

УДК 622.323;331.46;331.86.25

Фомин Анатолий Иосифович, профессор, д.т.н.  
(Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.  
Горбачева, г. Кемерово)  
Грунской Тарас Валерьевич, старший преподаватель (Ухтинский  
государственный технический университет», г. Ухта)

## ОЦЕНКА РИСКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ РАБОТНИКОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ШАХТ

Топливно-энергетический комплекс (ТЭК) России, в который входит как угольная, так и нефтедобывающая отрасли представляет многоотраслевое промышленное производство, обеспечивающее стабильный рост экономики и энергетической безопасности страны.

В связи с истощением запасов легкой нефти возникла необходимость разработки месторождений тяжелой нефти, мировые запасы которой почти в два раза больше легкой. В России таким единственным и уникальным разрабатываемым месторождением высоковязкой нефти является пластовое, сводовое Ярегское месторождение Республики Коми, расположенное на глубине 140 – 200 метров от дневной поверхности [1].

На Ярегском месторождении высоковязкой нефти впервые с 2013 года стали применять технологию парогравитационного дренажа (ТПГД – разработана в Канаде, модернизирована российскими специалистами), основанную на тепловом воздействии через скважины на рабочий пласт насыщенным паром, который разогревается, увеличивается текучесть нефти до обычной подвижности, а затем насосами выкачивается для переработки на поверхность. Ввод в эксплуатацию в январе 2018 года парогенераторных установок производственной мощностью 400 тонн пара в час позволяет увеличить добычу нефти на 73 %. Ярегское месторождение, открытое в 1932 году в настоящее время разрабатывается 3 нефтешахтами [2].

Внедрение шахтного метода позволил значительно повысить степень нефтеотдачи и степень извлечения нефти из недр. Опыт добычи нефти подземным способом является большим вкладом в горную науку и практику разработки нефтяных залежей других месторождений тяжелых и вязких нефтей путем строительства горных выработок непосредственно в нефтяном пласте.

Работники нефтяных шахт, также как и на угольных шахтах, занятые, прежде всего, на подземных работах, при выполнении технологических операций подвергаются воздействию вредных и опасных производственных факторов, которые приводят к развитию производственно-обусловленных и профессиональных заболеваний. Поэтому своевременное диагностирование и снижение (предотвращение) риска формирования профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний – одно из приоритетных элементов орга-

низации (совершенствования) системы управления охраной труда на нефтедобывающей шахте. Снижение уровня воздействия вредных и опасных производственных факторов на подземных работников при термошахтном способе добычи нефти на Ярегском месторождении представляет собой достаточно сложную организационно-техническую задачу.

Исследования и проведенный анализ позволил выявить ключевые закономерности в природе формирования профессиональных заболеваний при разработке месторождения высоковязкой нефти термошахтным способом [3 – 9].

Работники, занятые добычей полезных ископаемых, подвергают свое здоровье профессиональному риску, большинство рабочих мест нередко соответствуют 3-ему классу условий труда (вредные) – степени 3.1 – 3.4, которые вызывают стабильно высокий уровень профессиональной заболеваемости. Одним из направлений профилактики заболеваемости работников, занятых во вредных условиях труда, является раннее выявление профессиональной патологии.

В профессиональной заболеваемости работников нефтяных шахт наибольший удельный вес составляют: виброболезни – 54% (92 случ.), хроническая пояснично-крестцовая радикулопатия – 40% (68 случ.), хроническая нейросенсорная туготуухость – 5% (9 случ.) и рефлекторный миатонический синдром – 1% (1 случ.).

