

УДК 331.461.2.003.12

© А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин, 2005

## **Количественная оценка риска аварий в декларациях промышленной безопасности опасных производственных объектов топливно-энергетического комплекса**

**А.И. Гражданкин,**  
*канд. техн. наук*

**М.В. Лисанов, А.С. Печеркин,**  
*доктора техн. наук (ФГУП "НТЦ "Промышленная безопасность")*

В соответствии с требованиями Федерального закона "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21.07.97 N 116-ФЗ разработка декларации промышленной безопасности (ДПБ) опасных производственных объектов (ОПО) предполагает всестороннюю оценку риска аварии. Раздел "Анализ риска" - основной в ДПБ. Анализ риска аварий при декларировании промышленной безопасности позволяет не только выявлять так называемые "слабые места" на ОПО, но и предлагать обоснованные адресные меры обеспечения безопасной эксплуатации.

По официальным данным, на 01.09.04 в 733 организациях, эксплуатирующих ОПО, разработаны 1575 ДПБ для 1818 ОПО. При осуществлении декларирования промышленной безопасности накоплен уникальный отечественный опыт количественной оценки риска промышленных аварий. Поэтому всестороннее рассмотрение имеющихся результатов декларирования и количественной оценки риска аварий, как современного и действенного элемента обеспечения промышленной безопасности на ОПО, представляется, на наш взгляд, весьма актуальным. В данной статье описываются результаты рассмотрения ДПБ ОПО топливно-энергетического комплекса (ТЭК), лидирующего по числу разработанных деклараций. В соответствии с выбранной целью объектом настоящего исследования являются ДПБ ОПО ТЭК, а предметом анализа - результаты количественной оценки риска аварии, представленные в них.

Из генеральной совокупности ДПБ\*1, для дальнейшего анализа целенаправленно отобрано 30 деклараций ОПО ТЭК, которые были разделены на четыре основные группы в соответствии с типичными функциональными и отраслевыми признаками, характерными для декларируемых ОПО: нефтегазодобыча; хранение углеводородов; трубопроводный транспорт углеводородов и нефтегазопереработка. При формировании выборки деклараций учтены [1]: распределение числа декларируемых ОПО по выделенным группам; сравнительная степень опасности типичного ОПО в каждой группе; распределение числа однотипных ОПО внутри каждой группы; характерный качественный состав ДПБ внутри выделенных групп по показателям обоснованности результатов оценки риска аварий; общее количество и соответствующая доля ДПБ, разработанных отдельными организациями; положительная зависимость между числом ДПБ, разработанных отдельным разработчиком, и числом экспертиз ДПБ, проведенных определенной экспертной организацией.

\*1 Представляет собой почти 350 наиболее крупных ОПО ТЭК, на которых отношение количества обращающихся опасных веществ к предельному (по N 116-ФЗ) превышает 10.

Качественный и количественный анализ отобранных ДПБ проводился в соответствии с требованиями Правил экспертизы декларации промышленной безопасности (ПБ 03-314-99), которые определяют, что при разработке и экспертизе ДПБ необходимо, в частности, учитывать: обоснованность применяемых физико-математических моделей и использованных методов расчета; правильность и достоверность выполненных расчетов по анализу риска, а также полноту учета всех факторов, влияющих на конечные результаты; вероятность реализации принятых сценариев аварий и возможность выхода поражающих факторов этих аварий за границу санитарно-защитной зоны (или охранной зоны) ОПО, а также последствий воздействия поражающих факторов на население, другие объекты, окружающую природную среду.

Первоначально все объекты выборки оценивались с точки зрения качества разработки деклараций ОПО. При этом принимались во внимание: логическая непротиворечивость исходных данных и полученных результатов оценки риска аварии; полнота спектра и достоверность представленных в декларации показателей риска аварии; качество изложения полученных результатов в соответствии с требованиями действующих нормативных документов; наличие (отсутствие) в ДПБ обоснованных предложений о мерах безопасности, логично вытекающих из проведенного разработчиками анализа риска аварий; адекватность и достоверность характерных сценариев развития аварии на ОПО, поражающих факторов аварии, составляющих ущерба от аварии, данных о персонале и рискуемых третьих лицах вблизи ОПО.

