

ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ НА КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЯХ В АРКТИЧЕСКОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

УДК 628.517

И.Н. Алексеев, ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (Москва, РФ), I_Alexeev@vniigaz.gazprom.ru

А.Л. Терехов, д. т. н., проф., ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

В последние годы в Российской Федерации возникла необходимость восполнить объемы добычи нефти и газа за счет месторождений, расположенных в северной части страны. В связи с этим актуальным и своевременным является вопрос транспорта нефти и газа в экстремальных климатических и геотехнических условиях арктического климата. В частности, в регионе наблюдаются нарушение фотопериодичности в период полярного дня и полярной ночи, изменение геомагнитной напряженности, повышение уровня неионизирующего космического излучения, резкие колебания атмосферного давления, уменьшение парциального давления кислорода в воздухе, синдром полярного напряжения и т. д., что повышает вероятность возникновения аварий, травм и профессиональных заболеваний персонала. Ежегодный совокупный материальный ущерб от техногенных аварий, затраты на ликвидацию аварий и их последствий в РФ составляют десятки миллиардов рублей. Значительная доля этих расходов связана с авариями на опасных производственных объектах (ОПО). В этих условиях оценка и управление профессиональными рисками на основе системного анализа возможных причин профессиональных заболеваний и травматизма на производстве, прогнозирование их последствий и принятие адекватных технических и организационных решений являются необходимыми для обеспечения безопасности на рабочих местах. В статье рассматриваются основные определения теории профессионального риска, предложена концепция для расчета уровней приведенного профессионального риска, анализируются существующие методы качественной и количественной оценки рисков, результаты оценки профессиональных рисков на газотранспортных предприятиях в арктических и субарктических климатических условиях, даются рекомендации по управлению профессиональными рисками с учетом специфических условий труда.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РИСК, ОЦЕНКА РИСКА, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК, ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ТРУДА, ОПАСНЫЕ И ВРЕДНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РИСКИ, МЕТОДЫ КАЧЕСТВЕННОЙ И КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ РИСКОВ.

АНАЛИЗ ДОСТОВЕРНОСТИ КАЧЕСТВЕННЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ

Концепция производственной безопасности ПАО «Газпром» объединяет профессиональную, пожарную и техносферную безопасность и является вектором развития в повышении уровня безопасности труда для многих организаций, эксплуатирующих ОПО, в том числе и для корпоративных дочерних обществ [1]. Дочерние общества ПАО «Газпром» работают в различных климатических зонах, и условия труда у их сотрудников совершенно разные

(рис. 1). В связи с этим внедрение данной концепции с учетом специфики предприятий и создание безопасных условий труда с допустимым уровнем риска для работников всех предприятий является сложной задачей.

Из результатов исследований [2] следует, что в скором времени будет реализован потенциал добычи углеводородов в акватории Российской Арктики и в Арктическом климатическом поясе. В периодике регулярно появляются работы, посвященные повышению уровня производственной безопасности и оценке профессиональных рисков на предприятиях

ПАО «Газпром», например [3–5]. В то же время публикаций по оценке профессиональных рисков на компрессорных станциях (КС) в Арктической климатической зоне недостаточно, притом что условия труда на данной территории являются наиболее суровыми. Из числа первоочередных задач в области научного сопровождения проектов, связанных с освоением арктических месторождений, приоритетным является обеспечение промышленной и экологической безопасности проведения работ на всех стадиях.

На первом этапе исследования авторами статьи была поставле-

Alekseev I.N., Gazprom VNIIGAZ (Moscow, RF), I_Alekseev@vniigaz.gazprom.ru

Terekhov A.L., Doctor of Engineering Science, Professor, Gazprom VNIIGAZ

Occupational risk assessment at compressor plants in the Arctic climatic zone

There has recently arisen a need for replenishing the oil and gas recovery volumes with the help of the fields located in the northern part of the country. In view of this, the issue of oil and gas transport under extreme climatic and geotechnical conditions of the Arctic climate becomes topical and well-timed. In particular, one may witness in the region photoperiodicity interruptions in the period of a polar day and a polar night, changes in geomagnetic intensity, increases of the level of non-ionizing cosmic radiation, violent oscillations of the atmosphere pressure, decreases of the oxygen partial pressure in the air, polar stress syndrome, etc., which all increase the possibility of accidents, injuries and occupational diseases of the personnel. Annual cumulative financial damage caused by industrial disasters, expenses on the liquidation of accidents and their consequences in the Russian Federation, amount to dozens of billions of Rubles. A significant part of these expenses relates to accidents at hazardous production facilities (HPF). In this context the occupational risk assessment and management based upon a system analysis of possible causes of occupational diseases and the rate of injuries in the workplace, forecasting their consequences and adopting adequate technical and organizational decisions, are necessary for the safety provision in the workplaces. The article reviews the main terms of the occupational risk theory and proposes a concept for the calculation of the said occupational risk levels, analyzes the existing methods of qualitative and quantitative risk assessment, the results of occupational risk assessment at gas transport enterprises in Arctic and Sub-Arctic climatic conditions and give recommendations on occupational risk management with due regard for specific labor conditions.