Выполненный анализ показал, что уровень профессиональной заболеваемости остается стабильно высоким. За период 2000 – 2016 гг. в нефтешахтной отрасли зарегистрировано 122 работника со 170 случаями профессиональных заболеваний (рис. 1 и 2). [2 – 5]. Основная доля профессиональных заболеваний работников нефтяных шахт приходится на проходчиков – 60 случаев (49%), крепильщиков – 39 случаев (32%), дорожно-путевых рабочих (ДПР) – 8 случаев (7%), операторов добычи нефти и газа (ДНГ) – 6 случаев (5%), машинистов буровой установки (БУ) – 4 случая (4%), горных мастеров – 4 случая (3%), горнорабочих подземных (ГРП) – 1 случай (1%). К группе риска получения профпатологии относятся работники, которые задействованы на участке проходки и расширения горных выработок. Персонал работает с использованием виброгенерирующего инструмента – 75,6%, а это и тяжелый физический труд – 61,2%, и шум – 84,7%.

Проведенными исследованиями выявлено, что кроме основного заболевания – вибрационная болезнь имеются сопутствующие заболевания – радикулопатия и туготуухость, в результате чего у работников диагностируется по 2 – 3 профзаболевания, отмечается рост количества лиц с двумя диагнозами впервые установленных профессиональных заболеваний (41 человек), что объясняется многообразием комплексного воздействия вредных производственных факторов на организм работников в подземных условиях добычи высоковязкой нефти.

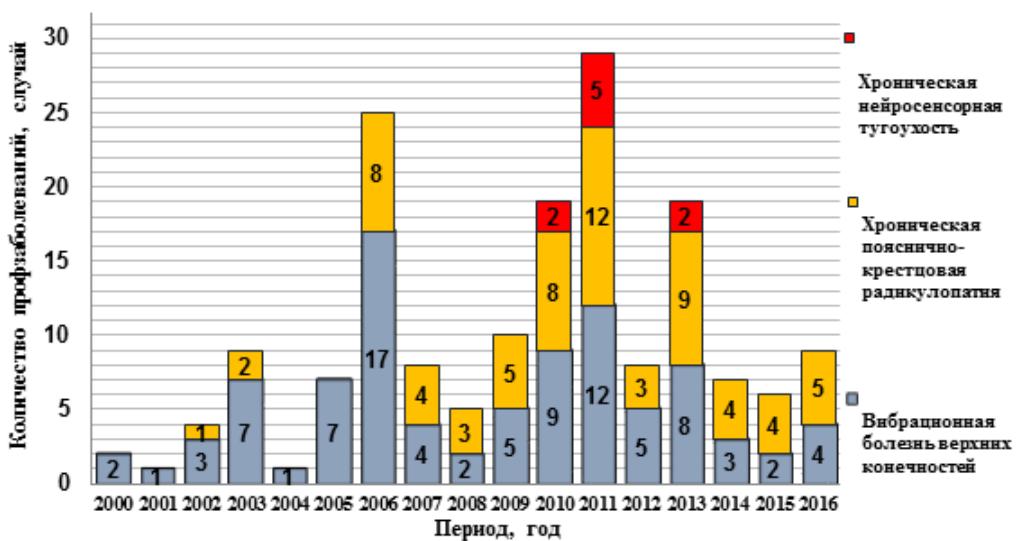


Рисунок 1 – Динамика количества профессиональных заболеваний за 2000 – 2016 годы при термошахтной добыче нефти

