

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБЯЗАТЕЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ РАБОТНИКОВ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЦЕНКИ И ТРЕНИНГА ПРОФЕССИОНАЛЬНО ВАЖНЫХ КАЧЕСТВ

УДК 614.8.015

А.Т. Волохина, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа» (Национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина (Москва, РФ), alla_volohina@mail.ru

Е.В. Глебова, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа» (Национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, elena.glebova50@mail.ru

Совершенствование требований к обучению и проверке знаний руководителей и работников организаций, осуществляющих эксплуатацию и обслуживание опасных производственных объектов, является важной задачей государственной политики в области промышленной безопасности. В данной статье представлен новый компетентностный подход к проведению обязательного обучения и проверки знаний рабочих в области промышленной безопасности, который заключается в применении разработанного автоматизированного комплекса оценки и тренинга профессионально важных качеств. Указанный комплекс позволяет с помощью разработанного авторского алгоритма и математически рассчитанных критериев не только оценивать, но и повышать уровень готовности работников к проведению работ по техническому обслуживанию и ремонту опасных производственных объектов, а также к действиям в аварийных ситуациях. На основе результатов проведенного экспериментального обучения работников, эксплуатирующих опасные производственные объекты магистрального транспорта газа, с помощью выполненных статистических расчетов доказана возможность повышения эффективности обязательного обучения в области промышленной безопасности при использовании в существующей системе подготовки разработанного автоматизированного комплекса. Выполненные при проведении аттестации расчеты доказали, что уровень знаний требований безопасности статистически значимо ниже у работников контрольной группы по сравнению с этим показателем у работников экспериментальной группы. Предложен алгоритм применения разработанных автоматизированных комплексов для совершенствования системы постоянного обучения и подготовки работников в области промышленной безопасности. Внедрение разработанного автоматизированного комплекса обеспечивает, с одной стороны, снижение вероятности возникновения аварий за счет повышения эффективности процедуры обязательного обучения и проверки знаний требований промышленной безопасности рабочих, а с другой стороны – сокращение размеров ущерба при возникновении аварий за счет повышения готовности персонала к действиям по их локализации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ПРОФЕССИОНАЛЬНО ВАЖНЫЕ КАЧЕСТВА, КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ, ТРЕНИНГ, ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.

КОМПЛЕКС ОЦЕНКИ ПВК РАБОЧИХ

По данным Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор), одним из основных факторов, оказывающих негативное воздействие на состояние промышленной безопасности в

Российской Федерации, является недостаточный уровень квалификации и подготовки кадров [1]. Ростехнадзором предусмотрены обязательное обучение и аттестация работников в области промышленной безопасности [2]. Кроме того, для обеспечения готовности организации к действи-

ям по локализации и ликвидации последствий аварий установлена необходимость проведения учебно-тренировочных занятий для отработки практических навыков и действий работников в условиях нештатной ситуации [3].

Известно, что на формирование профессиональных компетенций

Volokhina A.T., Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)” (Moscow, Russian Federation), alla_volokhina@mail.ru

Glebova E.V., Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)”, elena.glebova50@mail.ru

Improvement of the system of compulsory training of workers in the field of industrial safety using the assessment and training of professionally important qualities

Improvement of the requirements to training and checking the knowledge of managers and employees of organizations performing operation and maintaining hazardous industrial facilities is an important task of the state policy in the field of industrial safety. This article presents a new competency-based approach to conducting mandatory training and testing of knowledge of workers in the field of industrial safety, which consists in the application of the developed automated assessment and training complex for professionally important qualities. This complex is based on the algorithm developed by the authors and allows not only assessing, but also raising the level of workers' readiness to carry out maintenance and repair of hazardous production facilities, as well as the readiness to act in emergency situations. The possibility of increasing the effectiveness of compulsory training in the field of industrial safety with the use of of developed automated complex in the existing automated training system is proved with the help of performed statistical calculations on the basis of results of the pilot training of workers operating hazardous industrial facilities of the main gas transport. The calculations performed during the appraisal proved that workers from the control group have statistically significantly lower level of knowledge of the safety requirements in comparison with that level of the workers from the experimental group. The algorithm of application of the developed automated complexes for improving the system of constant education and training of workers in the field of industrial safety is proposed. The implementation of the developed automated complex provides, on the one hand, a reduction in the probability of potential accidents by improving the efficiency of the mandatory training procedure and testing knowledge of the industrial safety requirements of workers. On the other hand, it provides a reduction of the damage from accidents by improving staff readiness for accident localizing.