KEY WORDS: OCCUPATIONAL RISK, RISK ASSESSMENT, OCCUPATIONAL SAFETY, TECHNOLOGY-RELATED RISK, EXTREME LABOR CONDITIONS, HAZARDOUS AND DANGEROUS WORKPLACE FACTORS, OCCUPATIONAL RISKS, METHODS OF QUALITATIVE AND QUANTITATIVE RISK ASSESSMENT.

на задача создания предпосылок для обеспечения производственной безопасности на объектах транспорта газа в Арктической климатической зоне, для чего необходимо было оценить риски на КС.

К Арктической зоне Российской Федерации относятся территории (рис. 1), особенностями которых согласно Приказу [6] являются:

- экстремальные природно-климатические условия;
- очаговый характер промышленно-хозяйственного освоения и низкая плотность населения;
- удаленность от основных промышленных центров, высокая ресурсоемкость и зависимость хозяйственной деятельности и жизнеобеспечения населения от поставок топлива, продовольствия и товаров первой необходимости из других регионов России;
- низкая устойчивость экологических систем, определяющих биологическое равновесие и климат Земли, и их зависимость даже от незначительных антропогенных воздействий.

В целях обеспечения безопасных условий труда в арктических условиях в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» при разработке проекта ГОСТ Р



Рис. 1. Карта климата Российской Федерации

«Нефтяная и газовая промышленность. Арктические операции. Производственная среда» было принято, что критерием для отнесения технологических операций, выполняемых на нефтегазопромысловых сооружениях, к категории арктических является факт выполнения хотя бы одного из условий:

- среднесменная температура атмосферного воздуха за три зимних месяца ниже -25°C и скорость ветра не менее $6,8\text{ м/с}$ согласно Руководству [7];

- среднесменная температура атмосферного воздуха за три зимних месяца ниже -41°C и скорость ветра не менее $1,3\text{ м/с}$ в соответствии с Руководством [7].

Границы Арктической зоны Российской Федерации могут уточняться в соответствии с нормативными правовыми актами Российской Федерации, а также нормами международных договоров и соглашений, участницей которых является Российская Федерация.

На сегодняшний день в условиях субарктического и аркти-

ческого климата действуют 8 КС, в структуру которых входит большое количество оборудования, в том числе:

- площадка ГПА различного типа (в цеховом/контейнерном исполнении или размещаемых в индивидуальных укрытиях; с газотурбинным (судовым/авиационным/стационарным)/поршневым/электрическим приводом);
- установка очистки газа;
- установка охлаждения газа;
- трансформаторная подстанция установки охлаждения газа;
- емкость сбора конденсата;
- установка подготовки топливного, импульсного и пускового газа;
- производственно-энергетический блок, включающий операторную-диспетчерскую, котельную, аккумуляторную, компрессорную, дизельную электростанцию, помещения персонала и др.;
- блок маслохозяйства;
- склад горюче-смазочных материалов;
- резервуар пенного пожаротушения.

Кроме того, КС обслуживает обширный служебно-производственный комплекс:

- водопроводные сооружения;
- резервуары противопожарного запаса воды;
- электроподстанции;
- служебно-эксплуатационный и ремонтный блоки (с ремонтно-механическими мастерскими);
- гараж;
- узел связи и др.

Для обслуживания данных производственных объектов требуется в среднем примерно 100 человек разных профессий (машинисты, диспетчеры, ремонтный персонал), каждый из которых подвергается различным рискам в зависимости от должностных обязанностей.

Учитывая большую заинтересованность государства в освоении Арктики, несложно предположить развитие этой структурной системы в направлении Севера, что сопряжено с определенными рисками.

В работе [4] приводится обзор современных подходов к оценке профессионального риска в газовой промышленности и толкование термина «риск» в различных источниках. Автор утверждает, что не существует единого подхода к пониманию сущности рисков и их классификации, несмотря на длительный период изучения рисков и значительное количество изданных научных трудов и нормативно-правовых документов. Основными дефинициями являются следующие:

- риск – сочетание (произведение) вероятности (или частоты) нанесения ущерба и тяжести этого ущерба (базируется на п. 3.2 ГОСТ Р 51898–2002 [9], с дополнениями);

- профессиональный риск:

- 1) вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при исполнении работником обязанностей по трудовому договору или в иных случаях, установленных Трудовым кодексом РФ и другими федеральными законами. Порядок оценки уровня профессионального риска устанавливается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений [10, 11];

- 2) вероятность повреждения (утраты) здоровья или смерти, связанная с исполнением обязанностей по трудовому договору (контракту) и в иных установленных законом случаях. Оценка профессионального риска проводится с учетом величины экспозиции, показателей функционального состояния, состояния здоровья и утраты трудоспособности работников [7];

- приемлемый риск – риск, который был снижен до уровня, который предприятие считает допустимым, учитывая законо-

дательство и собственную политику в области охраны труда и промышленной безопасности [12].

По мнению авторов, все приведенные определения неприемлемы, поскольку они не учитывают последствий события, долгосрочного влияния скрытых опасных факторов, проявления профессиональных заболеваний и не позволяют оценить количественное значение риска. Согласно [13] условия труда на предприятии характеризуются четырьмя видами опасных и вредных производственных факторов (рис. 2).