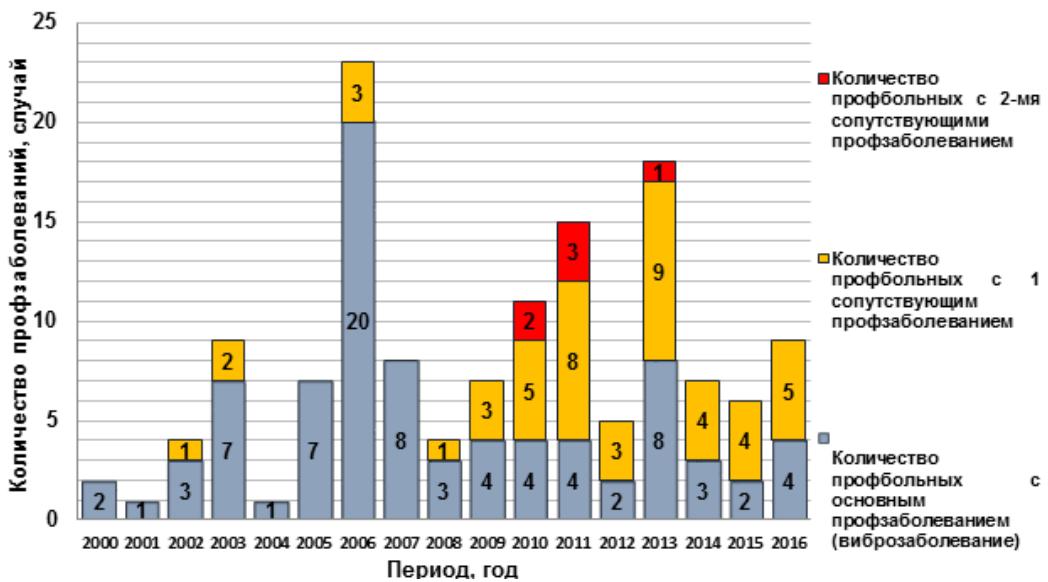


Рисунок 2 – Динамика количества случаев профзаболеваний с сопутствующим заболеванием за 2000 – 2016 годы при термошахтной добыче нефти

Диагноз профессионального заболевания наиболее часто устанавливается у лиц со стажем во вредных условиях труда более 10 лет. Однако, у крепильщиков и проходчиков в условиях воздействия вредных производственных факторов патология может быть выявлена уже при стаже работы 5 лет (3 человека). Из 170 диагнозов за период 2002-2016 гг. нет ни одного случая установления в возрастной группе от 20 до 29 лет. Отсюда следует, что наибольшее количество случаев профессиональных заболеваний выявлено в возрасте от 40 до 49 лет. Необходимо отметить почти равное количество случаев в возрастной группе от 30 до 39 лет и у работников старше 50 лет, что говорит о «молодеющих» профессиональных заболеваниях.

Проведенные исследования и оценка риска показала, что персонал Ярегских нефтешахт находится в области экспертно-статистического метода оценки профессионального риска. Анализ результатов оценки профессионального риска подтвердил, что степень производственной обусловленности нарушений в системах организма персонала зависит от стажа, условий труда и профессии. Различие с контролем достоверно  $p<0,05$ , признак считают статистическим; количество случаев профзаболеваний, требуемое для обеспечения статистической погрешности 10%, выполняется (табл. 1). Стандартное отклонение в расчетах – 6,8.

Таблица 1 – Результаты оценки риска возникновения профессиональных заболеваний на основе статистического анализа случаев профзаболеваний у подземного персонала при термошахтной добыче нефти.

№ п/ п	Профессия	Риск получения профзаболевания работников	Средний стаж по- лучения профзабо- левания	Уд.коэф. получе- ния профзаболева- ния	КУТ согласно СОУТ
1	2	3	4	5	6
1	Проходчик	0,0041299	7,5	2,7 %	3.3
2	МГВМ	0,0027344	13,41	1,7 %	3.3
3	Крепильщик	0,0031731	8,82	2,5 %	3.3
4	ГРП	0,0005212	31,7	0,5 %	3.1
5	Машинист БУ	0,0025873	15,4	1,3 %	3.3
6	Оператор по ДНГ	0,0021381	19,8	1,1	3.3
7	ДПР	0,0019132	23,7	0,7	3.1
8	Горный мастер	0,0010918	28,1	0,5	3.1
9	Взрывник	0,0019038	23,4	0,7	3.1

Данная оценка риска не учитывает изменений в состоянии здоровья персонала, а только вероятность получения профзаболевания, т.е. фиксирует сам факт получения профзаболевания и стаж работы во вредных условиях труда [4 – 9].

Аналитический обзор условий труда при добыче нефти термошахтным способом показал, что большинство рабочих мест на Ярегских нефтешахтах относится, в основном, к классу с вредными условиями труда 82% (рис. 3), т.е. могут вызвать профессиональные заболевания.

