

# СОЗДАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ (ИОБ)

*О. И. Власов*

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров

Большинство предприятий ЯОК Госкорпорации «Росатом» по потенциальной радиационной опасности относятся к предприятиям первой категории, при возникновении аварий на которых возможно их радиационное воздействие не только на персонал предприятия, но и население. Обеспечение гарантированного безопасного функционирования предприятий ядерного оружейного комплекса (ЯОК) Госкорпорации «Росатом» является задачей государственной важности и находится под постоянным контролем руководства Госкорпорации «Росатом», ведомственных и государственных надзорных органов.

В общем виде принято рассматривать безопасность, как совокупность следующих видов безопасностей: промышленная безопасность, пожарная безопасность, экологическая безопасность, ядерная, радиационная и взрывобезопасность, с учётом результатов по охране труда. Безопасность каждого отдельного предприятия основывается на выполнении требований безопасности характерных для деятельности, осуществляемой на предприятии.

Установление степени соответствия обеспечения безопасности на предприятии требованиям действующих норм и правил в области обеспечения безопасности объектов использования атомной энергии (ОИАЭ), а также для совершенствования системы контроля и надзора за обеспечением безопасности в процессе осуществления предприятиями ЯОК деятельности по использованию атомной энергии в оборонных целях предлагается разработать методику определения интегральной оценки безопасности (ИОБ).

Согласно концепции ВНИИА, интегральный показатель безопасности (ИПБ) формируется на основании информации, получаемой в результате проведения мероприятий ведомственной системы надзора и контроля над обеспечением безопасности, и включает в себя оценки следующих вопросов:

- состояние аварийности на предприятиях ЯОК;
- состояние специальной безопасности (работа руководства; подготовка персонала; состояние ЯЗ, ЯБП, их составных частей и технологического оборудования, транспортных средств, зданий и сооружений, специальных защитных средств; обеспечение безопасных условий на производстве, при хранении и транспортировке; состояние физической защиты; готовность сил и средств к действиям по ликвидации последствий аварийных ситуаций (аварий));
- качество выполнения задач по обеспечению специальной безопасности;
- наличие недостатков, не требующих для их устранения финансовых затрат;
- эффективность устранения недостатков;
- полнота и качество контроля, проводимого руководством предприятия, главными специалистами и руководителями подразделений;
- культура безопасности на предприятии.

В целом по отрасли (ЯОК) ИПБ может быть определён, как среднеарифметическая величина ИПБ на предприятиях. В свою очередь, ИПБ на предприятиях определяются, соответственно, как среднеарифметические величины ИПБ в подразделениях [2].

## Методики проведения анализа

В настоящее время при анализе выявленных отклонений по вопросам обеспечения ЯРБ используется «Методика проведения анализа отклонений от требований и норм ядерной и радиационной безопасности на предприятиях ядерного оружейного комплекса Минатома России» [3] и «Методика количественной оценки состояния ядерной и радиационной безопасности на предприятиях ядерного оружейного комплекса Росатома» [4].

Отклонения согласно методике [3] отнесены к одной из пяти вероятных причин их появления:

КБ – недостаточный уровень культуры безопасности;

ННД – недоработка нормативной документации;

ОЗ – отсутствие знаний;

ОК – ошибка комиссии;

НФ – недостаточное финансирование.

Области производственной деятельности (ответственности) руководства и персонала предприятий, к которым относятся обнаруженные отклонения, обозначены следующими сокращениями:

ГИ – «область деятельности (ответственности)» главного инженера;

ГТ – «область деятельности (ответственности)» главного технолога;

Р – «область деятельности (ответственности)» разработчиков;

ЭП – «область деятельности (ответственности)» эксплуатационного персонала;

ГК – «область деятельности (ответственности)» главного конструктора.

Согласно методике [4] для определения количественных оценок обеспечения ЯРБ на проверенных предприятиях каждое отклонение на конкретном производственном участке отнесено к одной из трех групп значимости:

– к первой группе отклонений от требования и нормативов отнесены отклонения, при появлении которых проведение работ

является недопустимым, т. к. может привести к ядерной или радиационной аварии;

– ко второй группе отклонений от требования и нормативов отнесены отклонения, при появлении которых возможно непосредственное нанесение ущерба здоровью персонала или населения от воздействия ионизирующих излучений;

– к третьей группе отклонений от требований и нормативов отнесены остальные обнаруженные отклонения, не попавшие в первую и вторую группы.

Группа значимости по отклонениям выставляется на основании экспертных оценок, с учётом принятого в методике подхода.

