

UDC 629.039.58

**ACCOUNTING OF FUNCTIONAL CONDITION OF THE PERSON
IN CASE OF THE ADMISSION TO WORKS FOR RISK DECREASE
IN WELLS CONSTRUCTION**

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ
ПЕРСОНАЛА НА РИСКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ
СИТУАЦИЙ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА**

D. Yu. Zakharov, I. V. Klimova, Y. V. Shcherbatyuk

**FSBEI HE «Ukhta State Technical University»,
Ukhta, Russian Federation**

Захаров Д. Ю., Климова И. В., Щербатюк Я. В.

**ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет»,
г. Ухта, Российская Федерация**

e-mail: nashnex@bk.ru

Abstract. Statistical data on accident rate on objects of an oil and gas complex confirm a high role of "a human factor" in the causes and escalation of emergencies. Scientific research in the field of influence decrease of a human factor on accident rate is directed as to creation of modern imitating and training systems, improvement of procedures of professional selection, as to assessment of working conditions and a current functional state of the person in a working environment. At risk management in aspect of a human factor the main emphasis is placed on assessment of competences of personnel, their formation and development. Assessment of competences of the candidate – the first thing that the person faces at the device on hazardous production facility. Assessment procedure can be expressed in the form of an interview, passing of testing, an

examination during the solution of the offered tasks. At the same time actually there is no assessment of a state in which the examinee is.

Article is devoted to the assessment of influence of a person's current functional state on risks of emergencies on objects of an oil and gas complex. The hazardous production facility chosen for an experiment is described, assessment procedure is also given. Results of assessment of risk according to which it is possible to draw a conclusion that the reason of development and escalation of 20 % of emergencies on the chosen hazardous production facility of an oil and gas complex is the non-optimal current functional state of personnel of an object, responsible for safe functioning. Carrying out this analysis allows to reveal also the concrete factor of a functional condition of the person having negative effect on indicators of safe functioning of hazardous production facility. Identification of negative factors is a basis for development of methods of psychological ensuring activity of personnel of hazardous production facility and also improvement of procedures of professional selection and the admission to works of the increased danger in an oil and gas complex.

Аннотация. Статистические данные по аварийности на объектах нефтегазового комплекса свидетельствуют о высокой роли «человеческого фактора» в причинах возникновения и эскалации аварийных ситуаций. Научные исследования в области снижения влияния человеческого фактора на аварийность направлены как на создание современных имитационных и тренажерных систем, совершенствование процедур профессионального отбора, так и на оценку условий труда и актуального функционального состояния человека в рабочей среде. При управлении рисками в аспекте человеческого фактора основной акцент делается на оценку компетенций персонала, их формирование и развитие. Оценка компетенций кандидата – первое с чем человек сталкивается при устройстве на опасный производственный объект. Процедура оценки может быть выражена в форме собеседования, прохождения тестирования, проверки знаний в ходе решения предложенных задач. Вместе с тем

фактически отсутствует оценка состояния, в котором находится испытуемый.

Статья посвящена оценке влияния актуального функционального состояния персонала на риски возникновения аварийных ситуаций. Описан опасный производственный объект, выбранный для эксперимента, приведена процедура оценки. Представлены результаты оценки риска, согласно которым можно сделать вывод о том, что причиной развития и эскалации 20 % аварийных ситуаций на выбранном опасном производственном объекте нефтегазового комплекса причиной является неоптимальное актуальное функциональное состояние персонала ответственного за безопасное функционирование объекта. Проведение данного анализа позволяет так же выявлять конкретный фактор функционального состояния человека, негативно влияющий на показатели безопасного функционирования опасного производственного объекта. Выявление негативных факторов является основой для разработки методов психологического обеспечения деятельности персонала опасного производственного объекта, а так же совершенствования процедур профессионального отбора и допуска к работам повышенной опасности в нефтегазовом комплексе.

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

Ключевые слова: инженерная психология, нештатные ситуации, авария, реагирование, управление .

Introduction

The necessity of a systems research of response to emergencies and risk management regarding influence of a human factor, is confirmed by statistical data of the reasons of their development.

The analysis of the main reasons for the happened accidents allows to allocate the following interconnected groups of the reasons which are characterized: "a human factor" – 52 %; equipment failure – 48 %.

