

УДК 622.32:004.413.4

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА
С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОЛОГИИ АНАЛИЗА РИСКА**

**INDUSTRIAL SAFETY IN OIL AND GAS COMPLEX OBJECTS USING
RISK ANALYSIS METHODOLOGY**

Аскарова А.А., Салимов А.О., Савичева Ю.Н.

**Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, Российская Федерация**

A.A. Askarova, A.O. Salimov, Yu.N. Savicheva

**Ufa State Petroleum Technological University,
Ufa, Russian Federation**

e-mail: btb-eng@yandex.ru

Аннотация. Исследование данных в области обеспечения промышленной безопасности, а также о причинах и мероприятиях по ликвидации аварий на предприятиях топливно-энергетического комплекса выявило необходимость в усовершенствовании существующей в настоящий момент научно-методической базы. Применяемые на опасных производственных объектах методики по оценке рисков, а также системы мониторинга по управлению рисками, к сожалению, не учитывают тот факт, что производственные процессы имеют нестационарный случайный характер и постоянно изменяются во времени. К тому же они обладают весомой методической погрешностью, так как в данных методиках отсутствует шаг по определению количественной оценки рисков. Внедрение методологии анализа риска в систему управления промышленной безопасностью позволяет решить проблему предупреждения аварийных ситуаций, имеющих нестационарный

характер, а также организовать системный подход к решению многофакторных задач, связанных с безопасностью, информационно-управляющими системами мониторинга и экономической эффективностью мероприятий по предупреждению и предотвращению аварий.

Abstract. The research of data in the field of industrial safety ensuring, and the reasons and actions for accident elimination at the enterprises of fuel and energy complex revealed the necessity for improvement of the scientific and methodical base existing at the moment. The techniques applied on hazardous production facilities according to risks and also the system of monitoring on risk management, unfortunately, do not consider the fact that productions have nonstationary casual character and constantly change in time. Besides they possess a weighable methodical error as in these techniques there is no step by definition of the quantitative assessment of risks. Introduction of methodology of the analysis of risk in a control system of the production safety allows to solve a problem of prevention of the contingency situations having nonstationary character and also to organize systems approach to the solution of multifactorial tasks, the bound to safety, the management information systems of monitoring and economic efficiency for accident prevention.

Ключевые слова: анализ риска, аварийность, несчастный случай, опасный производственный объект, категорирование, критерии риска, управление безопасностью процессов

Key words: risk analysis, accident rate, accident, hazardous production facility, categorization, criteria of risk, safety management

В настоящее время причиной значительных методических и инструментальных погрешностей, выявляющихся в процессе анализа опасных ситуаций, являются возникающие риски, которые снижают достоверность и конкретность получаемой в ходе идентификации опасностей

информации. В свою очередь современная методология анализа рисков предприятий топливно-энергетического комплекса основывается на всесторонней оценке не только самого опасного производственного объекта (ОПО), но и технологических процессов, функционирующих в качестве устойчивых систем, имеющих статические параметры.

Исследуя современный уровень методологии анализа рисков, можно заключить, что Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (N 116-ФЗ от 21 июля 1997 г.) и Федеральный закон «О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса» (N 256-ФЗ от 21 июля 2011 г.) легли в основу разработки методических принципов анализа показателей и идентификации рисков (коллективный, социальный, индивидуальный, территориальный) [1, 2]. Однако многие специалисты в области изучения методологии анализа риска заключают приоритетное направление проведения качественной экспертной оценки опасностей непосредственно при проектировании опасного производственного объекта, что влияет на вероятность погрешностей в самих методических основах. Методология количественной оценки характерных параметров опасностей в процессе проектирования и эксплуатации опасных производственных объектов в настоящее время не включена в систему научно-методической базы промышленной безопасности и находится на стадии разработки [3].

Зарубежными аналогами методологии анализа рисков, разработанной в Российской Федерации, являются:

- нормативный документ нефтяной компании АМОСО (США) «Процесс управления безопасностью»;
- нормативный документ нефтяной компании АНОСО (Норвегия, США) «Руководство по анализу риска»;
- стандарт МЭК «Руководство по анализу риска технологических систем»;
- нормативный документ Норвежского Директората Нефти «Правила применения анализа риска в нефтяной промышленности».

Необходимо подчеркнуть, что методология количественной оценки параметров рисков на стадии проектирования и эксплуатации опасного производственного объекта в данных документах практически отсутствует, изложены, в основном, указания к проведению качественного анализа рисков и опасностей [4].