Из анализа приведенных определений риска следует, что риск применительно к сфере управления безопасностью и здоровьем работника объединяет риск профессионального заболевания и риск производственной травмы в случае инцидента или аварии. Поэтому следует считать, что профессиональный риск – это вероятность ущерба здоровью работника «в виде профессионального заболевания или производственной травмы (смертельного исхода) под воздействием вредных или опасных факторов производственной среды в процессе трудовой деятельности с учетом тяжести ущерба от скрытого и открытого долгосрочного риска, снижающих продолжительность жизни и влияющих на потомство». Соответствующую трактовку также подтверждает определение риска аварии в Руководстве по безопасности (РБ) [14]: «Риск аварии – мера опасности, характеризующая возможность возникновения аварии на ОПО и соответствующую ей тяжесть последствий. Количественными показателями риска аварии являются: технический риск, индивидуальный, потенциальный территориальный, коллективный, социальный риск, ожидаемый ущерб».

Для нас наиболее интересны индивидуальный и технический риск.

Индивидуальный риск – частота поражения отдельного человека в



Рис. 2. Классификация опасных и вредных производственных факторов

результате воздействия исследуемых факторов опасности аварии.

Технический риск – вероятность отказа технических устройств с последствиями определенного уровня (класса) за определенный период функционирования ОПО.

Определение риска, аналогичное указанному в РБ [14], приведено в проекте упомянутого национального стандарта, согласно которому риском является сочетание вероятности того, что опасное событие произойдет или воздействие будет иметь место, и тяжести травмы или ухудшения здоровья, которые могут быть вызваны этим событием или воздействием.

Таким образом, профессиональный риск можно считать сочетанием рисков, связанных:

- с аварией и получением ментального ущерба здоровью (проявленный риск – травмы и летальный исход);
- с долгосрочным воздействием вредных факторов, как переменных нагрузок, так и периодических, что имеет аккумулирующий эффект (скрытый риск);
- с проявлением заболеваний после завершения производственной деятельности (скрытый долгосрочный риск).

Первая группа профессионального риска зависит от надежности и долговечности машин, а также от эргономичности рабочего места, т. е. от организации взаимодействия человека и машины с учетом антропометрических и психологических особенностей человека. Вторая группа связана с вредными условиями труда, тяжестью и напряженностью трудового процесса. Третья – повреждение здоровья вследствие профессиональных заболеваний, которые проявляются, как правило, по завершении производственной деятельности и способны влиять, в том числе, на репродуктивную функцию и последующее поколение.

В ПАО «Газпром» отсутствует достоверная методика расчета профессионального риска с учетом указанных трех групп. Разработан и в обязательном порядке применяется корпоративный стандарт СТО Газпром 18000.1-002-2014 [15] для реализации требований стандарта OHSAS 18001:2007 [12] и Политики ОАО «Газпром» в области охраны труда и промышленной безопасности [16]. СТО Газпром 18000.1-002-2014 устанавливает порядок идентификации опасностей, оценки рисков и регламен-

тирует разработку мероприятий, направленных на управление рисками в области охраны труда и промышленной безопасности с использованием специальной матрицы определения уровня риска.

Стандарт учитывает как вероятность неблагоприятных событий трех групп профессионального риска, так и статистические данные о последствиях этих событий. Однако методика стандарта не позволяет определить количественное значение профессионального риска и выделить его в каждой группе.

В качестве первого приближения с учетом данных по травматизму ПАО «Газпром» и анализа условий труда в Арктической зоне из материалов работы [17] авторами сделана попытка по методике стандарта [15] идентифицировать профессиональные риски на КС в Арктической зоне и расположить их в порядке убывания вероятности с учетом тяжести последствий. При этом априори принято суждение, что жизнь каждого человека не имеет определенной стоимости и не может быть оценена в денежном эквиваленте (по действующим нормативным документам стоимость человеческой жизни составляет 1 млн руб.).