KEYWORDS: PROFESSIONALLY IMPORTANT QUALITIES, COMPETENCY-BASED APPROACH, AUTOMATED ESTIMATION SYSTEM, TRAINING, MANDATORY EDUCATION, INDUSTRIAL SAFETY.

работников в области промышленной безопасности существенное влияние оказывает уровень развития их профессионально важных качеств (ПВК) [4–6].

Таким образом, требования к обучению персонала в области безопасности установлены законодательно, требования к оценке и развитию ПВК не определены, в то время как способность работников, осуществляющих техническое обслуживание и ремонт опасных производственных объектов (ОПО), самостоятельно и правильно ориентироваться в условиях возникновения пред-аварийных и аварийных режимов работы оборудования, четко выполнять указания производственных инструкций, правил технической эксплуатации оборудования в значительной степени определяются уровнем развития их ПВК.

Поэтому важным направлением совершенствования системы обязательного обучения работников в области промышленной безо-

пасности является комплексный подход к оценке их профессиональных компетенций, предусматривающий кроме традиционной оценки профессиональных знаний, умений и навыков определение уровня развития профессионально важных качеств. Для реализации данного подхода был разработан и внедрен автоматизированный комплекс оценки и совершенствования ПВК, определяющий уровень готовности персонала к проведению работ по техническому обслуживанию, ремонту магистральных газопроводов (МГ) и к действиям по локализации аварий [7].

Все исследования по разработке автоматизированного комплекса оценки и совершенствования ПВК рабочих, осуществляющих техническое обслуживание и ремонт МГ, проходили на базе ООО «Газпром трансгаз Самара».

Разработанная автоматизированная система представляет собой три последовательно

соединенных основных модуля (рис. 1): модуль блоков тестирования (1), модуль блоков анализа и обработки результатов тестирования (2), модуль совершенствования ПВК (3).

В состав специального программного обеспечения модуля блоков тестирования (1) входит блок из 15 автоматизированных диагностических методик, максимально адаптированных к решению практических задач по оценке ПВК рабочих.

В модуле блоков анализа и обработки (2) для анализа полученной диагностической информации на основе разработанных новых критериев и с использованием оригинальной процедуры многомерного шкалирования функционально реализован авторский алгоритм расчета интегральной оценки готовности к проведению ремонтных и аварийно-восстановительных работ.