Систематизация технологических процессов на предприятиях нефтегазовой отрасли, основанная на анализе существующих сведений и проведенных в этой области исследований, приведена в таблице 1.

Таблица 1. Типы технологических процессов на нефтегазовом предприятии

ОПО	Наименование технологических процессов	Воздействие опасности (по виду аварии)	Характерные последствия аварийных ситуаций
Транспортирование, хранение и переработка взрывопожароопасных сред	Прием, использование, переработка, транспортирование, утилизация опасных веществ; хранение жидких отходов в <u>шлам накопителях</u>	Выбросы опасных веществ; взрывы, пожары; разрушение зданий, оборудования, в том числе гидродинамические аварии шлам накопителях	Гибель персонала, населения, в том числе массовое поражение людей при выбросе токсичных веществ; экологические катастрофы
Транспортирование, хранение и переработка химически опасных сред	Переработка, хранение, транспортирование <u>взрывопожаро-опасных сред</u> и воспламеняющегося газа	Выбросы опасных веществ; взрывы, пожары; разрушение зданий, оборудования	Гибель персонала, населения, в том числе массовое поражение людей при выбросе токсичных веществ; экологический ущерб
Трубопроводы	Транспортирование взрывопожароопасных сред	Выбросы опасных веществ; взрывы, пожары; разрушение зданий, оборудования	Гибель персонала, населения, в том числе массовое поражение людей при выбросе токсичных веществ; экологический ущерб
Товарно-сырьевые парки и резервуары	Хранение взрывопожароопасных веществ	Выбросы опасных веществ; взрывы, пожары; разрушение зданий, оборудования	Гибель персонала, населения, в том числе массовое поражение людей при выбросе токсичных веществ; экологический ущерб

В таблицах 2 и 3 представлены данные об основных причинах аварийных ситуаций и о количестве аварий, связанных непосредственно с оборудованием и установками нефтегазового предприятия [4].

Таблица 2. Характерные причины аварийных ситуаций на нефтегазовом оборудовании ОПО

Причина аварийной ситуации	Доля аварий, %
Неисправность элементов оборудования (сальники, прокладки, торцевые, фланцевые соединения и т.п.)	30,2
Нарушение режима эксплуатации технологической линии	16,9
Некачественный монтаж оборудования	14,1
Коррозия оборудования	12,1
Прогар труб	8,5
Переполнение <u>промканализации</u>	10,6
Прочие причины	7,6

Таблица 3. Количество аварий на нефтегазовом оборудовании ОПО

Оборудование	Доля аварий, %
Технологические трубопроводы	31,2
Насосно-компрессорное оборудование	18,9
Емкостные аппараты (сепараторы, теплообменники и др.)	15,0
Нагревательные модули	11,0
Колонны	11,2
<u>Промканализация</u>	8,5
Резервуары	3,8

Осуществление детального изучения последствий пожарной, взрыво- и химической опасности на технологических установках опасных объектов является приоритетной задачей практического применения современных

методик идентификации и категорирования опасностей [5, 6]. Построение для разных временных отрезков деревьев отказов и деревьев событий помогает оценить влияние поражающих факторов и изучить механизмы их воздействия, что включает в себя дополнительные исследования по моделированию опасных ситуаций. Осуществление функциональной схемы, представленной на рисунке 1, позволяет проводить мониторинг опасностей на стадии зарождения аварийной ситуации без аварийных остановок, а также дает возможность рационального выбора информационных, технических и организационных мероприятий в зонах воздействия поражающих факторов.



Рисунок 1. Функциональная схема построения системы анализа «технического риска»

Изучение статистических данных произошедших аварий и инцидентов на опасном производственном объекте и их причин позволяет выявить основные поражающие факторы, такие как [7, 8]:

- взрывопожароопасность;
- заражение химически опасными веществами (токсическое);
- детонация взрывчатых материалов;
- детонация, обусловленная смешением жидкостей с различными температурами;
- термическое воздействие;
- поражение осколками.

Помимо всего вышеперечисленного существуют отдельные поражающие факторы, обуславливающие образование агрессивных веществ, воздействие низких температур и горючих жидкостей и др. [4].