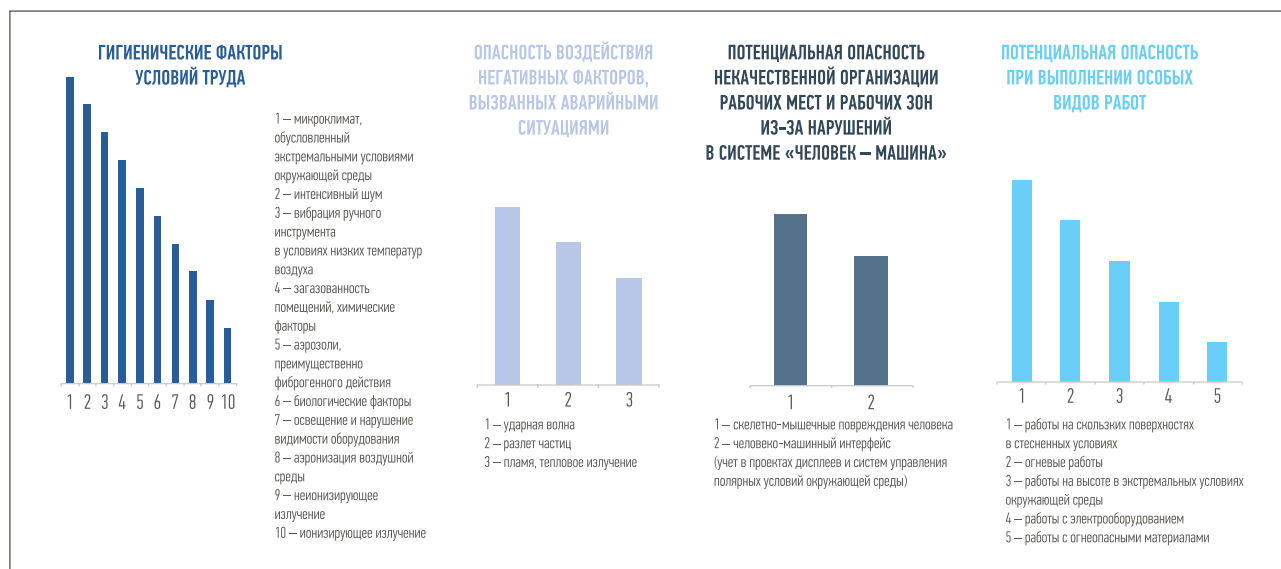


Рис. 3. Идентифицированные профессиональные риски на КС в Арктической климатической зоне по методике стандарта [15], расположенные в порядке убывания

На рис. 3 приведены опасности по каждому из видов перечисленных рисков в порядке их убывания.

Из анализа ежегодных отчетов ПАО «Газпром» [18–22] и официальных данных ООО «Газпром газобезопасность» по травматизму и смертности складывается картина, графически представленная на рис. 4 и приведенная в таблице.

Как видно из рис. 4, большой процент угроз здоровью человека составляют: падение человека с высоты во время работ (26 %); события, связанные с ДТП (23 %); воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов и деталей (14 %) и «Прочее» (14 %). Инциденты с нулевым или единичным процентным показателем в общей картине травматизма и смертности представлены незначительно, однако имеют место и требуют внимательного изучения. Поскольку данные по травматизму вносились ответственными специалистами различных обществ, итоговые документы по факту инцидента составлялись исходя из понимания и интерпретации специалистом порядка оформления соответствующей документации. Этим обусловлено то, что «Прочее» составляет 14 % от общей доли травмоопас-

ных случаев. Из полученных данных о пострадавших следует выделить наиболее важные причины поражения сотрудников – эта информация полезна при разработке мероприятий по снижению профессиональных рисков для различных проектов, в частности на этапе проектирования КС в Арктической климатической зоне.

С точки зрения техногенного риска для нас наибольший интерес представляют отказы оборудования, приводящие к инцидентам и авариям, влекущим опасность для сотрудников (по умолчанию все инциденты и аварии представляют опасность, но при определенном развитии события инциденты могут быть незначительными). Поэтому выделенные типы происшествий могут коррелировать с инцидентами или авариями на площадочных объектах и позволят рассматривать связку «человек – машина» для необходимых расчетов максимальной гипотетической аварии и ее влияния на работника. Все они попадают в первую категорию «Физические опасные и вредные производственные факторы» (рис. 2). Факторы «ДТП», «Прочее» требуют особого рассмотрения, поэтому в данной статье не будут

учитываться. Что касается профессиональных заболеваний, то они могут развиваться в результате воздействия всех четырех опасных вредных факторов, как комплексно, так и по отдельности. Стоит отметить то, что в условиях низких температур технологическое оборудование закрывается ограждающими конструкциями в большем объеме, чем в типовых условиях, что ведет к повышению уровня шума, излучаемого оборудованием, и к увеличению концентрации вредных веществ [17]. Исследования [5] показали, что шум для всех газотранспортных предприятий является одним из самых вредных факторов. В этой работе рассмотрены последствия, связанные с ухудшением здоровья, при длительном воздействии шума в условиях Крайнего Севера (рис. 3).

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ

Несмотря на целесообразность применения стандарта [15], используемой качественной оценки риска недостаточно. Необходима количественная оценка риска каждого фактора, позволяющая

оценить эффективность инвестиций в промышленную безопасность и охрану труда. Подобные инвестиции позволят рационально снизить профессиональный риск до приемлемых уровней, а также рассчитать адекватные и справедливые компенсации за вредность труда и уменьшить социальную напряженность в коллективе.

В результате анализа литературных источников был сделан вывод о том, что в основе количественного метода расчета риска профессиональных заболеваний следует рассматривать человеческий организм с точки зрения биологии, как совокупность порядка 10^{15} разнообразных клеток, объединенных в органы и ткани, выполняющие строго определенные функции [23]. Таким образом, если принять, что X – данная количественная характеристика каждого организма, некий эквивалент «количества здоровья», в которой развиваются различные нозологические формы заболеваний вследствие повреждений, возникающих в элементарной составляющей организма – клетке; Y – количество внешних факторов, воздействующих на организм (температура, влажность, радиация (от ионизирующей до видимого света), пища, кислород, прочие химические элементы и т. д.); b – энергетические уровни и концентрации веществ, участвующих в процессе метаболизма, отражающие состояние гомеостаза, мощность защитных сил системы Y ; x, y – координаты точки положительного квадрата плоскости в математической модели Ланкастера, описывающей состояние системы при взаимодействии двух сил ее составляющих (координаты точек x и y – численности участвующих в противоборстве факторов (организм и среда обитания)); a – мощность защитных сил системы X , то модель примет вид:

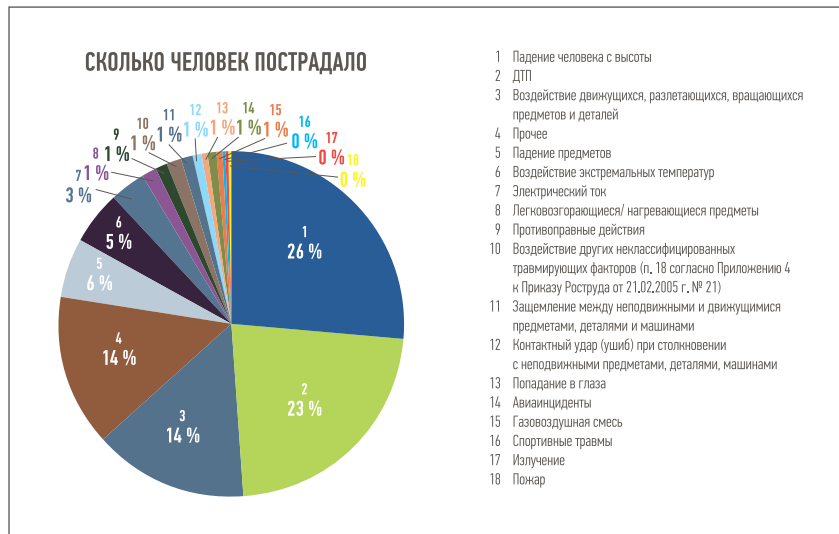


Рис. 4. Приведенная статистика травматизма в ПАО «Газпром» за 2005–2014 гг.

Статистика травматизма и смертности в ПАО «Газпром» за 2005–2014 гг.

Тип происшествия (причины несчастных случаев)	Сколько человек пострадало, % от общего числа	Сколько погибло, % от общего числа
Падение человека с высоты	26	11
ДТП	23	34
Воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов и деталей	14	9
Прочее	14	13
Падение предметов	6	4
Воздействие экстремальных температур (+ и -)	5	5
Электрический ток	3	14
Легковозгорающиеся/нагревающиеся предметы	1	-
Противоправные действия	1	2
П. 18 «Воздействие других неклассифицированных травмирующих факторов» (согласно Приложению 4 к Приказу Роструда от 21 февраля 2005 г. № 21)	1	-
Заземление между неподвижными и движущимися предметами, деталями и машинами	1	3
Контактный удар (ушиб) при столкновении с неподвижными предметами, деталями, машинами	1	-
Попадание предметов в глаза	1	-
Авиациденты	1	4
Газовоздушная смесь	1	-
Спортивные травмы	0,5	-
Излучение	0,3	-
Пожар	0,2	1

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -by \\ \frac{dy}{dt} = -ax \end{cases}; \frac{dx}{dy} = \frac{by}{ax}; ax \cdot dx = by \cdot dy; ax^2 - by^2 = const$$

в случае взаимной уравновешенности входящих параметров (состояния гомеостаза), т. е. применительно к данному случаю за единицу времени организм X расходует свои иммунные силы a на борьбу с превышающими норму вредными факторами Y . Данная модель является идеализированной, поэтому, так как человеческий организм имеет предел жизни, вводится корреляционный фактор c , учитывающий ограниченность продолжительности жизни:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -by - c \\ \frac{dy}{dt} = -ax \end{cases}$$

Если $b > a$, например, в 1,1 раза, имеем сокращение продолжительности жизни на 44 года, до 78 лет (по данным различных исследований, предел жизни принимается равным 120–140 годам в случае изменения состояния здоровья во времени $\frac{dx}{dt}$ на графике, стремящемся к бесконечности, и с учетом теории «клеточной смерти» Л. Хайфлика (США)) [23].

Таким образом, организму наносится скрытый ущерб в результате систематического воздействия вредных факторов, что заставляет пересмотреть подход к оценке профессионального риска, которую можно записать в виде:

$$R = R_{np} + R_{сдр} + R_{ср},$$

где R_{np} – проявленный риск (риск повреждения вследствие травм различной степени тяжести и летальный исход); $R_{сдр}$ – скрытый долгосрочный риск (риск повреждения здоровья вследствие профессиональных заболеваний); $R_{ср}$ – скрытый риск (риск повреждения здоровья, обусловленный

вредными условиями труда, тяжестью и напряженностью трудового процесса).

Относительный профессиональный риск, приведенный к одному часу работы, $R_{отн}$ определяется как:

$$R_{отн} = \frac{R_{np} + R_{сдр} + R_{ср}}{n},$$

где $n = \sum n_{np} + \sum n_{сдр} + \sum n_{ср}$ – сумма часов работы сотрудника в поле потенциального риска в смену.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ

Авторы статьи [24] приводят описание решения задачи автоматизации результатов административно-производственного контроля (АПК) состояния охраны труда и промышленной безопасности. Две информационные системы (ИС) – мониторинга соблюдения требований ОТиПБ ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» и Автоматизированного АПК в ООО «Газпром добыча Астрахань» – в сочетании имеют потенциал внедрения на КС в суровых северных условиях. В ИС мониторинга соблюдения требований ОТиПБ заложено четыре уровня замечаний со стороны специалистов, начиная с работников на отведенных им местах и заканчивая представителем службы охраны, назначенным приказом по филиалу ответственным за внесение данных в систему. С результатами мониторинга, отражающими состояние АПК, и рейтингом филиалов ознакомиться могут все работники данного Общества.