Количественная оценка состояния ЯРБ в баллах на конкретном производственном участке предприятия определялась, согласно методике [4], по формуле:

$$N = 5 - \sum_{i=1}^3 a_i \cdot n_i, \quad (1)$$

где: 5 – наивысшая оценка за обеспечение ЯРБ в баллах, которая может быть дана производственному участку;  $a_i$  – значимость (весомость) отклонения от требований и нормативов правил и норм обеспечения ЯРБ  $i$ -той группы, обнаруженного в процессе проверки данного производственного участка. Одно отклонение первой группы ( $a_1$ ) оценивается 3-мя баллами, одно отклонение второй группы ( $a_2$ ) и третьей группы ( $a_3$ ) оцениваются значениями в 1 балл и 0,2 балла, соответственно;  $n_i$  – количество выявленных отклонений  $i$ -той группы на участке;  $i$  – номер группы отклонений, равный 1, 2 или 3.

Отклонения, не относящиеся к требованиям и нормативам обеспечения ЯРБ, не учитывались.

Уровень обеспечения ЯРБ на предприятии в целом оценивался в следующем порядке:

▪ сначала определялось обеспечение ЯРБ на каждом из проверенных производственных участков предприятия, где прово-

дятся ядерно или радиационно опасные работы;

▪ итоговая оценка обеспечения ЯРБ на предприятии в целом выводилась из совокупности оценок проверенных производственных участков, где проводятся ЯРОР, т. е. обеспечение ЯРБ на предприятии оценивалось как среднее арифметическое оценок всех проверенных производственных участков предприятия и определялось по формуле:

$$N_{\text{ИТОГ}} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m N_k, \quad (2)$$

где:  $N_{\text{ИТОГ}}$  – итоговая количественная оценка обеспечения ЯРБ на предприятии;

$N_k$  – количественная оценка обеспечения ЯРБ на  $k$  – том производственном участке предприятия;

$m$  – количество проверенных производственных участков на предприятии.

### Метод приоритетов

Текущая методика оценки ЯРБ обладает субъективностью, а полученные по этой методике значения количественных оценок состояния обеспечения ЯРБ предприятий в баллах не могут быть использованы для сравнения уровня состояния ЯРБ между предприятиями в связи с тем, что отдельные предприятия по характеру и объёму выполняемых работ не имеют аналогов и отдельные программы целевых проверок не охватывают весь комплекс проводимых на предприятиях ядерно и радиационно опасных работ.

В связи с этими предлагается новая методология оценки состояния безопасности на предприятиях ЯОК.

В новой методологии предлагается

1. Осуществлять оценку экспертов по ряду критериев и на основе этой оценки эксперту присваивается вес и ранг. Ранг и вес эксперта учитывается при проведении анализа отклонений и нарушений, что увеличивается объективность оценки.

Критерии оценивания экспертов:

– профессиональные знания (знания в определённой сфере деятельности для качественного исполнения должностных обязанностей);

– образование (профильное/смежное);

– профессиональный опыт (совокупность знаний, умений, навыков);

– эффективность работы в составе экспертных комиссий (по оценке критериев/нарушений);

– наличие конъюнктурных интересов (подстраиваемость под ситуацию/ необходимый результат);

– знакомство эксперта с объектами экспертизы (объектами оценки/критериями/методологией);

– стаж работы экспертом (по рассматриваемому вопросу/оценке критериев/ нарушений)

учёная степень (в близкой области);

– должность (ответственность за результат);

– независимость (отстаивание своего мнения в независимости от должности и подчинения);

– умение работать в команде.

2. Определять ИОБ суммой оценок (комплексных показателей), полученных по каждому виду безопасности.

Каждый комплексный показатель (например – ЯБ) предлагается оценивать по результатам рассмотрения следующих вопросов:

1) последствия нарушений

– возможность аварии;

– вред здоровью;

2) причина нарушения

– техническое состояние оборудования;

– недоработка нормативной документации;

– отсутствие знаний;

– ошибочная расстановка приоритетов;

– сознательные действия или бездействие во вред ЯРБ;

– недостатки подготовки персонала;

– недостаток финансирования;

- 3) область ответственности
- область ответственности главного инженера (ГИ);
  - область ответственности главного конструктора (ГК);
  - область ответственности главного технолога (ГТ);
  - область ответственности главного руководителя подразделения;
  - область ответственности эксплуатационного персонала (ЭП).

В общем случае ИОБ будет рассчитываться по формуле:

$$\text{ИОБ} = \text{Пром.Б} + \text{ПБ} + \text{ЭБ} + \text{ЯБ} + \text{РБ} + \text{ВБ} + \text{ОТ} \quad (3)$$

3. Отклонения и нарушения оцениваются методом приоритетов.

