

# НЕФТЯНОЕ ХОЗЯЙСТВО

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ  
ОСНОВАН В 1920 ГОДУ • ВЫПУСК 1081

ОКТАБРЬ

10 2013



РОСНЕФТЬ

ОАО «НК «Роснефть»:  
геология и разработка месторождений  
с трудноизвлекаемыми запасами

ООО «НК «Роснефть»-НТЦ» 70 лет

УЧРЕДИТЕЛИ  
ЖУРНАЛА



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



РОСНЕФТЬ



РОСНЕФТЬ  
ЗАРУБЕЖНОСТЬ



TATNEFT



БАШНЕФТЬ  
АКЦИОНЕРНАЯ НЕФТЯНАЯ КОМПАНИЯ



ОАО «РМНТК  
«Нефтеотдача»



НТО НГ им. акад.  
И.М. Губкина

УЧАСТНИКИ  
ИЗДАНИЯ ЖУРНАЛА



СНГ  
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ



ТНК



ГАЗПРОМ  
НЕФТЬ



ПСЦ



ГМС  
ГРУППА  
Гиперкомпьютеризация

# Управление рисками аварийных ситуаций на основе совершенствования систем реагирования

**Д.Ю. Захаров**

(Ухтинский гос. технический университет)

Адрес для связи: NASHNEX@bk.ru

**Ключевые слова:** нештатные ситуации, авария, реагирование, управление.

Для исследования на предмет целесообразности внедрения современных средств связи был выбран процесс реагирования на нештатные и аварийные ситуации на объектах нефтегазового комплекса.

Для примера рассмотрим аварийную ситуацию в резервуарном парке светлых нефтепродуктов. На основе анализа были выбраны следующие типичные последствия аварий:

- разливы нефтепродуктов;
- пожары проливов нефтепродукта;
- пожары и взрывы в резервуарах;
- горение паров бензина в открытом пространстве при высоких летних температурах;
- «огненные шары» при пожаре.

Поражающими факторами рассмотренных аварий являются:

- тепловое излучение и горячие продукты горения;
- открытое пламя и горящие нефтепродукты;
- токсичные продукты горения;
- осколки разрушенного оборудования, обрушения зданий и конструкций.

По величине вероятных зон действия поражающих факторов на персонал объекта и оборудование наиболее опасен крупный пожар пролива с выходом нефтепродуктов. В качестве наиболее неблагоприятного варианта рассматривается разгерметизация емкости (резервуара) для хранения бензина с последующим истечением вещества (в полном объеме) в обвалование парка светлых нефтепродуктов с последующим возгоранием.

Динамика развития и наступления аварийных ситуаций для рассматриваемого объекта определяется в соответствии с РД 03-409-01 [1], РД 03-418-01 [2], СТО Газпром 2-2.3-351-2009 [3], ГОСТ Р 12.3.047-98 [4], ГОСТ Р 12.3.047-98 [5], а так же Приказом № 404 МЧС России от 10.07.09 г.

Существуют следующие сценарии развития аварийной ситуации:

- $A_1$  – горение пролива без образования паро-, газовоздушной смеси и выброса опасного вещества благодаря эффективным мерам по локализации аварии;
- $A_2$  – горение пролива, тепловое воздействие факела приводит к разрушению близлежащего резервуара и образованию «огненного шара»;

## Emergency situations risk management on the base of urgent response systems improvement

D.Yu. Zakharov (Ukhta State Technical University, RF, Ukhta)

E-mail: NASHNEX@bk.ru

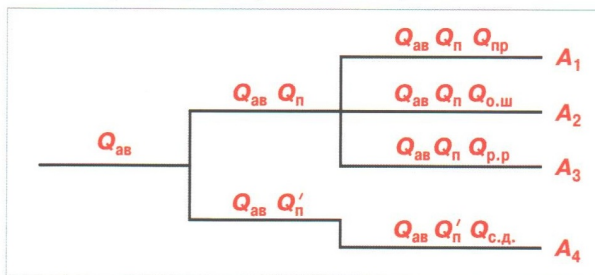
**Key words:** engineering psychology, emergency situations, accident, reaction, control.

The development of modern means of communication opens new possibilities in the sphere of emergency situations reacting. It demands the creation of special purpose systems aimed to solution of specific tasks, as unified product, aimed to average consumer in everyday life, doesn't meet all requirements of ergonomics and the speed of reaction, needed in the case of emergency industrial situations. Primarily, the systems should be used on the objects, where the degree of risk is above the regulation value. For grounding of reasonability of using such systems, it demands to make a detailed analysis of total facility risks and also its independent technological units.