В то же время два из трех предложенных вариантов решения автоматизации АПК в ООО «Газпром добыча Астрахань» – «Программно-аппаратный комплекс с использованием мобильных устройств «офлайн» и «Программно-аппаратный комплекс с использованием мобильных устройств «онлайн» – подразумевают использование мобильных устройств с установленным программным обеспечением, «на-

поминающим» о периодичности, маршруте и объектах, которые должны быть проверены во время обхода, осмотра оборудования, что позволит отслеживать фактическое прохождение маршрутов с помощью спутниковой системы навигации GPS. Однако последнее на данный момент находится в разработке.

В работе [25] определение ожидаемой частоты аварий на проектируемых КС как важной составляющей количественного анализа техногенного риска приводится в описании метода с использованием логико-вероятностного моделирования. Данный метод удобен при отсутствии полной статистики отказов, а также в связи с различиями в применявшихся ранее технических и проектных решениях для новых КС, субъективностью экспертных оценок и невозможностью планировать мероприятия по предупреждению аварий. Также в этой работе приведены ориентировочные значения вероятностей событий, используемых в унифицированных деревьях отказов (УДО), и вероятности разгерметизации и аварии на опасных составляющих площадных объектов КС. Установлено, что наибольшая вероятность аварии/разгерметизации имеет место на подземных трубопроводах и пылеуловителях, затем – на компрессорных установках и аппаратах воздушного охлаждения газа по рангу убывания. Наибольшая вероятность событий, используемых в УДО, по убыванию: «отсутствие или недостаточность непрерывного контроля технического состояния», «отказ систем контроля технологических параметров и аварийного останова», «ошибки проектирования», «нарушение правил эксплуатации», «дефекты материала, изготовления и монтажа» и т. д.

Следует отдать должное уровню промышленной безопасности в ПАО «Газпром», так как по результатам анализа опубликованных данных ежегодных отчетов

[18–22] общая статистика аварий и инцидентов с ГПА стремится к нулю. Это означает, что своевременно проводятся все необходимые работы по обеспечению нормального функционирования ГТС. Поэтому, основываясь на приведенных данных частоты аварий [25] и причинах поражения работников (таблица), можно сделать вывод о том, что наиболее опасными и представляющими профессиональный риск на КС в Арктической зоне являются:

- в плане травм: падение предметов (6 %) и воздействие экстремальных температур (+ и –) (5 %);
- в плане профессиональных заболеваний (скрытых опасностей): низкая температура в сочетании с локальной вибрацией, интенсивным шумом и воздействием химических веществ;
- в плане смертности: поражение электрическим током (14 %) и воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов и деталей (9 %).

ВЫВОДЫ

На основании проведенного анализа литературных источников [1–25], а также статистической информации получены следующие выводы.

1. При проектировании КС в арктических климатических условиях в основу мероприятий по снижению профессиональных рисков рекомендуется закладывать предложенную концепцию профессионального риска, состоящую

из проявленного риска, скрытого риска и скрытого долгосрочного риска.

2. Для Арктического региона рекомендуется применять формулу расчета относительного профессионального риска, способствующую более точному расчету компенсации за вредные условия труда.

3. На сегодняшний день не существует количественных методов оценки профессиональных рисков, которые дали бы возможность на этапе проектирования предусмотреть мероприятия по снижению профессиональных рисков с учетом сурового северного климата. Так, в условиях Арктики логично предположить, что количество скользких поверхностей возрастет, соответственно, вырастет и травматизм (а возможно, и смертность), связанный(–ая) с падением работников. Поэтому необходимо предусмотреть мероприятия по снижению риска данного показателя. Также следует обратить внимание на предметы и детали, попадающие в категорию движущихся, разлетающихся, вращающихся.

4. Поскольку работники разных должностей подвержены различным рискам, то при реализации возможности отслеживания GPS-трафика обходов и осмотров оборудования информационная система мониторинга соблюдения требований ОТиПБ [24], внедряемая в ООО «Газпром добыча Астрахань», была бы полезна для

анализа времени подверженности работника риску в поле потенциального риска за 1 час работы.

5. Достоверная статистическая информация по травматизму и смертности на КС в Арктической климатической зоне отсутствует. Полученную же статистику по травматизму со всех объектов можно использовать как основу для разработки вероятностно-статистической методологии оценки профессиональных рисков. Из всех разработанных методик наиболее актуальной является логико-вероятностное моделирование возникновения опасностей на ОПО с учетом поражающих факторов.

6. Проведенные исследования показали, что для Арктической климатической зоны экспертная методика оценки профессиональных рисков может стать основой для проведения количественной оценки, так как в [15] используется специальная матрица определения уровня риска, которая может послужить базой для количественного метода оценки профессиональных рисков.