Главной задачей модуля совершенствования ПВК (3) является

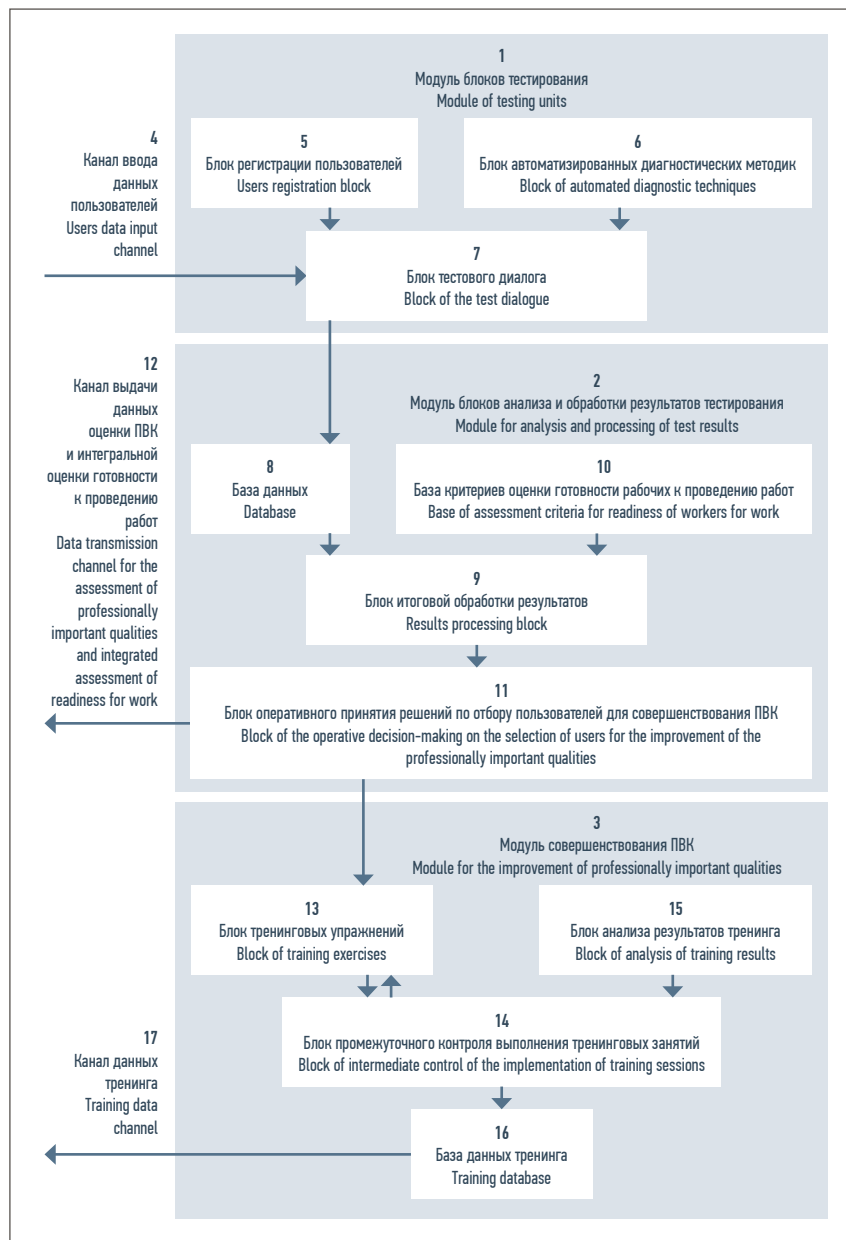


Рис. 1. Функциональная схема автоматизированного комплекса оценки и совершенствования ПВК рабочих [7]
Fig. 1. Functional diagram of the automated complex for assessment and improvement of the professionally important qualities of workers [7]

автоматизированный тренинг ПВК работников, основанный на принципах единого интеллекта [7].

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ

В рамках авторского надзора за внедрением разработанного автоматизированного комплекса было проведено исследование возможности повышения эффективности обучения в области промыш-

ленной безопасности рабочих ООО «Газпром трансгаз Самара».

Для этого на базе семи линейно-производственных управлений магистральных газопроводов (ЛПУМГ) были организованы две группы рабочих: экспериментальная и контрольная. Экспериментальная группа состояла из 70 рабочих. В данной группе помимо традиционного обучения по промышленной безопасности проводился тренинг профессио-

нально важных качеств рабочих с использованием разработанной автоматизированной системы. В контрольной группе, состоящей также из 70 человек, обучение и проверка знаний проводились без использования автоматизированного тренинга.

Прежде всего следовало доказать, что исходный уровень знаний требований безопасности в контрольной и экспериментальной группах одинаков. Для этого был проведен входной контроль знаний требований безопасности. При проверке знаний по каждой производственной инструкции экзаменуемому необходимо было ответить на 10 вопросов. Каждый правильный ответ равноценен 1 баллу. Допускается всего 2 ошибки.