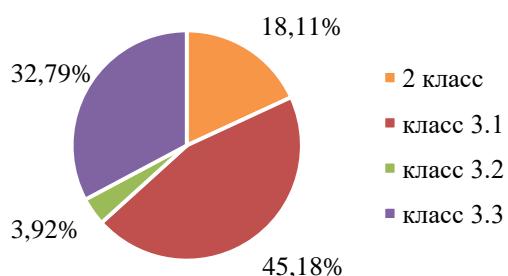


Рисунок 3 – Распределение классов и подклассов условий труда на рабочих местах Ярегских нефтешахт

Основными вредными факторами на рабочих местах подземного персонала являются: вибрационные – 48,45% (вибрация локальная – 7,04% и вибрация общая – 0,53%), повышенный уровень шума – 40,88%, тяжесть труда – 21,46%, химический фактор – 11,51%, микроклимат (влажность и температура) – 9,35%, запыленность – 9,23%.

Расчеты обобщенного уровня безопасности, обобщенного уровня риска и годового профессионального риска сгруппированы и приведены в табл. 2 с разбивкой по рабочим местам подземного персонала.

**Таблица 2 – Сводная таблица безопасности и риска получения профессионального заболевания подземным персоналом Ярегскихнефтешахт.**

№ п/ п	Наименование рабочего места	Обобщенный показатель безопасности	Обобщенный уровень риска	Максимально до- пустимыйур. обобщенного риска	Отклонение фактического уровня профессионального риска от максимально допу- стимого, %
1	2	3	4	5	6
1	Проходчик	0,0316	0,9684	0,82	18,04
2	МГВМ	0,0423	0,9577	0,82	16,83
3	Крепильщик	0,0318	0,9684	0,82	18,05
4	ГРП	0,2640	0,7360	0,67	9,85
5	Машинист БУ	0,0391	0,9609	0,82	15,93
6	Оператор ДНГ	0,0510	0,9490	0,82	15,73
7	ДПТ	0,2640	0,7360	0,67	9,85
8	Слесарь	0,1820	0,8180	0,73	4,87
9	Машинист ЭШ	0,2190	0,8310	0,73	4,41
10	Горный мастер	0,1760	0,8240	0,73	4,99
11	Взрывник	0,2740	0,8810	0,73	5,11
12	Стволовой	0,2190	0,8310	0,73	4,41

Оценка получения профессионального заболевания показала высокий риск получения профессионального заболевания для всех профессий подземного персонала Ярегских нефтешахт, среднее значение риска для поземного персонала  $0,8476 \pm 0,09$ .

Выполнив анализ степени воздействия на организм человека производственных условий, по результатам количественной оценки условий труда и сформированного Перечня для более детального изучения факторов трудового процесса при термошахтной добыче нефти проведена интегральная балльная оценка удельной тяжести воздействия негативных факторов производственных процессов и построены диаграммы распределения суммарной удельной тяжести рабочей среды по профессиям подземных работников (рис. 4).