Main part

As an example of the hazardous production facility - the Site on storage and realization of fuel and lubricants, methanol and chemicals of "Gazprom Transgaz Ukhta" is considered. The greatest potential danger of emergence and development of possible emergencies in Basic warehouse fuel and lubricants is represented by objects of technological group which consists of:

- the system of discharge of light oil products from railway;
- pump station for light oil products;
- tank farm for light oil products;
- the system of filling light oil products in tanker trucks;
- the system of discharge of oils from railway tanks;
- point of measurement of oil products;
- pump station for oils;
- tank farm of oils;
- the system of filling oils in tanker trucks;
- the system of filling oils in a container;
- a warehouse of oils in a container with an unloading stage. [1].

It is necessary to consider the main groups of scenarios and risks of emergencies of the situations connected with emergency in tank farms (table 1).

As the most adverse option of the emergency in tank farm of light oil products is depressurization of the tank for gasoline storage, with the subsequent expiration of substance in ridging of the park of light oil products.

Table 1. The main groups of scenarios of emergencies in the tank farm

Name	Scenario of development of an emergency
Burning of light oil products	Burning of the passage, without formation of air-gas mix and emission of dangerous substance because of effective measures for accident localization
Emission of a product "a fiery sphere"	Burning of the passage, thermal influence of a torch leads to destruction of the nearby tank and formation of "a fiery sphere"
Explosion of the extending substance vapors	Burning of the passage, thermal influence of a torch leads to a rupture of the nearby tank in the seat of fire with formation of waves of pressure of "BLEVE"
Combustion of air-gas mix in open space with development of excessive pressure	The expiration of substance with the subsequent formation of air-gas mix (combustion of a cloud with excessive pressure);

The modern researches directed to decrease of a role of human factor in the reasons of emergencies are directed to identification of communication of a current functional state of the person and accident rate. [2-4]

For assessment of influence of a current functional state of the person on risks of emergencies, the experiment consisting of the following steps has been made:

1) *Testing for identification of a current functional state of examinees is held.*

High quality tests for definition of subjective components of a condition of the person are used. The tests, united in a technique, have high diagnostic sensitivity and usability.

2) *The task is given to each participant (emergency)*

The plan of the enterprise with the put defeat zones at different scenarios of development of an emergency is issued. Time is provided to the examinee for studying of the considered object.

Introduction information on a situation is given. Time for which each of participants makes decisions on localization and elimination of an emergency is fixed.

3) *The analysis of experimental data is carried out*

The received results have been processed as follows:

Points of indexes of a functional state are transferred to percent where 100% correspond to the greatest possible point, 0 % to minimum.

Assessment of correctness of answers according to the list of actions of personnel provided in the declaration of industrial safety at an emergency situation is carried out. The examinee can gain from 0 to 100% of the correct answers when performing a task.

The received results (in parameter "intellectual exhaustion") are presented in the graphic form (figure 1).