Была выдвинута нулевая гипотеза H_0 о равенстве математических ожиданий количества правильных ответов при входной оценке знаний работников контрольной μ_x и экспериментальной групп μ_y :

$$H_0: \mu_x = \mu_y. \quad (1)$$

Альтернативная гипотеза H_1 заключается в том, что математические ожидания количества правильных ответов при проверке знаний работников контрольной и экспериментальной групп не совпадают:

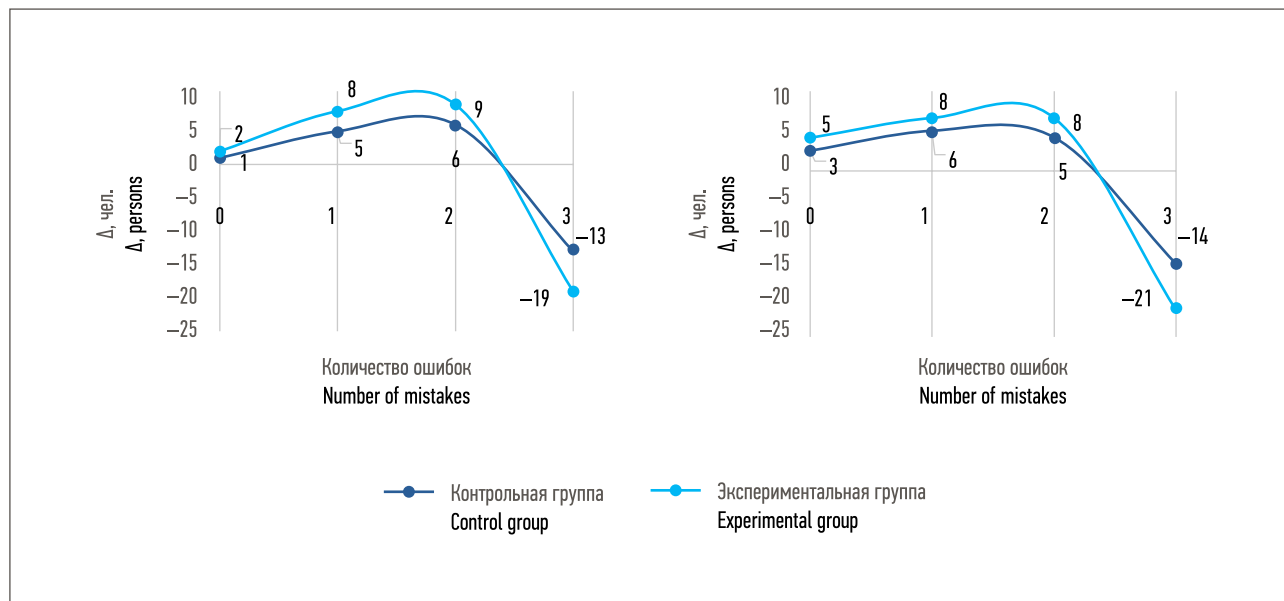
$$H_1: \mu_x \neq \mu_y. \quad (2)$$

Для сравнения математических ожиданий был использован двухвыборочный t -тест с одинаковыми дисперсиями. Выполнение данного анализа предполагает нормальность распределения данных и равенство дисперсий результатов входного контроля знаний работников контрольной и экспериментальной групп по каждой инструкции.