В последующем проводился статистический анализ результатов количественной оценки риска аварий, представленных в ДПБ ОПО ТЭК. При рассмотрении данных из деклараций ОПО ТЭК анализировались следующие основные количественные показатели риска аварии: кратность превышения массы обращающихся на ОПО ТЭК опасных веществ над их предельным количеством, установленным Федеральным законом "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" (или по-другому - условный приведенный запас опасных веществ, обращающихся на ОПО) -  $K$ ,  $t^*=t/t$ ; частота (интенсивность) возникновения наиболее опасного сценария аварии на ОПО ТЭК, 1 /год; максимальный размер зон поражения при аварии и радиус зоны возможного аварийного поражения людей с 50 %-ным смертельным исходом, м; возможное число пострадавших при аварии, чел.; возможный материальный и экологический ущерб при аварии, руб.; коллективный риск (ожидаемое число погибших от аварий за год), чел/год; ожидаемый материальный и экологический ущерб от аварий за год, руб.; индивидуальный риск гибели от аварий для персонала и третьих лиц, 1/год.

Подробное рассмотрение материалов отобранных деклараций позволяет отметить, что в целом масштаб последствий аварии оценивается большинством разработчиков правильно, а рекомендуемых методик, приведенных в РД 03-357-00, как правило, достаточно для оценки таких опасностей аварии, как взрыв, пожар, выброс токсичных веществ. Основные проблемы и неточности при декларировании связаны с оценкой риска аварии, выявлением "слабых мест" и выработкой на этой основе обоснованных рекомендаций по обеспечению безопасности.

Анализ материалов декларирования с использованием пятибалльной шкалы оценок показал, что качество разработки выбранных деклараций в первой группе (нефтегазодобыча) - в большинстве своем неудовлетворительное, а в остальных группах - в целом удовлетворительное и хорошее. Главная причина неудовлетворительного качества разработки деклараций ОПО нефтегазодобычи обуславливается в большинстве случаев некомпетентностью разработчиков (подробнее см. в [1,2]).

Несмотря на встречающиеся ошибки и просчеты отдельных разработчиков ДПБ [1,2], процедура декларирования действительно повышает информированность персонала и третьих лиц об основных опасностях аварии и мерах по их предупреждению, что положительно отражается на обеспечении промышленной безопасности большинства декларируемых ОПО.

Результаты первоначального качественного анализа ДПБ использовались при дальнейшем количественном анализе данных, приведенных в декларациях ОПО ТЭК. При окончательной оценке средних значений показателей риска аварии учитывалось качество разработки деклараций посредством введения следующих весовых коэффициентов для выделенных групп ОПО ТЭК: нефтегазодобыча - 0,1; хранение углеводородов - 0,3; транспортирование углеводородов - 0,25 и нефтегазопереработка - 0,35.

Подобные весовые поправочные коэффициенты использовались при оценке средних значений показателей риска аварии и внутри каждой из четырех выделенных групп ОПО ТЭК. Такой подход позволил снизить влияние недостоверных данных отдельных ДПБ на итоговые среднеотраслевые оценки риска аварии, приведенные в декларациях.