-  $A_3$  – горение пролива, тепловое воздействие факела вызывает разрыв близлежащего резервуара в очаге пожара с образованием волн давления BLEVE;

-  $A_4$  – истечение вещества с последующим образованием парогазовоздушной смеси (сгорание облака с избыточным давлением).

Логическая схема (дерево событий) развития аварии, связанной с истечением бензина (в полном объеме) в обвалование парка светлых нефтепродуктов, представлена на рис. 1.



**Рис. 1. Логическая схема развития аварии, связанной с разгерметизацией емкости (резервуара) для хранения бензина с последующим истечением вещества (в полном объеме) в обвалование парка светлых нефтепродуктов:**

вероятность:  $Q_{ав}$  – разгерметизация емкости (резервуара) для хранения бензина;  $Q_{п}$ ,  $Q_{п}'$  – возникновения пожара вследствие аварии соответственно без образования и с образованием облака;  $Q_{пр}$  – горения пролива вещества без образования облака;  $Q_{о.ш}$  – разрушения резервуара в очаге пожара с образованием «огненного шара»;  $Q_{р.р}$  – разрыва резервуара в очаге пожара с образованием волны давления;  $Q_{с.д.}$  – сгорания облака паро-, газовоздушной смеси вещества с развитием избыточного давления

При определении частоты реализации аварийных ситуаций используются статистические данные по аварийности технологического оборудования при функционировании других подобных объектов. Оценка вероятностей развития аварий выполняется по методикам [3, 4].

Вероятность реализации события рассчитывается по формуле

$$Q = Q_{ав} \cdot Q(A)_{ст},$$

где  $Q(A)_{ст}$  – статистическая вероятность развития аварии по ветви логической схемы [4].

В табл. 1 приведены исходные и расчетные значения рисков. Вероятность разгерметизации резервуара для хранения легко-

Таблица 1

Аварийная ситуация	Статистическая вероятность развития аварии по ветви логической схемы	Риск, год <sup>-1</sup>
A <sub>1</sub>	0,0287	0,488·10 <sup>7</sup>
A <sub>2</sub>	0,7039	0,1196·10 <sup>5</sup>
A <sub>3</sub>	0,2555	0,434·10 <sup>6</sup>
A <sub>4</sub>	0,0199	0,202·10 <sup>7</sup>

воспламеняемых жидкостей составляет  $1,7 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup>. Наиболее вероятным сценарием развития аварийной ситуации является сценарий A<sub>2</sub>. Однако внедряя современные средства связи, необходимость использования которых подчеркивается в плане локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС), возможно быстро принять эффективные меры по локализации аварии и снизить риск ее развития по неблагоприятному сценарию. К таким средствам относится мобильная система реагирования на нештатные и аварийные ситуации «СРНАС».

Реализация системы – «СРНАС» подразумевает следующие мероприятия:

- обеспечение руководящего состава оперативной группы объектовой комиссии по чрезвычайным ситуациям (КЧС) современными средствами связи с возможностью использования ip-телефонии;

- обеспечение объекта высокоскоростным интернет соединением;
  - оборудование потенциально опасных объектов предприятия ip-видеокамерами с возможностью вывода изображения в сеть.
- При нажатии «тревожной кнопки» или срабатывании пожарного извещателя автоматически происходит вызов на все устройства членов оперативной группы комиссии по чрезвычайным ситуациям и пожарной безопасности с соединением их между собой в режиме видеоконференц-связи и выводом изображения с видеокамер, направленных на объект, подверженный аварийной ситуации.

Результатом предложенных мероприятий является сокращение времени на визуализацию аварийной ситуации, что обеспечивает членам оперативной группы КЧС следующие возможности:

- лично оценить сценарий развития аварийной ситуации;
- убедиться в срабатывании системы оповещения;
- проследить эффективность выполнения эвакуационных мероприятий;
- обсудить и принять первичные и неотложные решения по локализации и ликвидации аварийной ситуации;
- вести мониторинг оперативной обстановки;
- оперативно управлять силами и средствами.

Функциональная и структурная схемы предлагаемой системы представлены на рис. 2.