Метод приоритетов основан на определении (установлении) степени значимости для всех категорий рассматриваемых вопросов (см. табл. 1) и расчёте весовых коэффициентов.

Таблица 1

Степень значимости	Определение	Объяснение
1	Одинаковая значимость	Два действия вносят одинаковый вклад в достижение цели
3	Некоторое преобладание значимости одного действия над другим	Существуют соображения в пользу предпочтения одного из действий, однако эти соображения недостаточно убедительны
5	Существенная или сильная значимость	Имеются надёжные данные или логические суждения для того, чтобы показать предпочтительность одного из действий
7	Очевидная или очень сильная значимость	Убедительное свидетельство в пользу одного действия перед другим
9	Абсолютная значимость	Свидетельства в пользу предпочтения одного действия перед другим в высшей степени убедительны
2, 4, 6, 8	Промежуточные значения между двумя соседними суждениями	Ситуация, когда необходимо компромиссное решение
Обратные величины приведённых выше величин	Если действию $i$ при сравнении с действием $j$ присписывается одно из определённых выше чисел, то действию $j$ при сравнении с действием $i$ присписывается обратное значение	Если согласованность была постулирована при получении $N$ числовых значений для образования матрицы

Пример применением метода приоритетов приведён в таблице 2. Критерии оцениваются экспертами по степени значимости.

## Пример определения степени значимости

Категория	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Возможность аварии	1	5	5	5	7	5	3	3	5	7	7	6	5	4
2. Вред здоровью	1/5	1	3	5	7	5	3	3	5	7	7	6	5	4
3. Техническое состояние	1/5	1/3	1	3	2	5	1/3	8	1	8	8	1	1/3	1
4. ННД	1/5	1/5	1/3	1	1/5	1	1/6	5	1/3	1/2	1/2	1	2	1
5. Отсутствие знаний	1/7	1/7	1/2	5	1	5	1/2	7	3	3	3	3	3	1
6. Ошибочная расстановка приоритетов	1/5	1/5	1/5	1	1/5	1	1/7	7	3	3	3	3	3	1/3
7. Сознательные действия или бездействие во вред ЯБ	1/3	1/3	3	6	2	7	1	7	5	5	5	5	5	1/3
8. Финансирование	1/3	1/3	1/8	1/5	1/7	1/7	1/7	1	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7
9. ГИ	1/5	1/5	1	3	1/3	1/3	1/5	7	1	2	2	3	5	1
10. ГК	1/7	1/7	1/8	2	1/3	1/3	1/5	7	1/2	1	1	2	2	1
11. ГТ	1/7	1/7	1/8	2	1/3	1/3	1/5	7	1/2	1	1	1	1/2	1
12. Руководитель подразделения	1/6	1/6	1	1	1/3	1/3	1/5	7	1/3	1/2	1	1	2	1
13. ЭП	1/5	1/5	3	1/2	1/3	1/3	1/5	7	1/5	1/2	2	1/2	1	1
14. Подготовка персонала	1/4	1/4	1	1	1	3	3	7	1	1	1	1	1	1

Для каждой категории рассчитывается весовой коэффициент (см. табл. 3).

Пример расчёта весового коэффициента

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Вес.коэф
1	1	5	5	5	7	5	3	3	5	7	7	6	5	4	0,230914
2	0,2	1	3	5	7	5	3	3	5	7	7	6	5	4	0,17691
3	0,2	0,33	1	3	2	5	0,33	8	1	8	8	1	0,33	1	0,072774
4	0,2	0,2	0,33	1	0,2	1	0,17	5	0,33	0,5	0,5	1	2	1	0,029576
5	0,14	0,14	0,5	5	1	5	0,5	7	3	3	3	3	3	1	0,076153
6	0,2	0,2	0,2	1	0,2	1	0,14	7	3	3	3	3	3	0,33	0,044847
7	0,33	0,33	3	6	2	7	1	7	5	5	5	5	5	0,33	0,12428
8	0,33	0,33	0,13	0,2	0,14	0,14	0,14	1	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,009664
9	0,2	0,2	1	3	0,33	0,33	0,2	7	1	2	2	3	5	1	0,052353
10	0,14	0,14	0,13	2	0,33	0,33	0,2	7	0,5	1	1	2	2	1	0,032767
11	0,14	0,14	0,13	2	0,33	0,33	0,2	7	0,5	1	1	1	0,5	1	0,028244
12	0,17	0,17	1	1	0,33	0,33	0,2	7	0,33	0,5	1	1	2	1	0,032612
13	0,2	0,2	3	0,5	0,33	0,33	0,2	7	0,2	0,5	2	0,5	1	1	0,03155
14	0,25	0,25	1	1	1	3	3	7	1	1	1	1	1	1	0,057355

Далее эксперт проводит анализ нарушений, изложенных в акте комиссии, и устанавливает степень значимости для каждого конкретного нарушения, занося свою оценку в «матрицу нарушений» (см. табл. 4).

