of measuring and evaluating organizational and technical measures

to ensure fire safety have been identified, which make it possible to actively influence the processes of designing objects and trends in their development. The effectiveness of the proposed calculation algorithm in assessing the effectiveness of the planned measures is shown. The results of the practical application of the methodology for calculating the evaluation of organizational and technical measures confirm the possibility of forming a calculation algorithm to determine the effectiveness of the planned measures, based on such tools of theoretical research as the goal tree method; the goal structuring method; the mechanism for analyzing hierarchies; the method of decision matrices, the method of expert assessments.

**Keywords:** quantitative indicator, goal tree, goal structuring method, the method of expert assessments, qualitative characteristics of the assessment

### Введение

Данная статья является продолжением исследования, проведенного в первой части статьи. На примере расчета оценки организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объектах нефтедобывающей отрасли показано формирование расчетного алгоритма по определению эффективности проектируемых мероприятий [1–11].

В качестве объекта проектирования рассматривается установка по добыче, сбору и транспорту продукции нефтяных скважин.

### Материалы и методы

Для расчета используется дерево целей, получаемое в результате декомпозиции задачи разработки оценки организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности в иерархию и укрупненные группы элементов оценки организационно-технических мероприятий, разработанные в первой части статьи.

Строится множество матриц попарных сравнений для каждого из нижних уровней - по одной матрице для общей цели и для элементов 1, 2, и 3 (см. табл. 1–4).

**Таблица 1.** Матрица для общей цели  
**Tabl 1.** A matrix for a common purpose

| №<br>No | Элемент<br>Element | 1 | 2   | 3   | Вектор приоритетов<br>Priority vector |
|---------|--------------------|---|-----|-----|---------------------------------------|
| 1       |                    | 1 | 1/2 | 1/2 | 0,200                                 |
| 2       |                    | 2 | 1   | 1   | 0,400                                 |
| 3       |                    | 2 | 1   | 1   | 0,400                                 |

Для таблицы 1 показатели: наибольшее собственное значение матрицы суждений; индекс согласованности; отношение согласованности соответственно равны  $\lambda=3,000$ ; ИС=0,000; ОС=0,000

**Таблица 2.** Матрица для элемента 1  
**Tabl 2.** Matrix for element 1

| №<br>No | Элемент<br>Element | 3.1.1 | 3.1.2 | 3.2.1 | 3.2.2 | 3.2.3 | Вектор приоритетов<br>Priority vector |
|---------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------------------------|
| 1       | 3.1.1              | 1     | 7     | 5     | 5     | 5     | 0,55                                  |
| 2       | 3.1.2              | 1/7   | 1     | 1/4   | 1/3   | 1/4   | 0,04                                  |
| 3       | 3.2.1              | 1/5   | 4     | 1     | 1     | 1/2   | 0,11                                  |
| 4       | 3.2.2              | 1/5   | 3     | 1     | 1     | 1/3   | 0,1                                   |
| 5       | 3.2.3              | 1/5   | 4     | 2     | 3     | 1     | 0,19                                  |

Для таблицы 2 показатели: наибольшее собственное значение матрицы суждений; индекс согласованности; отношение согласованности соответственно равны  $\lambda=5,08$ ; ИС=0,2; ОС=0,17.

**Таблица 3.** Матрица для элемента 2  
**Tabl 3.** Matrix for element 2

| №<br>No | Элемент<br>Element | 3.1.1 | 3.1.2 | 3.2.1 | 3.2.2 | 3.2.3 | Вектор приорите-<br>тов<br>Priority vector |
|---------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| 1       | 3.1.1              | 1     | 6     | 3     | 4     | 5     | 0,46                                       |
| 2       | 3.1.2              | 1/6   | 1     | 1/3   | 1/5   | 1/4   | 0,04                                       |
| 3       | 3.2.1              | 1/3   | 3     | 1     | 1     | 1/2   | 0,12                                       |
| 4       | 3.2.2              | 1/4   | 5     | 1     | 1     | 1/4   | 0,16                                       |
| 5       | 3.2.3              | 1/5   | 4     | 2     | 4     | 1     | 0,2  |

Для таблицы 3 показатели: наибольшее собственное значение матрицы суждений; индекс согласованности; отношение согласованности соответственно равны  $\lambda=6,3$ ; ИС=1,33; ОС=1,18.