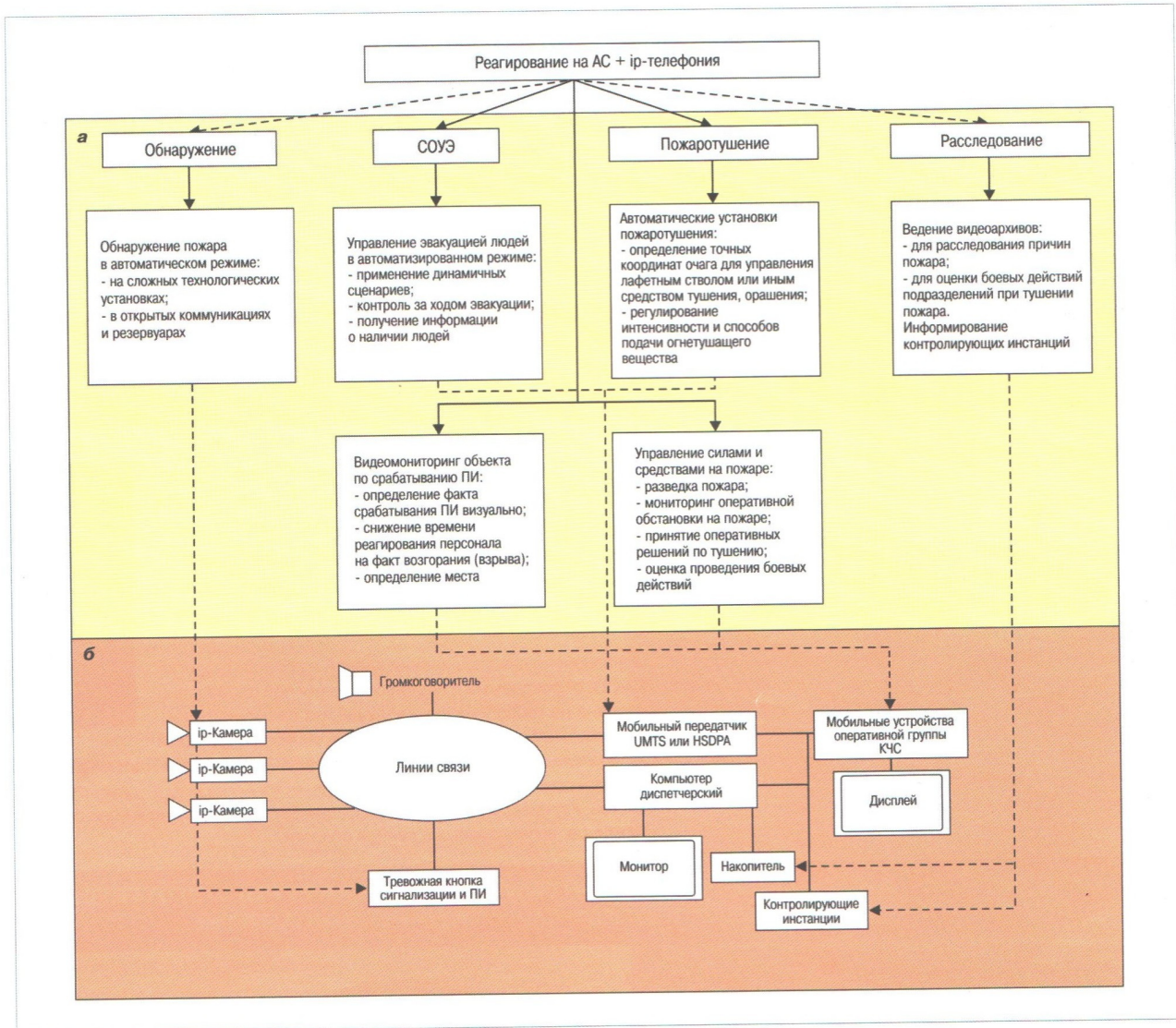


Рис. 2. Функциональная (а) и структурная (б) схемы реагирования на нештатные и аварийные ситуации (СОУЭ – система организации и управления эвакуацией, ПИ – пожарный извещатель)

Таким образом, мобильная система «СРНАС» препятствует развитию аварийной ситуации по наиболее опасным сценариям  $A_2$  и  $A_3$ . Для расчета вероятности развития сценариев  $A_2$  и  $A_3$  после внедрения системы требуется рассчитать надежность системы и найти вероятность несрабатывания системы реагирования  $Q_p$ . Система стабильна при работе четырех элементов: ip-камер, линий связи (в данном случае wi-fi соединения), мобильной сети и мобильного устройства. Показатели отказов данных элементов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Элемент	Вероятность отказа
Ip-камера	0,032
Wi-fi	0,05
Сеть мобильной связи	0,01
Мобильное устройство (планшетный ПК)	0,05

Перемножив вероятности безотказной работы элементов, найдем вероятность безотказной работы системы на уровне 0,864. Таким образом  $Q_p = 0,136$ .

В табл. 3 приведены расчетные показатели вероятностей развития АС по сценариям до и после внедрения системы.