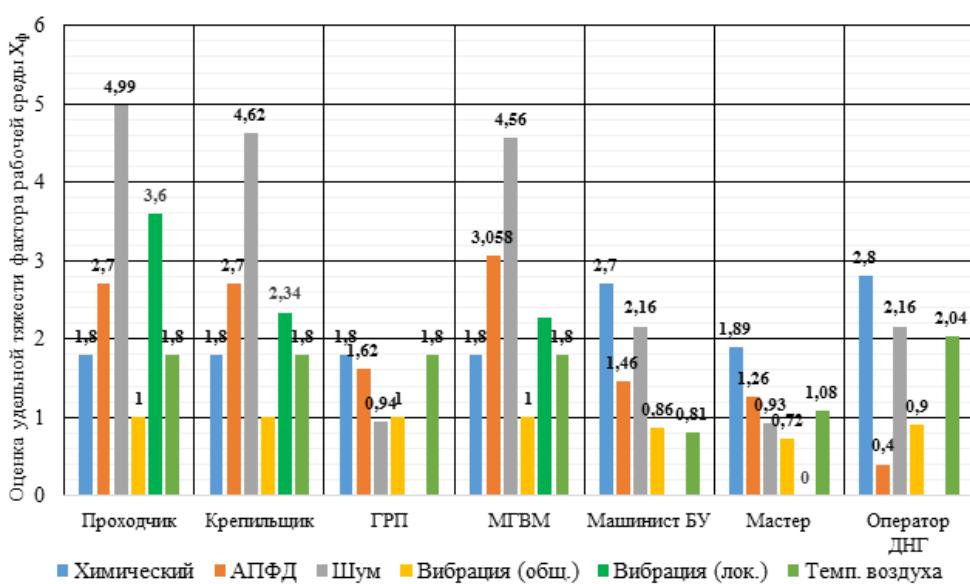


Рисунок 4 – Оценка удельного вклада вредных факторов рабочей среды по профессиям подземных работников в развитие профессиональных заболеваний

Распределение оценки удельного вклада вредных факторов производственной среды по профессиям подземных работников показал, что значительный вклад в формирование профессиональных заболеваний вносят шум и локальная вибрация. Применяемые методы определения профессионального риска при термошахтном способе добычи нефти основываются на ретроспективных данных воздействия вредных производственных факторов на организм работающих и сводятся к определению вероятности получения профессионального заболевания без учета фактических изменений в состоянии здоровья. По результатам оценки риска возникновения профзаболевания по профессиям подземного персонала получены зависимости вероятности получения заболевания от стажа работы в условиях термошахтной добычи нефти и представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты оценки вероятности возникновения определенного вида профессионального заболевания от стажа работы.

№ п/ п	Профессия	Общий класс условий труда	Вероятность развития профзаболеваний от стажа					
			Вибрационная патология		Пневмокониоз, %		Тугоухость, %	
			При стаже, лет					
			10	20	10	20	10	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Проходчик	3.3	0,300	0,731	0,001	0,090	0,100	0,300
2	МГВМ	3.3	0,130	0,306	0,08	0,400	0,028	0,096
3	Крепильщик	3.3	0,300	0,623	0,001	0,070	0,071	0,100
4	Машинист БУ	3.3	0,300	0,591	0,001	0,078	0,024	0,092
5	Оператор ДНГ	3.3	0,080	0,130	-	-	0,019	0,078
6	Вспомогательный персонал	3.1	-	-	-	-	-	0,001

Оценка результатов демонстрирует очень высокую степень производственной обусловленности воздействия на систему опорно-двигательного аппарата с этиологической долей вибрационных заболеваний 71,2 – 82,1% для основной группы подземного персонала, а также на систему органов слуха исследуемой группы, что тоже указывает на сильную взаимосвязь с условиями труда и «высокую» степень производственной обусловленности с этиологической долей 55,9 – 64,2%. Изменения в сердечно-сосудистой системе имеют «среднюю» степень производственной обусловленности с этиологической долей 34,2 – 47,5%. Отклонения в системе органов дыхания имеют этиологическую долю 32,7 – 45,4% и отнесены к «средней» степени производственной обусловленности.

Результаты оценки состояния здоровья по данным профосмотров групп работников позволяют прогнозировать риски получения и развития заболеваний в зависимости не только от стажа работы, но и от профессий подземного персонала (рис. 5).

