

Оценка потенциальной опасности нарушений в области промышленной безопасности нефтегазовых объектов

Абрамов Евгений Алексеевич, *генеральный директор ООО «Газпром газнадзор»*

Лесных Валерий Витальевич, *советник генерального директора
ООО «Газпром газнадзор», д.т.н., проф.*

Тимофеева Татьяна Борисовна, *доцент, Государственный университет
управления, к.т.н.*



Проактивные методы обеспечения комплексной безопасности и основные задачи корпоративного контроля



Проблемы оценки эффективности инспекционной контрольной деятельности



Учет потенциальной опасности нарушений при оценке ожидаемого предотвращенного ущерба



Результаты оценки потенциальной опасности нарушений

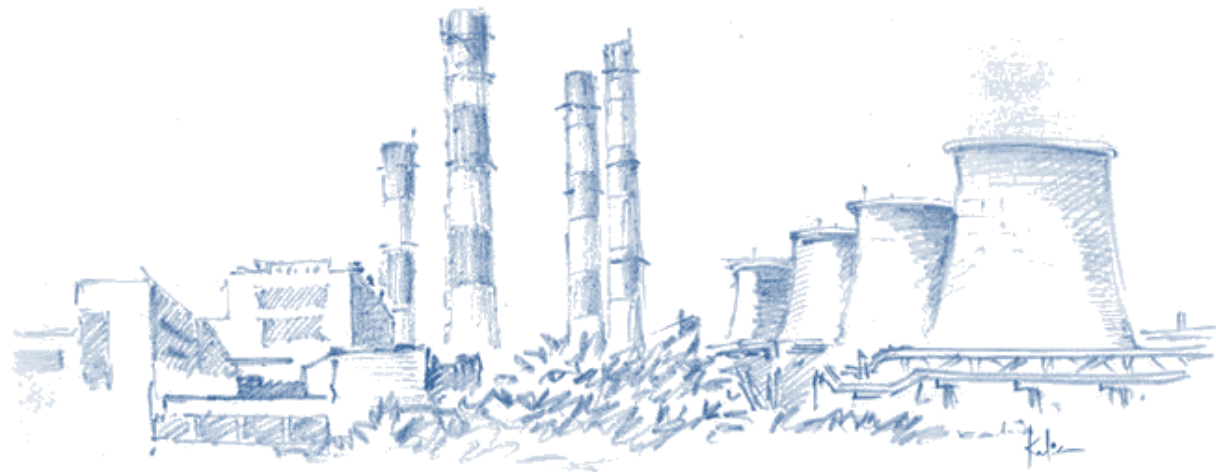


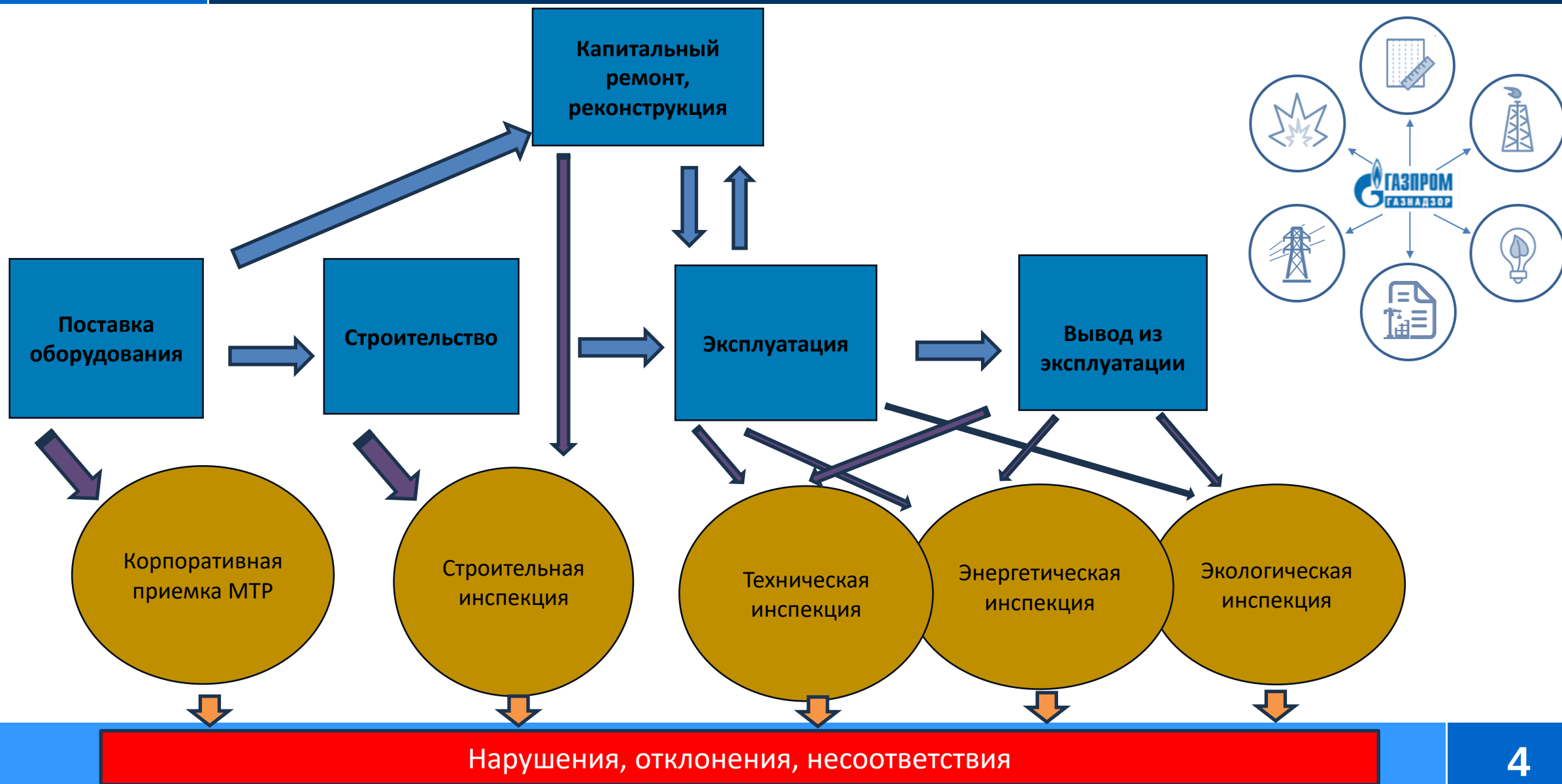
Выводы

Методы обеспечения безопасности – законодательные, нормативные, организационные, инженерно-технические, экономические

Проактивные методы обеспечения комплексной безопасности направлены на раннюю идентификацию нарушений и отклонений в работе или обслуживании объекта и их устранение до того, как нарушения и отклонения станут предпосылками к событиям с негативными последствиями.

Примеры проактивных методов:
надзор и инспектирование, система дистанционного контроля (СДК), культура безопасности и пр.





Пирамида происшествий для объектов нефтегазовой отрасли (промышленная безопасность)

Уровень события	События промышленной безопасности	Признаки опасности техногенного события	K_i
1	Аварии	Разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ	1
2	Инциденты	Отказ или повреждение технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, отклонение от установленного режима технологического процесса	3
3	Предпосылки к инцидентам (технологические)	Изменение технологических параметров режима работы опасного производственного объекта, которое может приводить к инциденту или аварии	30
4	Нарушения без последствий	Выявленные в результате проверок нарушения (несоответствия, отклонения) в области промышленной безопасности	3000

Примечание: Классификация событий в области промышленной безопасности устанавливается «Методическими рекомендациями по классификации аварийно опасных происшествий на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса» (Приказ Ростехнадзора от 20 ноября 2023 г. N 410) .