Таблица 3

Аварийная ситуация	Риск, год <sup>-1</sup>	
	до внедрения системы	после внедрения системы
$A_1$	$0,488 \cdot 10^{-7}$	$0,488 \cdot 10^{-7}$
$A_2$	$0,1996 \cdot 10^{-5}$	$0,2715 \cdot 10^{-6}$
$A_3$	$0,434 \cdot 10^{-6}$	$0,59 \cdot 10^{-7}$
$A_4$	$0,202 \cdot 10^{-7}$	$0,202 \cdot 10^{-7}$

Как видно из табл. 3, внедрение системы значительно снижает риск развития аварийной ситуации по наиболее опасным сценариям  $A_2, A_3$ .

## Список литературы

1. РД 03-409-01. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей. – М.: ГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2001. – 16 с.
2. РД 03-418-01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов. – М.: ГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2002. – 18 с.
3. СТО Газпром 2-2.3-351-2009. Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «Газпром». – М.: ОАО «Газпром», 2009. – 20 с.
4. ГОСТ Р 12.3.047-98. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 45 с.
5. ГОСТ Р 12.3.047-98. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Изд. стандартов, 1992. – 23 с.

## References

1. RD 03-409-01, Metodika otsenki posledstviy avarynykh vzryvov toplivno-vozdushnykh smesey (Methods of assessing the effects of accidental explosions of fuel and air mixtures), Moscow: Publ. of "Nauchno-tekhnicheskiy tsentr po bezopasnosti v promyshlennosti Gosgortekhnadzora Rossii", 2001, 16 p.
2. RD 03-418-01, Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu analiza riska opasnykh proizvodstvennykh ob'ektov (Guidelines for the risk analysis of hazardous production facilities), Publ. of "Nauchno-tekhnicheskiy tsentr po bezopasnosti v promyshlennosti Gosgortekhnadzora Rossii", 2002, 18 p.
3. STO Gazprom 2-2.3-351-2009, Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu analiza riska dlya opasnykh proizvodstvennykh ob'ektov gazotransportnykh predpriyatiy OAO "Gazprom" (Methodological guidelines for risk analysis for hazardous production facilities of "Gazprom" gas transmission companies), Moscow: Publ. of "Gazprom", 2009, 20 p.
4. GOST R 12.3.047-98, Sistema standartov bezopasnosti truda. Pozharnaya bezopasnost' tekhnologicheskikh protsessov. Obshchie trebovaniya. Metody kontrolya (Occupational safety standards system. Fire safety of processes. General requirements. Control methods), Moscow: Izdatel'stvo standartov, 2000, 45 p.
5. GOST R 12.3.047-98, Sistema standartov bezopasnosti truda. Pozharnaya bezopasnost'. Obshchie trebovaniya (Occupational safety standards system. Fire safety. General requirements), Moscow: Izdatel'stvo standartov, 1992, 23 p.

## СЕРИЯ «БИБЛИОТЕКА НЕФТЯНОГО ИНЖИНИРИНГА»

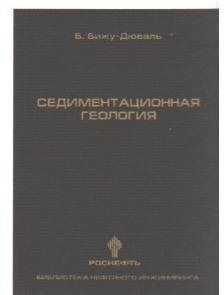
### Седиментационная геология

Бижу-Дюваль Б.

Москва-Ижевск: ИКИ, 2012, 704 с. Переплет.  
Серия «Библиотека нефтяного инжиниринга»  
ISBN 978-5-4344-0094-7

Предлагаемое пособие по литологии и осадконакоплению предназначено для расширения знаний в области геологии осадочных бассейнов и содержит концепции, широко применяемые и обсуждаемые в настоящее время при проведении геологоразведочных работ на углеводородное сырье. Книга основана на геологических наблюдениях различного масштаба и содержит иллюстрации, в основном базирующиеся на полевых наблюдениях и их анализе. Иллюстрации были подготовлены автором; при этом многие из них относятся к исследовательским проектам, разработанным в Institut Français du Pétrole (IFP) и к геолого-разведочным работам на нефть и газ, с соответствующими ссылками.

Издание предназначено для студентов инженерных специальностей, изучающих геологию и геофизику, и было задумано как учебное пособие, дающее основы перечисленных предметов и поясняющее ряд терминов, используемых в данной области.



ДАННУЮ КНИГУ, А ТАКЖЕ ПОЛНЫЙ АССОРТИМЕНТ ЛИТЕРАТУРЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ИНСТИТУТ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ» МОЖНО ЗАКАЗАТЬ:

через Интернет-магазин MATHESIS <http://shop.rcd.ru>  
или по электронной почте [rhd-m@mail.ru](mailto:rhd-m@mail.ru)

#### Прямые книготорговые представительства:

Москва, Институт машиноведения им. А. А. Благонравова РАН, ул. Бардина, д. 4, корп. 3, к. 415, тел.: +7 (925) 280-78-96  
Ижевск, Удмуртский государственный университет, ул. Университетская, д. 1, корп. 4, к. 211, тел./факс: +7 (3412) 50-02-95