Свойства пожаровзрывоопасных и токсически опасных веществ, а также характер аварийных выбросов, сопровождающихся разрывом емкостей, содержащих газ или жидкие углеводороды под давлением или в криогенном виде, определяют в большинстве случаев развитие аварийной ситуации. Причиной подобных аварийных ситуаций является подогрев (обычно в результате горения нефтепродуктов), обуславливающий образование огненного шара или газового взрыва. Как следствие, технологическое оборудование, находящееся под давлением, подвергается опасным деформациям или полному разрушению. Для опасных производственных объектах также характерны аварии, связанные с истечением опасного вещества через образовавшиеся в емкости отверстия, приводящие к частичному разрушению технологического оборудования [6, 9].

Применение современных методологий анализа системных рисков, позволяющих прогнозировать сценарии развития нестационарных аварийных ситуаций, стало фундаментальной базой для создания информационной модели управления безопасностью потенциально опасных технологических процессов, которая представлена на рисунке 2.

Данная модель позволяет повысить надежность при оценке опасности и разработать мероприятия по минимизации риска благодаря наличию информационного модуля анализа нестационарности эксплуатационных характеристик опасного объекта и модуля управления минимизацией системных рисков для определенных стадий аварийных ситуаций (при этом поддерживается обратная связь с объектом управления).