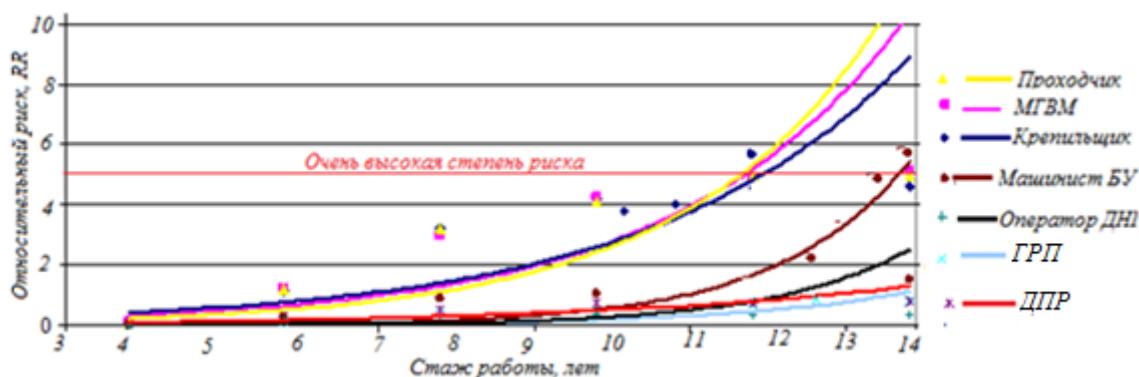


Рисунок 5 – Распределение показателей риска профзаболеваний в зависимости от стажа работы подземных работников Ярегских нефтешахт

Расчетами определен стажевой критерий допустимого риска в 3 года для проходчика и крепильщика, для всех остальных работников подземного персонала – 4 года, после этого стажа начинают формироваться производственно обусловленные отклонения в состоянии здоровья и развиваться профзаболевания. Различие с контролем достоверно  $p < 0,05$ .

Исследованиями с учетом оценки донозологических диагностики установлен стаж до 3 – 4-х лет в условиях термошахтной добычи нефти, который будет находиться в пределах приемлемого риска  $1 \cdot 10^{-3}$  для профессиональных групп работников, согласно «Руководству по оценке риска для здоровья населения».

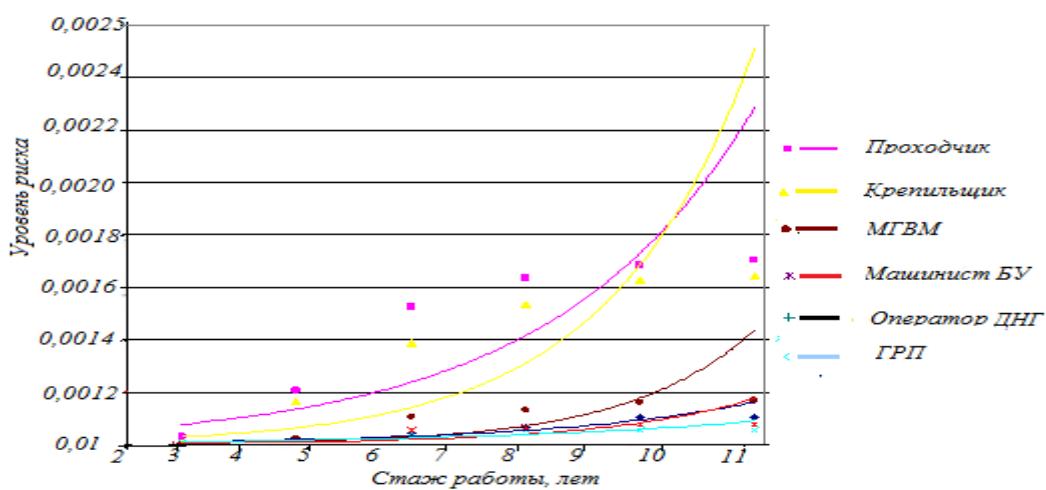


Рисунок 6 - Уровень риска развития заболеваний в зависимости от стажа, с учетом стажевого критерия как механизма управления для приемлемого риска формирования профессиональной заболеваемости основного подземного персонала нефтяных шахт

Выполненная сравнительная оценка развития профзаболеваний персонала указывает на существенную роль фактора шума в развитии изменений не только слуховой, но и вибрационной чувствительности при сочетанном воздействии двух факторов, вклад которого в величину смещения порогов вибрационной чувствительности составил 21,5% (табл. 4).

Таблица 4 – Оценка уровня риска возникновения профессиональных заболеваний проходчика и МГВМ, при БВС и МС проходки горных выработок, в зависимости от стажа и вида профзаболеваний на Яргскихнефтешахтах.