Таблица 4

Пример «матрицы нарушений»

Категория	№ нарушения												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Возможность аварии	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
2. Вред здоровью	0	1	0	0	0	5	3	0	3	2	0	0	0
3. Техническое состояние	0	0	0	0	0	5	5	0	0	5	0	0	0
4. ННД	5	5	5	3	5	0	0	5	5	0	5	5	5
5. Отсутствие знаний	0	4	1	2	2	5	0	4	2	3	0	0	0
6. Ошибочная расстановка приоритетов	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7. Сознательные действия или бездействие во вред ЯРБ	0	0	0	0	0	0	4	0	4	3	5	3	5
8. Финансирование	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
9. ГИ	5	3	3	3	4	5	1	0	2	2	0	0	0
10. ГК	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11. ГТ	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3
12. Руководитель подразделения	0	5	5	5	1	5	3	4	5	5	3	3	5
13. ЭП	0	2	1	1	0	0	1	2	3	3	5	3	3
14. Подготовка персонала	0	3	1	2	1	2	0	2	3	3	4	2	2

С учётом весовых коэффициентов (см. табл. 3) рассчитывается итоговая оценка по каждому нарушению (см. табл. 5).

## Пример расчёта оценки

Кат.	№ нарушения												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,692743	0	0	0	0
2	0	0,17691	0	0	0	0,884548	0,530729	0	0,530729	0,353819	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0,363872	0,363872	0	0	0,363872	0	0	0
4	0,147882	0,147882	0,147882	0,088729	0,14788236	0	0	0,147882	0,147882	0	0,17882	0,147882	0,147882
5	0	0,30461	0,076153	0,152305	0,15230511	0,380763	0	0,3461	0,152305	0,228458	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0,47121	0	0,47121	0,372841	0,621402	0,372841	0,621402
8	0	0	0	0	0	0	0,009664	0	0	0	0	0	0
9	0,21767	0,15706	0,15706	0,15706	0,20941367	0,261767	0,052353	0	0,104707	0,104707	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0,112978	0	0	0	0	0,084733
12	0,163061	0,163061	0,163061	0,163061	0,03261214	0,163061	0,097836	0,10449	0,163061	0,163061	0,097836	0,097836	0,163061
13	0,063101	0,03155	0,03155	0,03155	0	0	0,03155	0,063101	0,094651	0,094651	0,157752	0,094651	0,094651
14	0	0,172064	0,057355	0,114709	0,05735467	0,114709	0	0,14709	0,172064	0,172064	0,229419	0,114709	0,114709
Итого	0,409649	1,184688	0,633061	0,707415	0,59956794	2,16872	1,583126	0,873729	2,555263	1,853473	1,254291	0,82792	1,226438

Далее итоговые оценки суммируются для получения общей оценки по комплексному показателю.

Оценка осуществляется по предприятию в целом, не производя разделения на участки и количество нарушений, а лишь учитывая их происхождение и последствия.

Подобный подход к оцениванию позволяет достаточно объективно сравнивать состояние ЯБ на предприятиях ЯОК. А также упрощает работу комиссии и составление отчётов.

---

## Заключение

Создание методологии интегральной оценки безопасности является необходимым шагом для повышения уровня безопасности на предприятиях ЯОК.

Выбор и разработка методологии, предназначенной для получения интегральной оценки безопасности, позволит более эффективно и целенаправленно определять:

- достаточность принимаемых мер для исключения нарушений требований безопасности;
- проблемные области в системе обеспечения безопасности при проведении работ в установленной сфере деятельности;

– основные причины возникновения нарушений;

– мероприятия, реализация которых будет способствовать повышению уровня безопасности при осуществлении деятельности в области использования атомной энергии в оборонных целях.

Метод приоритетов позволяет более объективно производить оценку состояния безопасности на предприятиях ЯОК. А полученные с его использованием оценки можно использовать для сравнения состояния безопасности на разных предприятиях.

Предлагается использовать методы аналогичные методу приоритетов для проведения оценки других видов