Для проверки нормальности распределения значений были построены гистограммы с распределением количества правильных ответов при входном контроле

Результаты двухвыборочного t-теста с одинаковыми дисперсиями контрольной и экспериментальной групп после обучения
Results of a two-sample t-test with the same variances of the control and experimental groups after training

Показатели Indices	Инструкция Instruction					Правила эксплуатации сосудов, работающих под давлением Rules for the operation of pressure vessels
	по охране труда по профессии on labor protection by profession	по пожарной безопасности for fire safety	по организации безопасного проведения огневых работ for the organization of safe fireworks	по организации безопасного проведения газоопасных работ on the organization of safe conduct of gas hazardous activities	по охране труда при работе на высоте on labor protection when working at a height	
Среднее, контрольная группа Average, control group	7,971	8,143	8,186	7,729	8,357	8,000
Среднее, экспериментальная группа Average, experimental group	8,386	8,514	8,586	8,429	8,529	8,714
Дисперсия, контрольная группа Variance, control group	1,390	1,487	1,342	1,998	1,508	1,507
Дисперсия, экспериментальная группа Variance, experimental group	1,255	1,181	1,290	1,176	1,441	1,193
Наблюдения, контрольная группа Observations, control group	70	70	70	70	70	70
Наблюдения, экспериментальная группа Observations, experimental group	70	70	70	70	70	70
F	1,108	1,259	1,040	1,089	1,047	1,264
P(F ≤ f) одностороннее P(F ≤ f) one-sided	0,336	0,171	0,435	0,189	0,425	0,167
F критическое одностороннее F critical one-sided	1,490	1,490	1,490	1,490	1,490	1,490
Объединенная дисперсия Pooled variance	1,323	1,334	1,316	1,587	1,475	1,350
df	138	138	138	138	138	138
t-статистика t-statistics	-2,131	-1,993	-2,063	-3,287	-2,784	-3,637
P(T ≤ t) двухстороннее P(T ≤ t) two-sided	0,035	0,049	0,041	0,001	0,041	0,000
t критическое двухстороннее t critical two-sided	±1,977	±1,977	±1,977	±1,977	±1,977	±1,977



а) а)

б) б)

Рис. 2. Приращение количества рабочих: а) инструкция по организации безопасного проведения огневых работ; б) правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов под давлением

Fig. 2. Increase in the number of workers: а) instruction on the organization of safe conduct of fire works; б) rules for design and safe operation of pressure vessels

знаний работников экспериментальной и контрольной групп.

В целом распределение значений анализируемого признака совпадает с нормальным. Это заключение, основанное на визуальном анализе распределения, имеет и более строгое подтверждение в виде расчета критерия согласия Пирсона – Фишера χ^2 . В данном случае нулевая гипотеза не отвергается, так как при анализе χ^2 по всем видам инструкций $\chi^2_{\text{опыт}} > \chi^2_{\text{крит}}$ при уровне значимости 0,05. Следовательно, условие нормальности распределения результатов входного контроля знаний работников контрольной и экспериментальной групп по каждому виду инструкций не отвергается.

Следующим этапом статистической обработки экспериментальных данных была проверка гипотезы о равенстве дисперсий результатов входного контроля знаний работников контрольной и экспериментальной групп по каждому виду инструкций. Для сравнения дисперсий двух групп данных применялся двухвыборочный F -тест (основанный на опре-

делении F -критерия), с помощью которого была принята нулевая гипотеза о равенстве дисперсий. При последующем проведении t -теста было установлено, что во всех случаях $|t_{\text{стат}}| < t_{\text{кр}}$, следовательно, нулевая гипотеза о равенстве математических ожиданий количества правильных ответов при входной оценке знаний работников контрольной и экспериментальной групп принимается, что свидетельствует о том, что работники контрольной и экспериментальной групп обладают одинаковым уровнем знаний требований безопасности и могут участвовать в дальнейшей оценке эффективности проведения обучения в области промышленной безопасности с использованием тренинга ПВК.

Для оценки влияния тренинга ПВК на эффективность обучения в области промышленной безопасности был проведен анализ результатов проверки знаний рабочих контрольной и экспериментальной групп после проведения обучения с помощью двухвыборочного t -теста. Суть анализа заключается в том, что, если гипотеза о равенстве математиче-

ских ожиданий отвергается, это убедительно доказывает различное влияние факторов (обучение с применением тренинга ПВК и без него) на сформированные группы и, соответственно, результаты по этим группам.