7. Для разработки мер по снижению профессиональных рисков на КС в Арктическом регионе промышленная безопасность и охрана труда в таком мировом гиганте, как ПАО «Газпром», пока находятся в некотором отрыве друг от друга, однако сейчас созданы все предпосылки для объединения двух этих направлений в развитие ЕСУОТиПБ. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Пономаренко Д.В., Лесных В.В. Концептуальные аспекты разработки стратегии обеспечения производственной безопасности ПАО «Газпром» // Газовая промышленность. 2016. № 7–8. С. 74–77.
2. Ступакова А.В. Стратегия поисково-разведочных работ в Российской Арктике // Сб. тезисов докладов R00GD-2016. М.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 2016. 10 с.
3. Терехов А.Л., Семенцев А.М. Снижение профессиональных рисков на компрессорных станциях // Газовая промышленность. 2017. № 2. С. 24–28.
4. Терехов А.Л. Повышение безопасности производственных процессов за счет управления профессиональными рисками на предприятиях добычи нефти и газа в Арктике // Газовая промышленность. 2017. № 1. С. 94–99.
5. Терехов А.Л. Охрана труда и экология человека. Повышение безопасности персонала при эксплуатации буровых установок // Газовая промышленность. 2016. № 12. С. 92–99.
6. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу (утв. Приказом от 18 сентября 2008 г. № Пр-1969) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902149373> (дата обращения: 02.02.2017).
7. Р 2.2.2006–05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. М.: Роспотребнадзор, 2005.
8. СТО Газпром 2–2.3–351–2009. Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «Газпром». М.: Газпром экспо, 2009.
9. ГОСТ Р 51898–2002. Аспекты безопасности. Правила включения в стандарты. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200030314> (дата обращения: 02.02.2017).
10. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=01079&fld=134&dst=1000000001.0&rnd=0.3018117856273276#0 (дата обращения: 02.02.2017).

11. Федеральный закон от 24 июля 1998 г. № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=210055&fld=134&dst=100000001,0&rnd=0.7302571300682223#0 (дата обращения: 02.02.2017).
12. Occupational Health and Safety Management Systems-Requirement (OHSAS) 18001:2007. Системы менеджмента охраны здоровья и обеспечение безопасности труда. Требования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293789/4293789191.htm> (дата обращения: 02.02.2017).
13. ГОСТ Р 12.0.010–2009. Система стандартов безопасности труда. Определение опасностей и оценка рисков [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://meganorm.ru/Data2/1/4293814/4293814090.pdf> (дата обращения: 02.02.2017).
14. Руководство по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах». М.: Госгортехнадзор России, 2016.
15. СТО Газпром 18000.1–002–2014. Единая система управления охраной труда и промышленной безопасностью в ОАО «Газпром». Идентификация опасностей и управление рисками. М.: Газпром экспо, 2014.
16. Политика в области охраны труда и промышленной безопасности, утвержденная Приказом ОАО «Газпром» от 29 июля 2009 г. № 235 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gazprom.ru/f/posts/19/638003/safety-policy.pdf> (дата обращения: 03.04.2017).
17. Терехов А.Л., Сохилл С. Создание здоровых и безопасных условий труда при работе на добычных нефтегазовых платформах Арктического шельфа // Газовая промышленность. 2011. № 11. С. 92–95.
18. Годовой отчет ОАО «Газпром», 2011 [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.gazprom.ru/f/posts/30/035480/annual-report-2011-rus.pdf (дата обращения: 03.04.2017)
19. Годовой отчет ОАО «Газпром», 2012 [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.gazprom.ru/f/posts/21/499896/annual-report-2012-rus.pdf (дата обращения: 03.04.2017).
20. Годовой отчет ОАО «Газпром», 2013 [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.gazprom.ru/f/posts/52/479048/gazprom-annual-report-2013-ru.pdf (дата обращения: 03.04.2017).
21. Годовой отчет ОАО «Газпром», 2014 [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.gazprom.ru/f/posts/16/616270/gazprom-annual-report-2014-ru.pdf (дата обращения: 03.04.2017).
22. Годовой отчет ОАО «Газпром», 2015 [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.gazprom.ru/f/posts/26/228235/gazprom-annual-report-2015-ru.pdf (дата обращения: 03.04.2017).
23. Хрупачев А.Г., Ветров В.В. Методика оценки и прогнозирования воздействия вредных техногенных факторов на продолжительность жизни человека // Вестник новых медицинских технологий. 1998. № 5. С. 16–18.
24. Веселков В.Г., Пярин Р.С., Зиновьев В.В., Синявин А.М. Информационная система мониторинга как инструмент повышения эффективности осуществления административно-производственного контроля состояния охраны труда и промышленной безопасности // Газовая промышленность. 2017. № 2. С. 30–36.
25. Гамера Ю.В., Овчаров С.В., Петрова Ю.Ю., Ягупова Л.В. Логико-вероятностный метод прогнозирования ожидаемой частоты аварий на проектируемых компрессорных станциях магистральных газопроводов // Вестник газовой науки. 2017. № 1 (29). С. 72–83.