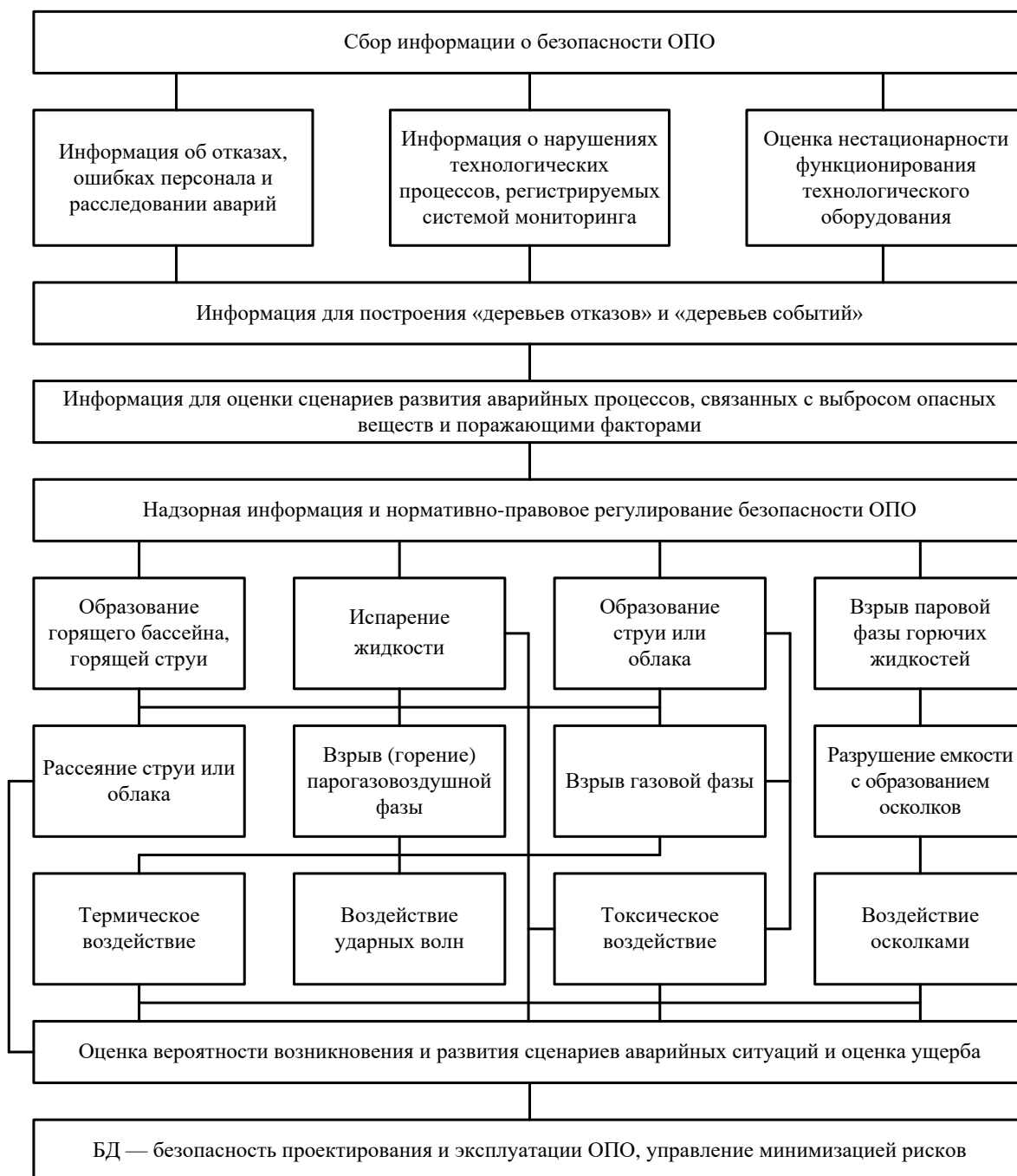


Рисунок 2. Информационная модель управления безопасностью ОПО с использованием методологии анализа системных рисков

Выводы

Имеющиеся статистические данные и анализ современного уровня развития технологической системы безопасности объектов нефтегазового комплекса России дают понять, что инновационный подход анализа рисков производственных объектов как динамических нестационарных систем и технологии управления минимизацией рисков служат основой для совершенствования нормативно-правовой документации, в частности при категорировании опасных производственных объектов. Данный факт гарантирует безопасное функционирование объектов нефтегазовой отрасли, а также повышение энергоэффективности мероприятий по предотвращению и ликвидации аварий, способствует принятию проектно-информационных и конструктивных решений при разработке научно-исследовательских проектов.

Список используемых источников

1. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 07.03.2017) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изм. и доп., вступ. в силу с 25.03.2017) // Гарант.ру.
2. Федеральный закон от 21.07.2011 N 256-ФЗ «О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса».
3. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11.04.2016 N 144 «Об утверждении руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» // Гарант.ру.
4. Лисанов М.В. Анализ риска в управлении промышленной безопасностью опасных производственных объектов нефтегазового комплекса: дис. ... д-ра техн. наук. М., 2002. 247 с.

5. Об утверждении Положения об исходных данных для проведения категорирования объекта топливно-энергетического комплекса, порядке его проведения и критериях категорирования: постановление Правительства РФ от 5 мая 2012 г. N 459 // Гарант-Аэро.

6. Анализ аварий и несчастных случаев на объектах газового надзора / Б.А. Красных, В.Ф. Мартынюк, Т.А. Сергиенко, А.А. Сорокин, А.А. Феоктистов, А.С. Нечаев. М.: ООО «Анализ опасностей», 2003. 320 с.

7. Мартынюк В.Ф. Методология применения анализа риска в целях обеспечения промышленной безопасности на объектах нефтегазового комплекса: дис. ... д-ра техн. наук. Уфа, 2009. 328 с.

8. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств от 11.03.2013 № 96 (с изм., вступ. в силу с 26.11.2015).

9. Смирнова В.В. Анализ причин аварийности, мероприятий по предупреждению опасностей и ликвидации последствий аварий на объектах нефтегазодобычи и нефтепродуктопроводах // Безопасность жизнедеятельности. 2007. № 7. С. 33-37.

10. Шавалеев Д.А. Управление промышленной безопасностью объектов топливно-энергетического комплекса на основе анализа и мониторинга рисков // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2012. № 6. С. 435-441.

References

1. Federalnyy zakon ot 21.07.1997 N 116-FZ (red. ot 07.03.2017) «O promyshlennoy bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh ob'ektov» (s izm. i dop., vstup. v silu s 25.03.2017) [Federal Law dd. 21.07.1997 No. 116-FZ (Edited on 07.03.2017) «On Industrial Safety of Hazardous Production Facilities» (with Amendment and Additional, Entered into Force on March, 25, 2017)]. *Garant.ru*. [in Russian].

2. Federalnyy zakon ot 21.07.2011 N 256-FZ «O bezopasnosti ob'ektov toplivno-energeticheskogo kompleksa» [Federal Law dd. 21.07.2011 No. 256-FZ «On the Safety of Objects of the Fuel and Energy Complex»]. *Garant.ru*. [in Russian].

3. Prikaz Federalnoy sluzhby po ekologicheskomu, tehnologicheskomu i atomnomu nadzoru ot 11.04.2016 № 144 «Ob utverzhdenii rukovodstva po bezopasnosti «Metodicheskie osnovyi po provedeniyu analiza opasnostey i otsenki riska avariyy na opasnykh proizvodstvennykh ob'ektakh» [Order of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision dd. April 11, 2016 No. 144 «On the Approval of the Safety Manual «Methodological Framework for Conducting Hazard Analysis and Assessing the Risk of Accidents at Hazardous Production Facilities»]. *Garant.ru*. [in Russian].