**Таблица 4.** Матрица для элемента 3  
**Tabl 4.** Matrix for element 3

| №<br>No | Элемент<br>Element | 3.1.1 | 3.1.2 | 3.2.1 | 3.2.2 | 3.2.3 | Вектор приоритетов<br>Priority vector |
|---------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------------------------|
| 1       | 3.1.1              | 1     | 6     | 3     | 5     | 4     | 0,5                                   |
| 2       | 3.1.2              | 1/6   | 1     | 1/4   | 1/5   | 1/6   | 0,04                                  |
| 3       | 3.2.1              | 1/3   | 4     | 1     | 2     | 1     | 0,18                                  |
| 4       | 3.2.2              | 1/5   | 5     | 1/2   | 1     | 2     | 0,14                                  |
| 5       | 3.2.3              | 1/4   | 6     | 1     | 1/2   | 1     | 0,14                                  |

Для таблицы 4 показатели: наибольшее собственное значение матрицы суждений; индекс согласованности; отношение согласованности соответственно равны  $\lambda=5,32$ ; ИС=1,08; ОС=0,96.

Следующим этапом является применение принципа синтеза. Для выявления составных приоритетов элементов локальные приоритеты располагаются по отношению к каждому соответствующему критерию, каждый вектор в столбце

умножается на приоритет соответствующего критерия и результат складывается вдоль каждой строки (см. табл. 5).

**Таблица 5.** Обобщенные приоритеты  
**Tabl 5.** Generalized priorities

| №<br>No | Элемент<br>Element | 3.1.1 | 3.1.2 | 3.2.1 | 3.2.2 | 3.2.3 | Обобщенные приоритеты<br>Generalized priorities |
|---------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 1       | 1 (0,2)            | 0,55  | 0,04  | 0,11  | 0,10  | 0,19  | 0,2   |
| 2       | 2 (0,4)            | 0,46  | 0,04  | 0,12  | 0,16  | 0,20  | 0,4   |
| 3       | 3 (0,4)            | 0,50  | 0,04  | 0,18  | 0,14  | 0,14  | 0,4   |

### Результаты и их обсуждение

Оценка организационно-технических решений устанавливается по предложенной автором модификации метода решающих матриц [11].

Предложенная автором модификация метода решающих матриц состоит в следующем: формируется перечень  $\varphi$  (вектор с компонентами  $\varphi_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n_\varphi$ ) – перечень экспертных мнений по достаточности и качеству разрабатываемых

мероприятий, от которых зависят подцели второго уровня и которые сгруппированы по организационным и техническим признакам. Результаты этой процедуры представлены в табл. 6.

После составления матрицы выявляются зависимости, по которым можно определить обоснованность и достаточность разрабатываемых организационно-технических мероприятий для реализации подцелей второго уровня.

**Таблица 6.**

Матрица отображения достаточности организационно-технических мероприятий для реализации подцелей второго уровня

**Tabl 6.**

Matrix for displaying the sufficiency of organizational and technical measures for the implementation of second-level sub-goals

| Мероприятия<br>Events | 1         | 2         | 3         |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| 1 (3.1.1)             | 0,3 × 0,9 | 0,3 × 0,9 | 0,3 × 0,9 |
| 2 (3.1.2)             | 0,3 × 0,9 | 0,1 × 0,9 | 0,2 × 0,9 |
| 3 (3.2.1)             | 0,2 × 0,3 | 0,1 × 0,2 | 0,2 × 0,1 |
| 4 (3.2.2)             | 0,1 × 0,7 | 0,4 × 0,6 | 0,2 × 0,5 |
| 5 (3.2.3)             | 0,1 × 0,8 | 0,1 × 0,4 | 0,1 × 0,3 |