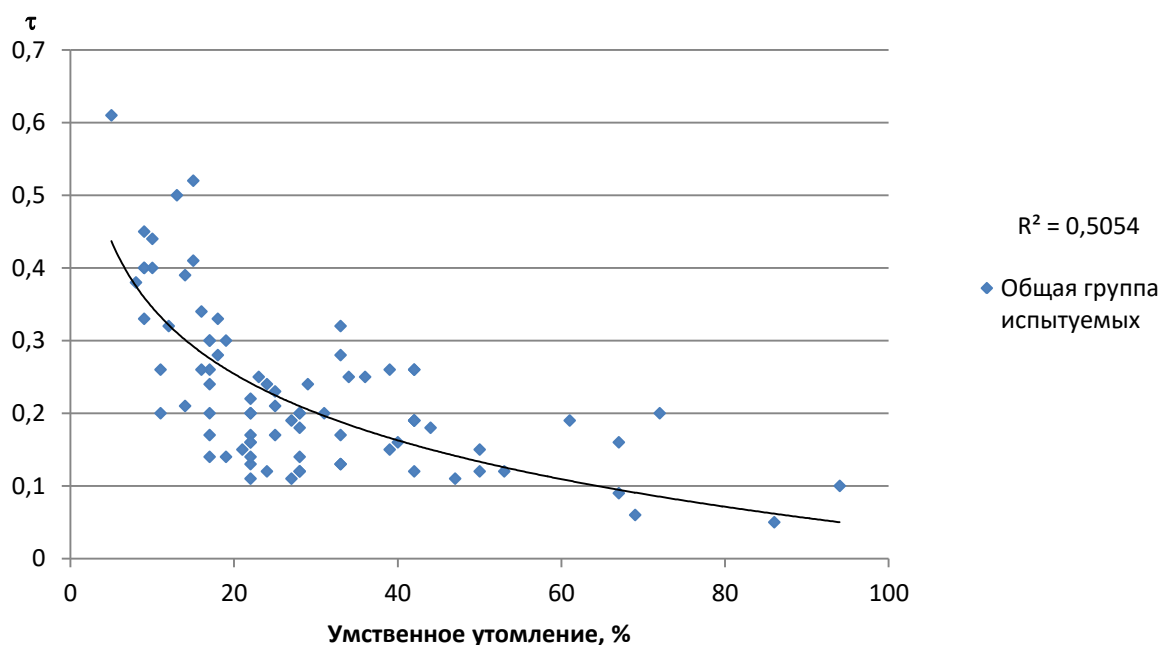


Figure 1. Dependence of correctness of performance of a task in unit of time from intellectual exhaustion of the worker

Being guided by the data obtained during testing there is an opportunity to work on improvement of indicators of workers whose result has appeared below average values and to reduce risk of wrong and untimely actions. [5].

Considering that the human factor is the reason of 52 % of emergencies, and technique accuracy on nine the estimated parameter averages 40 %, the risk of emergencies after decrease in level of influence of a current functional state is calculated (table 2).

Table 2. Comparative table of risks of emergencies

Name	Risk before decrease in level of influence of a current functional state	Risk after decrease in level of influence of a current functional state
Burning of light oil products	$4,88 \cdot 10^{-8}$	$3,86 \cdot 10^{-8}$
Emission of a product "a fiery sphere"	$1,20 \cdot 10^{-6}$	$9,47 \cdot 10^{-7}$
Explosion of the extending substance vapors	$4,34 \cdot 10^{-7}$	$3,44 \cdot 10^{-7}$
Combustion of air-gas mix in open space with development of excessive pressure	$2,02 \cdot 10^{-8}$	$1,60 \cdot 10^{-8}$

Conclusions

Decrease in risks of emergencies has made 20,8%, it is an indicator of influence of a current functional state of the person on risks of emergencies on objects of an oil and gas complex.

Необходимость исследования систем реагирования на аварийные ситуации и управления рисками на предмет влияния человеческого фактора, подтверждается статистическими данными причин их развития.

Анализ основных причин происшедших аварий позволяет выделить следующие взаимосвязанные группы причин, характеризующиеся: «человеческим фактором» – 52 % от всех причин; отказом оборудования – 48% от всех причин. Кроме того, причиной эскалации нештатных и аварийных ситуаций изначально не связанных с человеческим фактором, могут послужить ошибочные действия персонала, или длительное время принятия решений.

В качестве примера рассматривается опасный производственный объект - Участок по хранению и реализации ГСМ, метанола и химикатов УМТС ООО «Газпром трансгаз Ухта». Наибольшую потенциальную опасность возникновения и развития возможных аварийных ситуаций на

Базовом складе ГСМ представляют объекты производственной (технологической) группы, в состав которой входят:

- система слива светлых нефтепродуктов из железнодорожных цистерн;
- насосная станция светлых нефтепродуктов;
- резервуарный парк светлых нефтепродуктов;
- система налива светлых нефтепродуктов в автоцистерны;
- система слива масел из железнодорожных цистерн;
- пункт замера нефтепродуктов;
- насосная станция масел;
- резервуарный парк масел;
- система налива масел в автоцистерны;
- система налива масел в тару;
- склад масел в таре с разгрузочной рампой [1].

Рассмотрим основные группы сценариев и риски аварийных ситуаций, связанных с аварийной ситуацией в резервуарных парках (таблица 1).

В качестве наиболее неблагоприятного варианта реализации события - аварийная ситуация в резервуарном парке светлых нефтепродуктов рассматривается разгерметизация емкости (резервуара) для хранения бензина, с последующим истечением вещества (в полном объеме) в обвалование парка светлых нефтепродуктов.

Таблица 1. Основные группы сценариев аварийных ситуаций в резервуарном парке

Название	Сценарий развития аварийной ситуации
Горение пролива	Горение пролива, без образования парогазовоздушной смеси и выброса опасного вещества, благодаря эффективным мерам по локализации аварии
Выброс продукта «огненный шар»	Горение пролива, тепловое воздействие факела приводит к разрушению близлежащего резервуара и образованию «огненного шара»
Взрыв расширяющихся паров вещества	Горение пролива, тепловое воздействие факела приводит к разрыву близлежащего резервуара в очаге пожара с образованием волн давления «BLEVE»
Сгорание парогазовоздушной смеси в открытом пространстве с развитием избыточного давления	Истечение вещества с последующим образованием парогазовоздушной смеси (сгорание облака с избыточным давлением);

Современные исследования, направленные на снижение роли человеческого фактора в причинах аварийных ситуаций, направлены на выявление связи актуального функционального состояния человека и аварийности [2-4].