Оценка ожидаемого предотвращенного ущерба (одна инспекция - один вид безопасности)

$$W = (1 + w_{\text{КОСВ}}) N_I D_I \sum_{i=1}^{I-1} \frac{1}{K_{I-i+1}} \bar{Y}_i$$

$$N_i = \frac{N_I}{K_{I-i+1}}.$$

где N_I - число нарушений, выявленных в течение года в результате проверок;

D_I - доля устраненных нарушений;

K_i - коэффициент пересчета числа событий, предотвращенных на i -ом уровне «пирамиды происшествий»;

$\bar{Y}_i$ - среднее значение прямого ущерба от одного события, предотвращенного на i -ом уровне «пирамиды происшествий»;

$w_{\text{КОСВ}}$ — доля косвенного ущерба

Оценка числа предотвращенных событий с учетом потенциальной тяжести устраненных нарушений

$$N_I^{\text{коpp}} = \text{int} \left[\sum_{g=1}^G N_I \frac{B_g}{B} \right] D_I$$

Бальная оценка

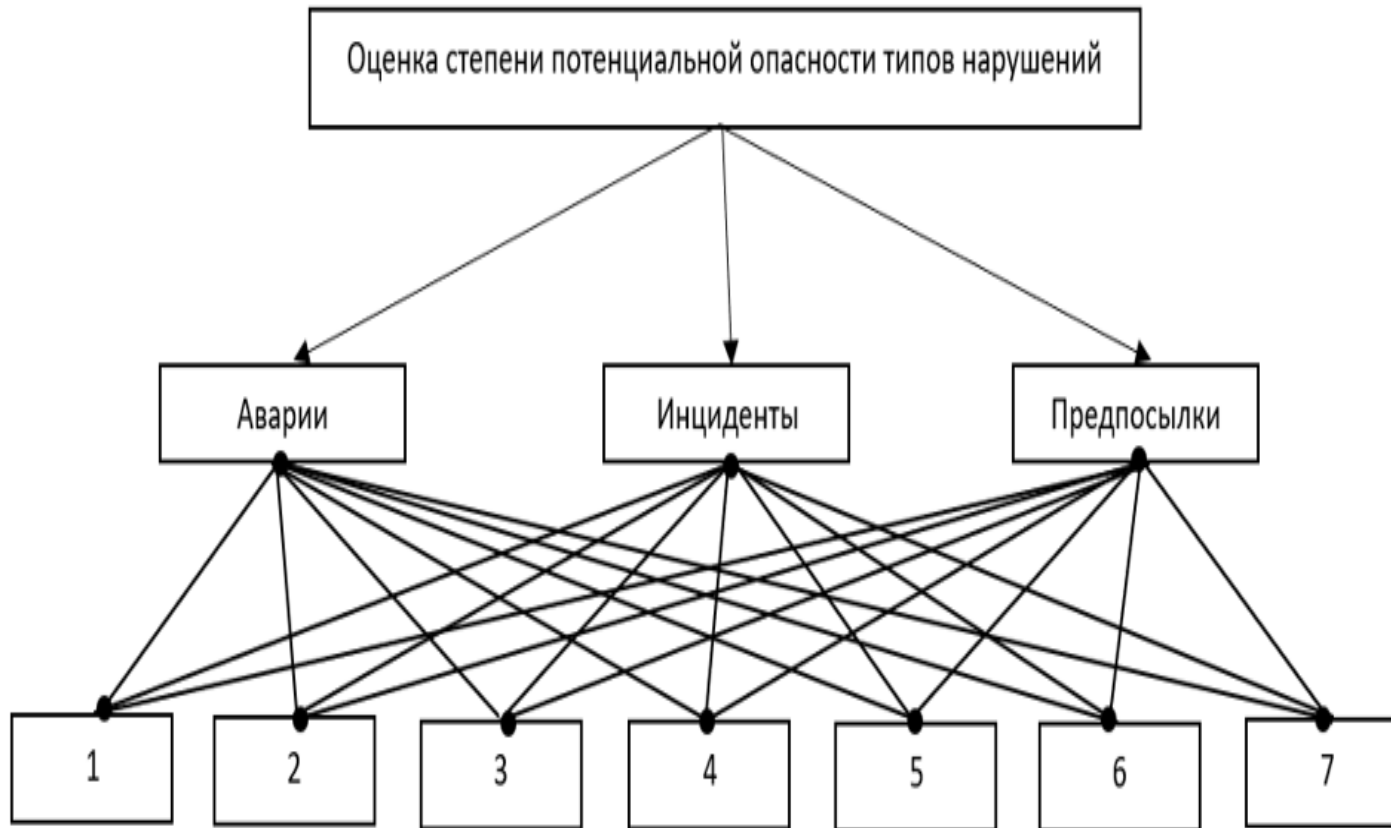
где B_g - бальная оценка тяжести нарушений g -той группы нарушений; B – размерность бальной шкалы;
 G – число групп нарушений; D_I - доля устраненных нарушений