REFERENCES

1. Ponomarenko D.V., Lesnykh V.V. Conceptual Aspects of the Occupational Safety Provision Strategy Development at Gazprom PJCS. *Gazovaya promyshlennost' = Gas Industry*, 2016, No. 7–8, P. 74–77. (In Russian)
2. Stupakova A.V. Prospecting and Exploration Operations Strategy in the Russian Arctic Region // Collection of Theses and Reports of R00GD–2016. Moscow, Gazprom VNIIGAZ LLC, 2016, 10 pp. (In Russian)
3. Terekhov A.L., Sementsev A.N. Decreasing Occupational Risks at Compressor Plants. *Gazovaya promyshlennost' = Gas Industry*, 2017, No. 2, P. 24–28. (In Russian)
4. Terekhov A.L. Increasing the Safety of Production Processes by Managing Occupational Risks at Oil and Gas Recovery Enterprises in the Arctic Region. *Gazovaya promyshlennost' = Gas Industry*, 2017, No. 1, P. 94–99. (In Russian)
5. Terekhov A.L. Occupational Safety and Human Ecology. Increasing the Safety of Personnel in the Course of Operation of Drill Rigs. *Gazovaya promyshlennost' = Gas Industry*, 2016, No. 12, P. 92–99. (In Russian)
6. The Fundamentals of the State Policy of the Russian Federation in the Arctic Region for the Period until 2020 and for Further Prospect (approved by Decree as of September 18, 2008 No. Пр-1969) [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/902149373> (Access date: February 2, 2017). (In Russian)
7. Regulation 2.2.2006–05. Labour Hygiene. Guidelines on the Hygienic Assessment of the Factors of the Working Environment and Labor Process. Criteria and Classification of Labor Conditions. Moscow, Rospotrebnadzor, 2005. (In Russian)
8. Gazprom Company Standard 2–2.3–351–2009. Methodical Guidelines on Analyzing the Risk for Dangerous Production Facilities of Gas Transmission Providers of Gazprom OJSC. Moscow, Gazprom Expo, 2009. (In Russian)
9. GOST R 51898–2002. Safety Aspects. Rules of Inclusion into Standards [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200030314> (Access date: February 2, 2017). (In Russian)
10. Labor Code of the Russian Federation [Electronic source]. Access mode: www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=201079&fld=134&dst=100000001,0&rnd=0.3018117856273276#0 (Access date: February 2, 2017). (In Russian)
11. Federal Law as of July 24, 1998 No. 125-FZ «On Obligatory Social Insurance against Industrial Accidents and Occupational Diseases» [Electronic source]. Access mode: www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=210055&fld=134&dst=100000001,0&rnd=0.7302571300682223#0 (Access date: February 2, 2017). (In Russian)
13. GOST R 12.0.010–2009. Labor Safety Standard System. Establishing Dangers and Assessing Risks [Electronic source]. Access mode: <http://meganorm.ru/Data2/1/4293814/4293814090.pdf> (Access date: February 2, 2017). (In Russian)
14. Safety Guidelines «Methodical Framework for the Analysis of Dangers and Assessment of Accident Risks at Dangerous Production Facilities». Moscow, Gosgortekhnadzor of Russia, 2016. (In Russian)
15. Gazprom Company Standard 18000.1–002–2014. Uniform System of Occupational Safety and Industrial Safety Management at Gazprom OJSC. Danger Identification and Risk Management. Moscow, Gazprom Expo, 2014. (In Russian)
16. Occupational Safety and Industrial Safety Policy approved by Decree of Gazprom OJSC, as of July 29, 2009 No. 235 [Electronic source]. Access mode: <http://www.gazprom.ru/f/posts/19/638003/safety-policy.pdf> (Access date: April 3, 2017). (In Russian)
17. Terekhov A.L., Sokhill S. Creation of Health and Safe Occupational Conditions when Working with Oil Recovery Platforms of the Arctic Shelf. *Gazovaya promyshlennost' = Gas Industry*, 2011, No. 11, P. 92–95. (In Russian)
18. Annual Reports of Gazprom OJSC, 2011 [Electronic source]. Access mode: www.gazprom.ru/f/posts/30/035480/annual-report-2011-rus.pdf (Access date: April 3, 2017). (In Russian)
19. Annual Reports of Gazprom OJSC, 2012 [Electronic source]. Access mode: www.gazprom.ru/f/posts/21/499896/annual-report-2012-rus.pdf (Access date: 03.04.2017). (In Russian)
20. Annual Reports of Gazprom OJSC, 2013 [Electronic source]. Access mode: www.gazprom.ru/f/posts/52/479048/gazprom-annual-report-2013-ru.pdf (Access date: 03.04.2017). (In Russian)
21. Annual Reports of Gazprom OJSC, 2014 [Electronic source]. Access mode: www.gazprom.ru/f/posts/16/616270/gazprom-annual-report-2014-ru.pdf (Access date: 03.04.2017). (In Russian)
22. Annual Reports of Gazprom PJCS, 2015 [Electronic source]. Access mode: www.gazprom.ru/f/posts/26/228235/gazprom-annual-report-2015-ru.pdf (Access date: 03.04.2017). (In Russian)
23. Khrupachev A.G., Vetrov V.V. Method of Assessing and Forecasting the Impact of Dangerous Technology-Related Factors upon the Human Longevity. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy = Bulletin of New Medical Technologies*, 1998, No. 3, P. 16–18. (In Russian)
24. Veselkov V.G., Pyarin R.S., Zinoviyev V.V., Sinyavin A.M. Information Monitoring System as a Tool of Increasing the Efficiency of Administrative and Production Control over Occupational Safety and Industrial Safety. *Gazovaya promyshlennost' = Gas Industry*, 2017, No. 2, P. 30–36. (In Russian)
25. Gamera Yu.B., Ovcharov S.V., Petrova Yu.Yu., Yagupova L.V. Logical-and-Probabilistic Method of Forecasting the Expected Frequency of Accidents at Designed Compressor Stations of Main Gas Pipelines. *Vestnik gazovoi nauki = Bulletin of Gas Science*, 2017, No. 1 (29), P. 72–83. (In Russian)