Результаты полученных при исследовании оценок средневзвешенных значений основных показателей риска аварии из деклараций ОПО ТЭК представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Выделенные группы ОПО ТЭК	Кратность превышения предельного количества обращающихся опасных веществ на ОПО $K$ , $T^*=T/T$	Численность, чел.		Удельное количество условного запаса опасных веществ, $T^*/\text{чел.}$		Частота, 1/год		Размер зон поражения при аварии, м		Количество пострадавших при наиболее опасном сценарии аварии $N$ , чел.
		персонала на ОПО $P$	рисующих из числа третьих лиц на ОПО $H$	на одного работающего $K/P$	на одного рисующего из числа третьих лиц $K/H$	наиболее опасного сценария аварии на ОПО $P$	гибели рисующего человека $Ч/(P+H)$	максимальный $L_{max}$	с 50 %-ным смертельным исходом $L_{50\%}$	
Нефтегазодобыча	78	330	1 890	0,24	0,042	$1,12 \cdot 10^{-3}$	$3,92 \cdot 10^{-6}$	560	250	11
Хранение углеводородов	8	120	1 840	0,07	0,004	$9,98 \cdot 10^{-4}$	$1,87 \cdot 10^{-5}$	470	110	288
Транспортирование углеводородов	1496	560	12 860	2,69	0,116	$4,58 \cdot 10^{-2}$	$6,36 \cdot 10^{-6}$	650	240	285
Нефтегазопереработка	217	4000	31 080	0,05	0,007	$5,08 \cdot 10^{-2}$	$2,44 \cdot 10^{-5}$	4970	2230	90

Таблица 2

Выделенные группы ОПО ТЭК	Ущерб при наиболее опасном сценарии аварии, $Y_{\text{н}}$ млн. руб.	Экологический ущерб при наиболее опасном сценарии аварии $Y_{\text{э}}$ , млн. руб.	Доля экологического ущерба от аварии $Y_{\text{э}}/Y_{\text{н}}$ , %	Ожидаемые потери людей от аварии, $Ч$ , чел/год	Средний ожидаемый ущерб от аварии, тыс. руб/год		Удельный ожидаемый ущерб на единицу условного запаса опасных веществ $Y$ , тыс. руб/(год * т*)	Средний индивидуальный риск гибели работающего при аварии $R_{\text{инд}}$ , 1/год
					материальный $M$	экологический $\text{Э}$		
Нефтегазодобыча	1335,1	34,8	2,61	$8,68 \cdot 10^{-3}$	794,0	139,2	11,89	$1,06 \cdot 10^{-4}$
Хранение углеводородов	46,6	0,009	0,02	$3,66 \cdot 10^{-2}$	102,5	0,02	12,77	$1,53 \cdot 10^{-4}$
Транспортирование углеводородов	807,5	4,3	0,53	$8,54 \cdot 10^{-2}$	218,2	303,0	0,35	$2,03 \cdot 10^{-4}$
Нефтегазопереработка	1311,8	31,9	2,43	$8,55 \cdot 10^{-1}$	507,9	25,7	2,46	$1,10 \cdot 10^{-3}$

Анализ полученных результатов позволил определить, что по данным, приведенным в декларациях, наиболее опасными по показателям удельного количества обращающихся опасных веществ и удельного количества на одного рискующего пострадать при аварии представляются ОПО ТЭК транспортирования углеводородов (1496 т\*, 2,69 т\*/чел.), по показателю возможности возникновения наиболее опасного сценария аварии - ОПО ТЭК транспортирования углеводородов и нефтегазопереработки (частота события до  $5,08 \cdot 10^{-2}$  год<sup>-1</sup>), по показателю частоты аварий с гибелью людей - ОПО ТЭК хранения углеводородов и нефтегазопереработки ( $1,87 \cdot 10^{-5}$  и  $2,44 \cdot 10^{-5}$  год<sup>-1</sup>), по показателю среднего числа пострадавших при наиболее опасном сценарии аварии - ОПО ТЭК хранения и транспортирования углеводородов (288 и 285 чел.), по показателю размера зон поражения при аварии - ОПО ТЭК нефтегазопереработки (до 4970 м), по показателю возможного материального и экологического ущерба от аварии - ОПО ТЭК добычи углеводородов и нефтегазопереработки (до 1,35 млн. руб. и до 34,8 млн. руб.), по показателю ожидаемых материальных потерь - ОПО ТЭК добычи углеводородов (794 тыс. руб/год), по показателю ожидаемого экологического ущерба - ОПО ТЭК транспортирования углеводородов (303 тыс.руб/год), по удельному показателю ожидаемого ущерба на единицу условного запаса опасных веществ - ОПО ТЭК добычи и хранения углеводородов (11,89 и 12,77 тыс. руб/(год \* т\*)), по показателю ожидаемых людских потерь и индивидуального риска гибели работающего при аварии - ОПО ТЭК нефтегазопереработки (0,855 чел/год и  $1,10 \cdot 10^{-3}$  год<sup>-1</sup>).