$$N_I^{\text{коpp}} = \text{int} \left[\sum_{g=1}^G N_I \alpha_g \right] D_I$$

**Попарное сравнение
(метод анализа иерархий)**

где α_g - весовой коэффициент g -той группы нарушений

Иерархическая структура типов происшествий и групп нарушений



Группы нарушений:

1. Документация (6).
2. Экспертиза промышленной безопасности (2).
3. Готовность к ликвидации последствий аварий и инцидентов (6).
4. Оформление информационными знаками и знаками безопасности (5).
5. Содержание объектов и оборудования (11).
6. Охранные зоны (5).
7. Организация рабочего процесса и безопасности персонала (4).

Оценка степени тяжести нарушений в области промышленной безопасности (10-ти бальная шкала)

№	Типы несоответствий	Оценка тяжести
1.	Документация	
1.1	Оформление документации по работам повышенной опасности	7
1.2	Оформление разрешительной документации (Лицензии и т. д.)	7
.....		
2.	Экспертиза промышленной безопасности	
2.1	Эксплуатация оборудования за пределами расчетного срока службы без проведения экспертизы промышленной безопасности	9
2.2	Эксплуатация оборудования с неисполненными обязательными условиями экспертизы промышленной безопасности	9
.....		
3	Готовность к ликвидации последствий аварий и инцидентов	
3.1	Содержание и оформление Плана мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий (ПМЛА) (в т. ч. учет всех возможных сценариев)	6
3.2	Отсутствие согласования ПМЛА (с аварийно-спасательными формированиями (АСФ) и третьими лицами)	6
.....		
.....		
7	Организация рабочего процесса и безопасности персонала	
7.1	Оснащенность и укомплектованность служб и подразделений	6
7.2	Несоответствия в части организации, проведения, оформления результатов АПК	6
.....		
8	Система противокоррозионной защиты	
8.2	Несоответствие фактических значений параметров работы средств ЭХЗ, установленным в документации	7
.....		

Метод анализа иерархий (таблица Саати)

Балл	Определение степени значимости	Пояснение
1	Одинаковая значимость	Эксперт считает, что вклад обоих типов нарушений в аварийность равнозначен (или они не сравнимы между собой)
3	Слабая значимость	Эксперт считает, что первый тип нарушений из сравниваемой пары незначительно опаснее для возникновения предпосылок к инциденту, чем второй
5	Существенная значимость	Эксперт считает, что первый тип нарушений из сравниваемой пары существенно опаснее для возникновения предпосылок к инциденту, чем второй
7	Сильная значимость	Эксперт считает, что первый тип нарушений из сравниваемой пары намного опаснее для возникновения предпосылок к инциденту, чем второй
9	Абсолютная значимость	У эксперта нет сомнений, что первый тип нарушений из сравниваемой пары абсолютно опаснее для возникновения предпосылок к инциденту, чем второй
2,4,6,8	Промежуточные значения между соседними значениями шкалы	

1. Составление иерархии:

- первый уровень иерархии – типы происшествий (аварии, инциденты, предпосылки);
- второй уровень иерархии – это типы нарушений

2. Определение веса типов происшествий и типов нарушений.