Результаты проведенного двухвыборочного t -теста представлены в таблице.

Поскольку во всех случаях $|t_{\text{стат}}| > |t_{\text{кр}}|$, можно сделать вывод, что гипотеза о равенстве математических ожиданий результатов проверки знаний рабочих контрольной и экспериментальной групп отвергается, что свидетельствует о влиянии тренинга ПВК на эффективность обучения.

Так как по всем видам инструкций значения t -критерия отрицательны (с уровнем значимости $\leq 0,05$), следует сделать вывод о том, что уровень знаний требований безопасности работников контрольной группы статистически значимо ниже уровня знаний требований безопасности работников экспериментальной группы.

Сравнительный анализ результатов проверки знаний в области безопасности (по отдельным ин-



XXVII совещание

**«ИТОГИ РАБОТЫ ПО ОХРАНЕ ТРУДА, ПРОМЫШЛЕННОЙ,
ПРОТИВОФОНТАННОЙ, ПОЖАРНОЙ И ГАЗОВОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ В ДОЧЕРНИХ ОБЩЕСТВАХ
И ОРГАНИЗАЦИЯХ ПАО «ГАЗПРОМ» В 2017 ГОДУ
И ЗАДАЧАХ НА 2018 ГОД»**



05-06 апреля 2018 г., г. Москва

струкциям) в контрольной и экспериментальной группах после проведенного обучения представлен в виде графиков на рис. 2а и 2б.

Согласно представленным графикам при проведении обучения в области промышленной безопасности с использованием автоматизированной системы оценки и совершенствования ПВК количество рабочих, которые успешно прошли проверку знаний (допустили 2 ошибки и менее) и были допущены к самостоятельной работе, существенно увеличивается (на 15–21 рабочих в зависимости от вида инструкции). В контрольной группе эффективность обучения, определяемая приращением количества рабочих, успешно прошедших проверку знаний, составляет от 11 до 14 рабочих в зависимости от вида инструкции.

ВЫВОДЫ

Полученные в ходе исследования данные доказывают, что применение разработанной автоматизированной системы оценки и совершенствования ПВК рабочих, осуществляющих техническое обслуживание и ремонт МГ, позволяет повысить эффективность обязательного обучения в области промышленной безопасности.

Основными преимуществами разработанного автоматизированного комплекса являются его системный характер как на уровне программного продукта, так и на содержательном уровне, использование авторского алгоритма расчета интегральной оценки готовности к проведению работ на основе анализа диагностической информации.

Наличие в системе блока совершенствования ПВК позволяет развивать необходимые качества рабочих в процессе их производственной деятельности, что обеспечивает снижение количества аварий и инцидентов, связанных с опасными (ошибочными) действиями работников.