4. Lisanov M.V. *Analiz riska v upravlenii promyshlennoy bezopasnostyu opasnykh proizvodstvennykh ob'ektov neftegazovogo kompleksa: dis. d-ra tehn. nauk.* [Risk Analysis in the Management of Industrial Safety of Hazardous Production Facilities of the Oil and Gas Complex: Doct. Engin. Sci. Diss.]. Moscow, 2002. 247 p. [in Russian].

5. Ob utverzhdenii Polozheniya ob ishodnykh dannykh dlya provedeniya kategorirovaniya ob'ekta toplivno-energeticheskogo kompleksa, poryadke ego provedeniya i kriteriyakh kategorirovaniya: postanovlenie Pravitelstva RF ot 5 maya 2012 g. № 459 [On Approval of the Regulation on the Initial Data for the Categorization of the Fuel and Energy Complex, its Procedure and Criteria for Categorization: Decree of the Government of the Russian Federation dd. May 5, 2012 No. 459]. *Garant-Aero*. [in Russian].

6. Krasnykh B.A., Martynyuk V.F., Sergienko T.A., Sorokin A.A., Feoktistov A.A., Nechaev A.S. *Analiz avariyy i neschastnykh sluchaev na ob'ektakh gazovogo nadzora* [Analysis of Incidents and Accidents at Gas Supervision Facilities]. Moscow, ООО «Analiz opasnostey», 2003. 320 p. [in Russian].

7. Martynyuk V.F. *Metodologiya primeneniya analiza riska v tselyakh obespecheniya promyshlennoy bezopasnosti na ob'ektakh neftegazovogo kompleksa: dis. d-ra tehn. nauk.* [Methodology of Applying Risk Analysis to Ensure Industrial Safety at Oil and Gas Facilities: Doct. Engin. Sci. Diss.]. Ufa, 2009. 328 p. [in Russian].

8. Obshchie pravila vzryvobezopasnosti dlya vzryvopozharoopasnykh khimicheskikh, neftekhimicheskikh i neftepererabatyivayushchikh proizvodstv ot 11.03.2013 № 96 (s izm., vstup. v silu s 26.11.2015) [General Rules of Explosion Protection for Explosive Chemical, Petrochemical and Oil Refineries dd. 03.03.2013, No. 96 (as Amended, Effective dd. 26.11.2015)]. [in Russian].

9. Smirnova V.V. Analiz prichin avariynosti, meropriyatiy po preduprezhdeniyu opasnostey i likvidatsii posledstviy avariyy na ob'ektakh neftegazodobychi

i nefteproduktoprovodakh [Analysis of the Causes of Accidents, Measures to Prevent Hazards and eliminate the Consequences of Accidents at Oil and Gas Production Facilities and Oil Product Pipelines]. *Bezopasnost zhiznedeyatelnosti – Life Safety*, 2007, No. 7, pp. 33-37. [in Russian].

10. Shavaleev D.A. Upravlenie promyshlennoy bezopasnostyu ob'ektov toplivno-energeticheskogo kompleksa na osnove analiza i monitoringa riskov // *Elektronnyi nauchnyi zhurnal «Neftegazovoe delo» – Electronic Scientific Journal «Oil and Gas Business»*, 2012, No. 6, pp. 435-441. [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Аскарова А.А., студент гр. МБП01-16-01, ФГБОУ ВО «УГНТУ»,
г. Уфа, Российская Федерация

A.A. Askarova, Student of MBP01-16-01 Group, FSBEI HE «USPTU»,
Ufa, Russian Federation

e-mail: btb-eng@yandex.ru

Салимов А.О., студент гр. БАЭ-16-01, ФГБОУ ВО «УГНТУ», г. Уфа,
Российская Федерация

A.O. Salimov, Student of BAE-16-01 Group, FSBEI HE «USPTU», Ufa,
Russian Federation

Савичева Ю.Н., канд. техн. наук, доцент кафедры «Промышленная
безопасность и охрана труда», ФГБОУ ВО «УГНТУ», г. Уфа, Российская
Федерация

Yu.N. Savicheva, Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor
of Industrial Safety and Labor Protection», FSBEI HE «USPTU», Ufa, Russian
Federation

e-mail: ufa.savjulia@gmail.com