В качестве примера оценка достаточности всей совокупности мероприятий для достижения требуемой эффективности принимается равной единице:

$$1) 1 \times 0,3 \times 0,9 \times 0,2 + 1 \times 0,3 \times 0,9 \times 0,4 + 1 \times 0,3 \times 0,9 \times 0,4 = 0,270;$$

$$2) 1 \times 0,3 \times 0,9 \times 0,2 + 1 \times 0,1 \times 0,9 \times 0,4 + 1 \times 0,2 \times 0,9 \times 0,4 = 0,162;$$

$$3) 1 \times 0,2 \times 0,3 \times 0,2 + 1 \times 0,1 \times 0,2 \times 0,4 + 1 \times 0,2 \times 0,1 \times 0,4 = 0,028;$$

$$4) 1 \times 0,1 \times 0,7 \times 0,2 + 1 \times 0,4 \times 0,6 \times 0,4 + 1 \times 0,2 \times 0,5 \times 0,4 = 0,150;$$

$$5) 1 \times 0,1 \times 0,8 \times 0,2 + 1 \times 0,1 \times 0,4 \times 0,4 + 1 \times 0,1 \times 0,3 \times 0,4 = 0,044;$$

Полученная зависимость дает отображение разрабатываемых организационно-технических мероприятий на их оценку эффективности.

Заключительным этапом является оценка разрабатываемых организационно-технических мероприятий, по которой можно сделать вывод об эффективности разрабатываемых мероприятий.

С этой целью полученные выше количественные показатели экспертных оценок по достаточности и качеству разрабатываемых мероприятий, от которых зависят подцели второго уровня и которые сгруппированы по организационным и техническим признакам, суммируются:

$$0,270 + 0,162 + 0,028 + 0,150 + 0,044 = \\ = \mathbf{0,654}.$$

Полученное значение по шкале качественных оценок соответствует качественной характеристике организационно-технических мероприятий как "**хорошее**".

Приведенный расчет для наглядности возможно проводить с помощью электронных таблиц Excel.

### Заключение

Рассмотренный пример подтверждает возможность формирования расчетного алгоритма по определению эффективности проектируемых мероприятий, основанного на таких инструментах теоретического исследования, как метод дерева целей; метод структуризации целей механизм анализа иерархий метод решающих матриц и метод экспертных оценок.

Таким образом, иллюстрируется возможность измерения и оценки организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, что позволяет отслеживать и корректировать проектируемые мероприятия, а также планировать дальнейшее совершенствование процесса разработки проектной документации.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Мухаметзянов Н. З., Султанов Р. М. Анализ системы экспертизы проектной документации по обеспечению пожарной безопасности объектов строительства // Нефтегазовое дело. 2022. № 5. С. 21–38.
2. Шаров И. Н. Эффективность оценки соответствия требованиям пожарной безопасности в форме федерального государственного пожарного надзора: дис. ... канд. техн. наук. М., 2013. 256 с.
3. Трунева В. А. Совершенствование методов определения расчетных величин пожарного риска для производственных зданий и сооружений нефтегазовой отрасли: дис. ... канд. техн. наук. М., 2015. 175 с.
4. Мухаметзянов З. Р., Олейник П. П. Формирование организационно-технологических решений при строительстве отраслевых комплексов // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 11. С. 35–41.
5. О промышленной безопасности опасных производственных объектов : федер. закон Российской Федерации N 116-ФЗ от 21.07.1997 (послед. ред.) // КонсультантПлюс : сайт. URL: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 09.06.2023).

6. О техническом регулировании : федер. закон Российской Федерации N 184-ФЗ от 27.12.2002 (послед. ред.) // КонсультантПлюс : сайт. URL: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 09.06.2023).
7. Рудченко Г. И. Совершенствование способов и методов обеспечения пожарной безопасности при проектировании и эксплуатации дошкольных образовательных учреждений: дис. ... канд. техн. наук. Волгоград, 2013. 184 с.
8. Нгуен С. Х. Обоснование противопожарных требований к конструкциям и объемно-планировочным решениям подземных автостоянок в многоэтажных зданиях Вьетнама: дис. ... канд. техн. наук. М., 2012. 170 с.
9. Мухаметзянов Н. З., Хафизов Ф. Ш. Классификация параметров организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности объектов нефтяной промышленности // Нефтегазовое дело. 2022. № 5. С. 39–54.
10. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем / пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе ; под ред. И. А. Ушакова. – М. : Радио и связь, 1991. – 224 с.
11. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа. М., 1981. 488 с.