A – матрица попарных сравнений типов происшествий;

$w_i = \frac{n_{i1} + \dots + n_{ik}}{k}$ – расчет среднего значения в каждой строке матрицы;

$w_i = (w_1; w_2; \dots; w_k)^T$ – набор весовых коэффициентов альтернатив;

$w_i = \sum_{k=1}^n w_{ki}^k + w_k$ – расчет весовых коэффициентов для альтернатив

3. Проверка согласованности матриц.

$$A * w = n_{max} * w, \text{ где } n_{max} = \sum A * w;$$

$$CI = \frac{n_{max} - n}{n - 1} - \text{индекс согласованности};$$

$$RI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n} - \text{стохастический индекс согласованности};$$

$$CR = \frac{CI}{RI} - \text{коэффициент индекс согласованности.}$$

Рассогласованность мнений является приемлемой, если $CR < 0,1$.

4. Расчет комбинированных весовых коэффициентов для всех групп нарушений

Анкета для экспертов

Сравнения потенциальной опасности нарушений по отношению к возможным инцидентам							
Выявление степени потенциальной опасности							
Какие из перечисленных типов нарушений сильнее влияют на возможность инцидентов?							
0	1	2	3	4	5	6	7
Тип нарушения	Готовность к ликвидации последствий аварий и инцидентов	Документация	Организация рабочего процесса и безопасности персонала	Оформление информационными знаками и знаками безопасности	Охранные зоны (ОЗ)	Содержание объектов и оборудования	Экспертиза промышленной безопасности
Готовность к ликвидации последствий аварий и инцидентов		*	*	*	*	*	*
Документация	1		*	*	*	*	*
Организация рабочего процесса и безопасности персонала			1	*	*	*	*
Оформление информационными знаками и знаками безопасности				1	*	*	*
Охранные зоны (ОЗ)					1	*	*
Содержание объектов и оборудования						1	*
Экспертиза промышленной безопасности							1

Заменить знак * на оценку степени важности между элементами иерархии в соответствии с предоставленной шкалой оценки

Сравнения потенциальной опасности нарушений по отношению к предпосылкам к инциденту							
Выявление степени потенциальной опасности							
Какие из перечисленных типов нарушений сильнее влияют на возможность предпосылок к инцидентам?							
0	1	2	3	4	5	6	7
Тип нарушения	Готовность к ликвидации последствий аварий и инцидентов	Документация	Организация рабочего процесса и безопасности персонала	Оформление информационными знаками и знаками безопасности	Охранные зоны (ОЗ)	Содержание объектов и оборудования	Экспертиза промышленной безопасности
Готовность к ликвидации последствий аварий и инцидентов		*	*	*	*	*	*
Документация	1		*	*	*	*	*
Организация рабочего процесса и безопасности персонала			1	*	*	*	*
Оформление информационными знаками и знаками безопасности				1	*	*	*
Охранные зоны (ОЗ)					1	*	*
Содержание объектов и оборудования						1	*
Экспертиза промышленной безопасности							1

Заменить знак * на оценку степени важности между элементами иерархии в соответствии с предоставленной шкалой оценки