Виды профессиональных заболеваний	Стаж работы						
	≤3-х лет	4 - 7 лет	8 - 11 лет	12 - 15 лет	16 - 20 лет	21 - 25 лет	более 25 лет
<b>Буровзрывной способ проходки горных выработок (БВС)</b>							
Вибрационная болезнь	0,00003	0,00163	0,00209	0,00298	0,00347	0,00476	0,00581
Нейросенсорная тугоухость	0,00001	0,0084	0,00127	0,00178	0,00249	0,00282	0,00325
Сердечно-сосудистые заболевания	0,00000	0,00038	0,00079	0,00102	0,00158	0,00256	0,00295
Радикулопатия	0,00002	0,00076	0,00118	0,00134	0,00189	0,00272	0,00349
Пневмокониозы	0,00000	0,00060	0,00093	0,00129	0,00176	0,00239	0,00287
<b>Механизированный способ проходки горных выработок (МС)</b>							
Вибрационная болезнь	0,00000	0,00036	0,00097	0,00178	0,00234	0,00278	0,00301
Нейросенсорная тугоухость	0,00000	0,0014	0,00053	0,0096	0,00138	0,00182	0,00214
Сердечно-сосудистые заболевания	0,00000	0,00026	0,00058	0,00092	0,00134	0,00171	0,00205
Радикулопатия	0,00001	0,00047	0,00092	0,00107	0,00168	0,00223	0,00279
Пневмокониозы	0,00002	0,00096	0,00117	0,00191	0,00247	0,00328	0,00411

В основу совершенствования информационного обеспечения в систему управления охраной труда (СУОТ) нефедобывающих шахт положен разрабо-

танный алгоритм оценки профриска, полученные результаты позволяют проводить мониторинг показателей риска возникновения профессиональных заболеваний и ранжирование удельных показателей риска, что позволяет научно обосновать профессиональные группы риска профзаболеваемости работников и снизить воздействие вредных факторов по их приоритетности в системе.

Алгоритм комбинированной оценки риска получения и развития профессиональных заболеваний с ранжированием критериев для системы управления охраной труда при термошахтном способе добычи нефти представлен на рис. 7.