По суммарному числу полученных максимальных значений из рассмотренных показателей (выделены в табл. 1 и 2 затемнением) наиболее опасные - ОПО ТЭК нефтегазопереработки (8 максимальных значений из 15 показателей), а наименее - ОПО ТЭК транспортирования, добычи и хранения углеводородов (соответственно 6,4 и 3 максимальных значения). Однако по удельным показателям (с учетом количества обращающихся веществ и рискующих из числа персонала и третьих лиц) наиболее опасные - ОПО ТЭК хранения, добычи углеводородов и

нефтегазопереработки, а наименее - ОПО ТЭК транспортирования углеводородов. При окончательном сравнении опасности ОПО ТЭК принимались во внимание рентабельность соответствующих производств и объемы производимой продукции и оказываемых услуг в условиях современной экономической ситуации в России: по этим показателям лидируют добыча и транспортирование углеводородного сырья.

Таким образом, на основании данных по анализу риска, представленных в декларациях промышленной безопасности, ОПО ТЭК могут быть ранжированы по убыванию опасности аварии следующим образом: нефтегазопереработка, хранение углеводородов, нефтегазодобыча и транспортирование углеводородов.

Необходимо отметить, что для ОПО транспортирования углеводородов специально разработаны в целях анализа и оценки риска аварии Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах (РД) и Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО "ГАЗПРОМ" (СТО РД Газпром 39-1.10-084-2003), которые успешно применяются в практике декларирования [3].

### **Выводы**

Анализ результатов оценок риска аварий, представленных в декларациях промышленной безопасности ОПО, показал следующее.

1. Полученные сводные результаты по анализу риска в декларациях ОПО ТЭК не противоречат и в целом соответствуют имеющимся статистическим данным по аварийности и производственному травматизму на ОПО ТЭК, а также корреспондируют с фоновыми показателями риска аварий [4], притом, что данные в декларациях отражают специфику конкретных ОПО.

2. Риск загрязнения окружающей среды при авариях на ОПО ТЭК, как правило, существенно ниже риска материальных потерь (например, для ОПО ТЭК риск загрязнения окружающей среды в среднем в 3,5 раза меньше ожидаемого материального ущерба от аварии - см. табл.1,2).

3. В отечественном ТЭК наиболее опасными с точки зрения возможности возникновения аварии представляются ОПО нефтегазопереработки.

4. Совершенствование нормативно-методической базы декларирования безопасности и анализа риска представляется одним из самых актуальных направлений научно-исследовательской деятельности в области обеспечения безопасной эксплуатации ОПО ТЭК.

Накопленный при декларировании промышленной безопасности уникальный отечественный опыт анализа риска аварий целесообразно полнее использовать при разработке новых технических регламентов и внедрении механизмов технического регулирования в различных сферах деятельности человека.

### **Список литературы**

1. *О характерных* ошибках анализа риска аварий при декларировании промышленной безопасности / А.И.Гражданкин, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин, В.И.Сидоров // Безопасность труда в промышленности. - 2004. - N 10. - С.3.

2. *Швыряев А.А.* Типовые ошибки при анализе риска опасных производственных объектов. Об опыте декларирования промышленной безопасности и развитии методов оценки риска опасных производственных объектов. Материалы тематического семинара /Под общ. ред. В.И. Сидорова.- М.: ФГУП "НТЦ "Промышленная безопасность", 2003. - С. 45-50.

3. *Оценка* риска аварий на магистральных нефтепроводах КТК-Р и БТС /Ю.А. Дадонов, М.В. Лисанов, А.И. Гражданкин и др.//Безопасность труда в промышленности. - 2002. - N6. - С. 2-6.

4. *Основные* принципы оценивания и нормирования приемлемого техногенного риска /И.Л. Можаяев, А.И. Гражданкин, М.В. Лисанов и др.//Безопасность труда в промышленности.- 2004. - N 8. - С. 45-50.