Следовательно, внедрение разработанного автоматизированного комплекса обеспечит, с одной стороны, снижение вероятности возникновения аварий за счет повышения эффективности процедуры обязательного обучения и проверки знаний требований промышленной безопасности рабочих, а с другой стороны – сокращение размеров ущерба при реализации аварий за счет повышения готовности персонала к действиям по их локализации. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2016 году [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/Годовой отчет за 2016 год 3.pdf](http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/Годовой%20отчет%20за%202016%20год%203.pdf) (дата обращения: 07.03.2018).
2. Положение об организации обучения и проверки знаний рабочих организаций, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, утвержденное Приказом Ростехнадзора от 29 января 2007 г. № 37 (ред. от 30.06.2015) «О порядке подготовки и аттестации работников организаций, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://legalacts.ru/doc/prikaz-rostekhnadzora-ot-29012007-n-37-o/#100172> (дата обращения: 07.03.2018).
3. Приказ Ростехнадзора от 26 декабря 2012 г. № 781 «Об утверждении рекомендаций по разработке планов локализации и ликвидации аварий на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_147686/ (дата обращения: 07.03.2018).
4. Кувькин В.С., Глебова Е.В., Иванова М.В., Волохина А.Т. Повышение уровня промышленной безопасности объектов нефтедобычи за счет совершенствования процесса обучения операторов // Нефтяное хозяйство. 2009. № 12. С. 132–134.
5. Морозов И.С., Кривецкий И.М., Волохина А.Т., Глебова Е.В. Изучение профессионально важных качеств персонала, работающего вахтовым методом в условиях Крайнего Севера // Газовая промышленность. 2013. № 11. С. 80–84.
6. Волохина А.Т., Яковлева О.С. Повышение промышленной безопасности магистральных газопроводов путем совершенствования системы обучения безопасным методам и приемам труда рабочих основных профессий (на примере машиниста технологических компрессоров ООО «Газпром трансгаз Чайковский») // Безопасность жизнедеятельности. 2014. № 1. С. 11–15.
7. Волохина А.Т. Обеспечение промышленной безопасности на предприятиях магистрального транспорта газа на основе компетентного подхода к персоналу // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2017. № 5. С. 67–91 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ogbus.ru/issues/5_2017/ogbus_5_2017_p67-91_VolokhinaAT_ru.pdf (дата обращения: 07.03.2018).

REFERENCES

1. Annual Report on the Activities of the Federal, Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service of Russia in 2016 [Electronic source]. Access mode: [http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/Годовой отчет за 2016 год 3.pdf](http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/Годовой%20отчет%20за%202016%20год%203.pdf) (access date: March 7, 2018). (In Russian)
2. Regulations on the Organization of Training and Testing of Knowledge of Workers of Organizations Supervised by the Federal, Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service of Russia, approved by the Order of Rostekhnadzor No. 37 of January 29, 2007 (Edited on June 30, 2015) "On the Procedure for the Training and Certification of Employees of Organizations, Supervised by the Federal, Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service of Russia" [Electronic source]. Access mode: <http://legalacts.ru/doc/prikaz-rostekhnadzora-ot-29012007-n-37-o/#100172> (access date: March 7, 2018). (In Russian)
3. Order of Rostekhnadzor No. 781 of December 26, 2012 "On Approval of Recommendations for the Development of Plans for Localization and Elimination of Accidents at Explosive, Fire and Chemically Hazardous Production Facilities" [Electronic source]. Access mode: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_147686/ (access date: March 7, 2018). (In Russian)
4. Kuvykin V.S., Glebova E.V., Ivanova M.V., Volokhina A.T. Increase in the Level of Industrial Safety of Oil Production Facilities by Improving the Training of Operators. *Neftyanoe khozyaystvo = Oil Industry*, 2009, No. 12, P. 132–134. (In Russian)
5. Morozov I.S., Krivetsky I.M., Volokhina A.T., Glebova E.V. Studying of Professionally Important Qualities of the Personnel Working by a Rotational Method in the Conditions of the Far North. *Gazovaya promyshlennost' = Gas Industry*, 2013, No. 11, P. 80–84. (In Russian)
6. Volokhina A.T., Yakovleva O.S. Improving Industrial Safety of Gas Pipelines by Improving the System of Training in Safe Methods and Techniques of Workers Basic Trades (for Example, Machinist of Process Compressors LLC "Gazprom transgaz Tchaykovsky"). *Bezopasnost zhiznedeyatelnosti = Life Safety*, 2014, No. 1, P. 11–15. (In Russian)
7. Volokhina A.T. Providing Industrial Safety at Gas Transportation on the Basis of the Competency Approach to HR. *Elektronnyy nauchnyy zhurnal "Neftyanoe delo" = The Electronic Scientific Journal Oil and Gas Business*, 2017, No. 5, P. 67–91 [Electronic source]. Access mode: http://ogbus.ru/issues/5_2017/ogbus_5_2017_p67-91_VolokhinaAT_ru.pdf (access date: March 7, 2018). (In Russian)