Для оценки влияния актуального функционального состояния человека на риски аварийных ситуаций, был проведен эксперимент, состоящий из следующих шагов:

1) *Проведено тестирование для выявления актуального функционального состояния испытуемых.*

Используются валидизированные тесты для определения субъективных компонентов состояния человека. Тесты, объединенные в методике, обладают высокой диагностической чувствительностью и удобством использования.

2) *Выдано задание каждому участнику (аварийная ситуация).*

Выдается план-схема предприятия с нанесенными зонами поражения при разных сценариях развития аварийной ситуации. Испытуемому предоставляется время для изучения рассматриваемого объекта.

Дается вводная информация по ситуации. Фиксируется время, за которое каждым из участников принимаются решения по локализации и ликвидации аварийной ситуации.

3) *Проведен анализ экспериментальных данных.*

Получив результаты, они были обработаны следующим образом: Баллы индексов функционального состояния переведены в проценты, где 100 % соответствуют максимально возможному баллу, 0 % минимальному. Проведена оценка правильности ответов согласно приведенному в декларации промышленной безопасности списку действий персонала при нештатной ситуации. Испытуемый может набрать от 0 до 100 % правильных ответов при выполнении задания.

Полученные результаты (по параметру умственное утомление) представлены в графическом виде (рисунок 1).

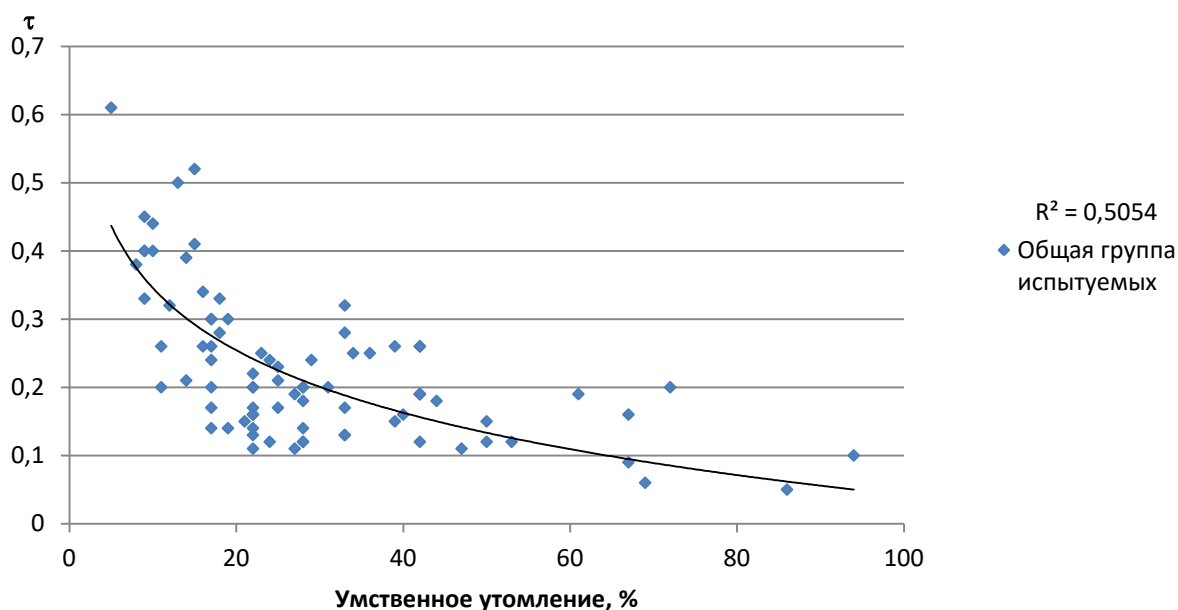


Рисунок 1. Зависимость правильности выполнения задачи в единицу времени от умственного утомления работника

Ориентируясь на полученные в ходе тестирования данные, появляется возможность работать над улучшением показателей работников, чей результат оказался ниже средних значений. Таким образом, сократить риск ошибочных и несвоевременных действий [5].