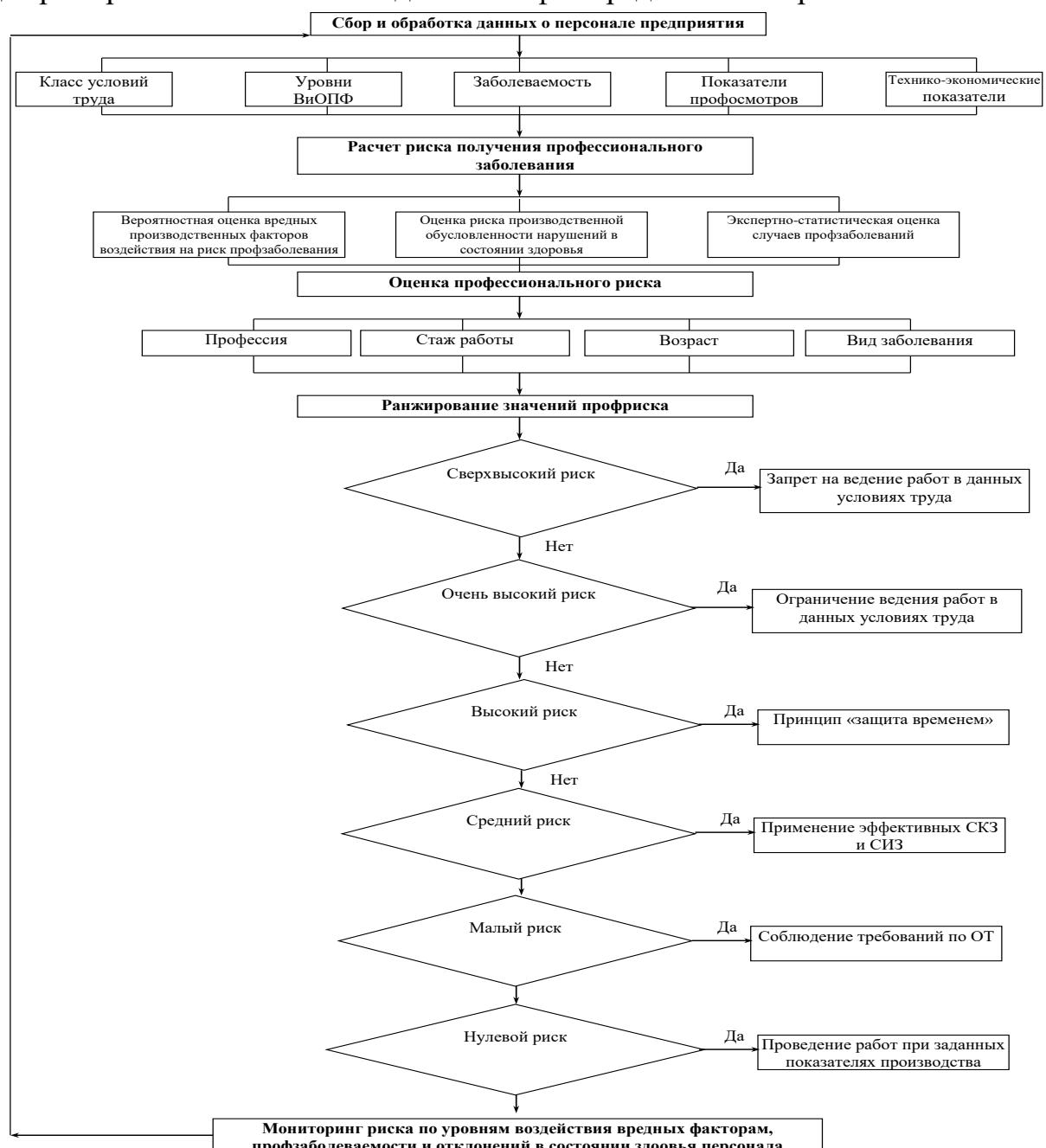


Рисунок 7 – Алгоритм комбинированной оценки риска получения и развития профессиональных заболеваний с ранжированием критериев для системы управления охраной труда при термошахтном способе добычи нефти.

#### Список литературы:

1. Спиридовон, Ю.А. Нефть и газ Коми края: Сборник документов и материалов" / Ю.А. Спиридовон, В.Д. Захаров, А.Н. Козулин // Сыктывкар, Коми книжное издательство. – 1989 г. – С. 285.
2. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации» по Республике Коми в 2016 году / г. Сыктывкар. – 2017. – 133 с.
3. Цхадая, Н.Д. Критерии оценки оптимальных условий труда в горных выработках нефтяных шахт / Нефтегазовое дело: электрон.науч. журн. – 2012. – № 5. – С. 318-326.
4. Грунской, Т.В. «Аналитический обзор условий труда подземного персонала нефтяных шахт Ярегского месторождения» / Т.В. Грунской, В.П. Перхуткин, А.Г. Бердник // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовоенгорно-едело. – 2017. Т. – 16. – № 4. С. – 378-390.
5. Грунской, Т.В. «Гигиеническая оценка риска развития профзаболеваний у подземного персонала при термошахтном способе добычи нефти» / Т.В. Грунской, А.Г. Бердник, М.М. Бердник // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовоенгорноедело. – 2018. – Т. 18. № – 1. – С. 85-100.
6. Фомин А.И. Методологические принципы управления рисками профессиональных заболеваний на угольных шахтах Кемеровской области: дис. ...д-р техн. наук. – Кемерово, 2008. – С. 241.
7. Фомин А.И. Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности: учебное пособие / А.И. Фомин; КузГТУ. – Кемерово, 2017. – 254 с.
8. Фомин А.И. Управление охраной труда на горных предприятиях: учебное пособие / А.И. Фомин // КузГТУ. – Кемерово, 2018. – 262 с.
9. Фомин, А.И. Причинно-следственные связи профессиональных рисков на предприятиях угольной отрасли Кузбасса / А.И. Фомин, А.Ф. Павлов, В.Б. Попов, М.Н. Малышева // Безопасность труда в промышленности. – Москва. – 2017. – № 1. – С. 74- 82.