### References

1. Mukhametzyanov N.Z., Sultanov R.M. Analysis of the system of examination of project documentation to ensure fire safety of construction facilities. Oil and gas business. 2022; 5:21-38. Doi <https://dx.doi.org/10.17122/ogbus-2022-5-21-38> (rus).
2. Sharov I.N. The effectiveness of the assessment of compliance with fire safety requirements in the form of federal state fire supervision. Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. - Moscow, 2013; 256. (rus).
3. Truneva V. A. Improvement of methods for determining calculated fire risk values for industrial buildings and structures of the oil and gas industry. Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. Moscow, 2015; 175. (rus).
4. Mukhametzyanov Z.R., Oleinik P.P. Formation of Organizational and Technological Solutions for the Construction of Industrial Complexes. Industrial and Civil Engineering. 2019; 11:35-41. DOI: 10.33622/0869-7019.2019.11.35-41 (rus).
5. Russian Federation. Laws: Federal Law No. 116-FZ "On Industrial Safety of Hazardous Production facilities": [adopted by the State Duma on June 20, 1997]. Moscow: Code, 1997. (rus).
6. Russian Federation. Federal Law No. 184-FZ of December 27, 2002 "On Technical Regulation". - Access mode: <http://base.consultant.ru> . (rus).
7. Rudchenko G. I. Improvement of methods and methods of ensuring fire safety in the design and operation of preschool educational institutions. Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. - Volgograd, 2013; 184. (rus).
8. Nguen S. Kh. Justification of fire-fighting requirements for structures and space-planning solutions of underground parking lots in multi-storey buildings in Vietnam. Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. Moscow, 2012; 170. (rus).
9. Mukhametzyanov N.Z., Khafizov F.Sh. Classification of parameters of organizational and technical measures to ensure fire safety of oil industry facilities. Oil and gas business. 2022; 5:39-54. doi <https://dx.doi.org/10.17122/ogbus-2022-5-39-54> (rus).
10. Saati T., Kerns K. Analytical planning. Organization of systems. Moscow, Radio and communications, 1991. (rus).
11. Moiseev N.N. Mathematical problems of system analysis. Moscow, The science. The main editorial office of the physical and mathematical literature, 1981. (rus).

### Информация об авторах

**Мухаметзянов Назар Зинурович**, аспирант кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», Уфимский государ-

### Information about the authors

**Nazar Z. Mukhametzyanov**, Graduate Student of Fire and Industrial Safety Department, Ufa State Petroleum Technological University, Kosmonavtov str., 1, Ufa, 450062, Russian Federation;

ственный нефтяной технический университет, Россия 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1;

e-mail: [chief.mr-nazar@yandex.ru](mailto:chief.mr-nazar@yandex.ru)

**Султанов Рифкат Мухатьярович**, доктор технических наук, профессор кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», Уфимский государственный нефтяной технический университет, Россия, 450062 г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1;

e-mail: [sultanov55@mail.ru](mailto:sultanov55@mail.ru)

**Хафизов Ильдар Фанилевич**, доктор технических наук, профессор кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», Уфимский государственный нефтяной технический университет, Россия, 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1;

e-mail: [ildar.hafizov@mail.ru](mailto:ildar.hafizov@mail.ru)

e-mail: [chief.mr-nazar@yandex.ru](mailto:chief.mr-nazar@yandex.ru)

**Rifkat M. Sultanov**, Doctor of Engineering Sciences, Professor of Fire and Industrial Safety Department, Ufa State Petroleum Technological University, Kosmonavtov str., 1, Ufa, 450062, Russian Federation;

e-mail: [sultanov55@mail.ru](mailto:sultanov55@mail.ru)

**Ildar F.Hafizov**, Doctor of Engineering Sciences, Professor of Fire and Industrial Safety Department, Ufa State Petroleum Technological University, Kosmonavtov str., 1, Ufa, 450062, Russian Federation;

e-mail: [ildar.hafizov@mail.ru](mailto:ildar.hafizov@mail.ru)