Сравнения потенциальной опасности нарушений по отношению к возможным авариям							
Выявление степени потенциальной опасности							
Какие из перечисленных типов нарушений сильнее влияют на возможность аварии?							
0	1	2	3	4	5	6	7
Тип нарушения	Готовность к ликвидации последствий аварий и инцидентов	Документация	Организация рабочего процесса и безопасности персонала	Оформление информационными знаками и знаками безопасности	Охранные зоны (ОЗ)	Содержание объектов и оборудования	Экспертиза промышленной безопасности
Готовность к ликвидации последствий аварий и инцидентов		*	*	*	*	*	*
Документация	1		*	*	*	*	*
Организация рабочего процесса и безопасности персонала			1	*	*	*	*
Оформление информационными знаками и знаками безопасности				1	*	*	*
Охранные зоны (ОЗ)					1	*	*
Содержание объектов и оборудования						1	*
Экспертиза промышленной безопасности							1

Заменить знак * на оценку степени предпочтения между видами нарушений в соответствии с предоставленной шкалой оценки

Результаты экспертного оценивания потенциальной опасности групп нарушений методом анализа иерархий

Группы нарушений

	1	2	3	4	5	6	7
Эксперт 1	0.029686	0.048720	0.207292	0.052775	0.238549	0.181341	0.241637
Эксперт 2	0.139899	0.137261	0.180426	0.070755	0.150532	0.150880	0.170247
Эксперт 3	0.341232	0.219495	0.172410	0.092623	0.089107	0.059041	0.026092
Эксперт 4	0.289126	0.280491	0.091682	0.121198	0.103621	0.094107	0.019776
Эксперт 5	0.025124	0.078135	0.171827	0.056042	0.326118	0.136292	0.206461
Эксперт 6	0.040551	0.226878	0.024075	0.122446	0.225621	0.086500	0.273929
Эксперт 7	0.195588	0.083708	0.172835	0.030413	0.135999	0.258009	0.123449
Эксперт 8	0.099332	0.128350	0.176409	0.176409	0.124796	0.124796	0.169909
Эксперт 9	0.063673	0.368241	0.079893	0.018971	0.162526	0.055220	0.251477
Эксперт 10	0.065483	0.396866	0.090350	0.019218	0.145045	0.057469	0.225569
Эксперт 11	0.313407	0.203116	0.165058	0.091731	0.110247	0.059476	0.056964
Эксперт 12	0.257914	0.192846	0.189243	0.102433	0.120412	0.061842	0.075310
Эксперт 13	0.258941	0.186767	0.198660	0.134202	0.112534	0.057851	0.051045
Эксперт 14	0.465475	0.073166	0.105298	0.137352	0.073166	0.086034	0.059508
Эксперт 15	0.018925	0.049496	0.105738	0.087684	0.296885	0.207378	0.233893

Ранжирование групп нарушений по степени потенциальной опасности

№	Группа нарушений	Весовой коэффициент	Ранг
1	Документация	0,085	6
2	Экспертиза промышленной безопасности	0,095	5
3	Готовность к ликвидации последствий аварий и инцидентов	0,193	3
4	Оформление информационными знаками и знаками безопасности	0,062	7
5	Содержание объектов и оборудование	0,194	2
6	Охранные зоны (ОЗ)	0,166	4
7	Организация рабочего процесса и безопасности персонала	0,206	1

- Учет потенциальной опасности нарушений в области производственной безопасности позволяет повысить объективность оценки ожидаемого предотвращенного ущерба и эффективности инспекционной контрольной деятельности.
- Оценка потенциальной опасности нарушений может осуществляться различными методами экспертного оценивания (балльные оценки, метод анализа иерархий и т.д.) в зависимости от состава исходных данных.
- Результаты ранжирования по группам нарушений позволяют повысить эффективность мониторинга процесса выявления и устранения наиболее потенциально опасных нарушений.
- Дальнейшие исследования будут направлены на экспертную оценку потенциальной опасности внутри групп нарушений в области комплексной безопасности.



Общество с ограниченной ответственностью
«Газпром газнадзор»

Спасибо за внимание!

Электронная почта: gaznadzor@gaznadzor.gazprom.ru

Сайт: <http://gaznadzor.gazprom.ru>