Учитывая, что человеческий фактор является причиной 52 % аварийных ситуаций, а точность методики по девяти оцениваемым параметром в среднем составляет 40 %, рассчитан риск аварийных ситуаций после снижения уровня влияния актуального функционального состояния (таблица 2)

Таблица 2. Сравнительная таблица рисков аварийных ситуаций

Название	Риск до снижения уровня влияния актуального функционального состояния	Риск после снижения уровня влияния актуального функционального состояния
Горение пролива	$4,88 \cdot 10^{-8}$	$3,86 \cdot 10^{-8}$
Выброс продукта «огненный шар»	$1,20 \cdot 10^{-6}$	$9,47 \cdot 10^{-7}$
Взрыв расширяющихся паров вещества	$4,34 \cdot 10^{-7}$	$3,44 \cdot 10^{-7}$
Сгорание паро-газовоздушной смеси в открытом пространстве с развитием избыточного давления	$2,02 \cdot 10^{-8}$	$1,60 \cdot 10^{-8}$

Выводы

Снижение рисков аварийных ситуаций составило 20,8 %, это показатель влияния актуального функционального состояния человека на риски возникновения аварийных ситуаций на объектах нефтегазового комплекса.

References

1 The plan of localization and liquidation of emergency situations OPO "Site transportation of hazardous substances underlying stock GSM UMTS" Calculation and explanatory notes. Book 2. – Manage logistics and staffing of ООО "Gazprom transgaz Ukhta", 2011. 88 p. [in Russian].

2 James B. A. New Methodologies for Human Factors in Process Safety. Society of Petroleum Engineers, 2014, June 9. doi:10.2118/169907-MS.

3 De Nicolais N. Enhanced Well Control Implementing Human Factors. / N. De Nicolais, R. Vadala, J. Abate, J. Olsen, J. McHattie Society of Petroleum Engineers, 2016, September 6. doi:10.2118/181035-MS.

4 Boschee P. Improving Human Performance: Tackling the Challenges to Develop Effective Safety Cultures. Society of Petroleum Engineers, 2014, June 1. doi:10.2118/0614-0018-OGF.

5 Zakharov D. Yu., Afanasyeva I. V. Prediction of the system "man-machine" reliability to emergency while oil products transportations and storage Scientific magazine «Proceedings of the Komi science centre Ural branch Russian academy of sciences». 2014, no. 4 (20) , pp. 87-90. [in Russian].

Список используемых источников

1 План локализации и ликвидации аварийных ситуаций ОПО «Участок транспортирования опасных веществ базового склада ГСМ УМТС» Расчётно-пояснительная записка. Управление материально-технического снабжения и комплектации ООО «Газпром трансгаз Ухта». Ухта, 2011. Кн.2. 88 с.

2 James B. A. New Methodologies for Human Factors in Process Safety. // Society of Petroleum Engineers, 2014, June 9. doi:10.2118/169907-MS.

3 De Nicolais N. Enhanced Well Control Implementing Human Factors. / N. De Nicolais, R. Vadala, J. Abate, J. Olsen, J. McHattie // Society of Petroleum Engineers, 2016, September 6. doi:10.2118/181035-MS.

4 Boschee P. Improving Human Performance: Tackling the Challenges to Develop Effective Safety Cultures. // Society of Petroleum Engineers, 2014, June 1. doi:10.2118/0614-0018-OGF.

5 Захаров Д. Ю., Афанасьева И. В. Прогнозирование надежности системы «человек-машина» для оценки рисков развития аварийных ситуаций при транспортировке и хранении нефтепродуктов // Известия Коми НЦ УрО РАН. 2014. № 4 (20). С. 87-90.

About the authors

Сведения об авторах

D.Yu. Zakharov, the Director of the Center of Development of Scientific Projects and Consulting of the FSBEI HE «USTU», Ukhta, Russian Federation

Захаров Д. Ю., директор центра развития научных проектов и консалтинга ФГБОУ ВО «УГТУ», г. Ухта, Российская Федерация

e-mail: nashnex@bk.ru

I. V. Klimova, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of industrial safety and environmental protection of the FSBEI HE «USTU», Ukhta, Russian Federation

Климова И. В., канд. техн. наук, доцент кафедры промышленной безопасности и охраны окружающей среды, ФГБОУ ВО «УГТУ», г. Ухта, Российская Федерация

Y. V. Shcherbatyuk, Student of the PEMG-1-16 (m) Group, of the FSBEI HE «USTU», Ukhta, Russian Federation

Щербатюк Я. В., студент гр. ПЭМГ-1-16(м), ФГБОУ ВО «УГТУ», г. Ухта, Российская Федерация