

УДК 622.276.55:331.101.37

**УСТАНОВЛЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ УСЛОВИЙ ТРУДА
С ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ ПРИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ
ПРОХОДЧЕСКИХ РАБОТ В НЕФТЯНЫХ ШАХТАХ ЯРЕГСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**INTERCONNECTION OF WORKING CONDITIONS
WITH PRODUCTION PROCESSES WHEN IMPROVING
TUNNEL WORKS IN YAREGSKOYE FIELD OIL MINES**

Грунско́й Т.В., Перхуткин В.П.
ФГБОУ ВПО « Ухтинский государственный технический университет»
г. Ухта, Россия

T.V. Grunskoy, V.P. Perkhutkin
FSBEI NPE USTU Uchta State technical university, Russia
e-mail: uxtacity@yandex.ru

Аннотация. На современном этапе экономического развития нефтегазовой отрасли актуальны проблемы интенсификации горнопроходческих работ в нефтяных шахтах без ущерба безопасности труда. В свою очередь от выбора способа проходки зависит качественная и количественная структура вредных и опасных производственных факторов (ВиОПФ), которые воздействуют на рабочий персонал в результате применения проходческого оборудования.

В основу исследований влияния интенсификации проходческих работ на уровень безопасности положены идентификация и квантификация ВиОПФ, фотография рабочего времени проходчика, цикличность работ различных способов проходки на примере нефтешахты Ярегского месторождения, где буровзрывной способ, заменяется механизированным - проходческим комбайном. Исследование посвящено сравнительной оценке суммарных уровней негативных факторов, воздействующих на рабочий персонал до и после технического перевооружения средств труда.

Поставленная в работе цель предопределила разработку методики, реализующей механизм этого сравнения, основанного на реализации принципа оценки негативных факторов «доза-эффект». Такой подход учитывает не только абсолютные значения уровней ВиОПФ, но и время их воздействия на работника. Достоинством предлагаемой математической модели является оценка суммарных уровней всех негативных факторов, воздействующих на персонал, характеризующих сочетанный уровень вредности и опасности трудового процесса. Это позволяет не только систематизировать данные по уровням негативных факторов и

времени их воздействия, но и изучить состояние производственной среды при различных способах проходки с учётом модернизации средств труда.

Конечным результатом исследований явилось установление взаимосвязей условий труда с производственными процессами в условиях интенсификации проходческих работ для обоснования производственных, экономических и социальных решений в управлении охраной труда в организации.

Abstract. At the present stage of economic development of oil and gas industry, work safety problems of mining operations intensification in oil mines gained relevance. The choice of the penetration method determines the qualitative and quantitative structure of harmful and hazardous industrial factors (HHIF) that affect workers as a result of using tunneling equipment.

The basis of studies of the tunnel works intensification effect on the level of safety comprises HHIF identification and quantification, photographic recording of drifter work time, cycling of different ways of penetration by the example of the oil mine of Yaregskoye field where drilling and blasting method is replaced by mechanized one - roadheader. The study is focused on the comparative assessment of total levels of negative factors affecting operating personnel before and after the modernization of labor instruments.

The goal predetermined the development of the comparison method based on the evaluation of negative factors “dose-effect”. This approach not only takes into account the absolute values of HHIF levels, but also the time of their impact on an employee. The advantage of the proposed mathematical model is the estimation of the total levels of all negative factors affecting the staff, characterizing the combined level of harm and danger during the working process. This not only allows us to organize the facts on levels of negative factors and their affect time, but also to examine the state of the working environment at various ways of penetration with modernization of labor instruments.

The end result of the research was to interconnect operational conditions with production processes of tunnel works intensification in order to support the production, economic and social solutions in the workplace safety management in an organization.

Ключевые слова: нефтяная шахта, проходческие работы, цикл работ, уровень негативного фактора, оценка условий труда, техническое перевооружение средств труда.

Keywords: oil mine, tunnel work, a series of works, the level of negative factors, assessment of working conditions, technical retooling of labor instruments.

Ярегское нефтяное месторождение уникально в шахтном методе добычи тяжёлой нефти. На протяжении десятилетий в нефтешахтах применялся буровзрывной способ ведения проходческих работ. В настоящее время задача интенсификации проходческих работ предопределила внедрение альтернативного способа – механизированного, который основан на использовании комбайна КП-21.

В условиях интенсификации производства особую актуальность в системе управления охраной труда приобретает своевременная и достоверная информация об условиях трудовой деятельности рабочего персонала до и после технического перевооружения средств труда.

Существующие методы оценки уровней негативных производственных факторов основываются на их абсолютных значениях в сравнении с нормируемыми показателями. В настоящее время доминирующая научная тенденция оценки негативных факторов по принципу «доза-эффект» позволила провести исследования сравнительной оценки условий труда до и после технического перевооружения с учётом пространственно-временных характеристик ВиОПФ.

Предлагаемая методика подразумевает многошаговую последовательность исследований трудового процесса, а результаты позволяют комплексно оценить условия труда до и после технического перевооружения средств труда для принятия своевременных управленческих решений в области охраны труда.

Методика оценки сочетанного воздействия негативных факторов на рабочий персонал

Методика основана на построении математической модели суммарного уровня негативных факторов (УНФ), воздействующих на рабочий персонал:

$$УНФ_{сум} = \sum_1^n УВ + \sum_1^N УО + \sum_1^m УТ + \sum_1^M УН, \quad (1)$$

где: $УВ$ - уровень вредности фактора; n - количество вредных факторов; $УО$ - уровень опасности фактора; N - количество опасных факторов; $УТ$ - уровень тяжести трудового процесса; m - количество учитываемых по тяжести рабочих операций; $УН$ - уровень напряжённости трудового процесса; M - количество учитываемых по напряжённости рабочих операций.

Уровень вредности ($УВ$) определяется как отношение фактической дозы фактора к «нормативной»:

$$УВ = \frac{У_{ФАК} \cdot t_{ФАК}}{У_{ДОП} \cdot t_{СМ}}, \quad (2)$$

где: $У_{ФАК}$ - фактический уровень вредного фактора; $t_{ФАК}$ - фактическое время действия вредного фактора; $У_{ДОП}$ - допустимый уровень вредного фактора; $t_{СМ}$ - длительность рабочей смены.

На рисунке 1 показан механизм сравнительной оценки вредных факторов, нормирование которых осуществляется по принципам избытка и недостатка их уровней.

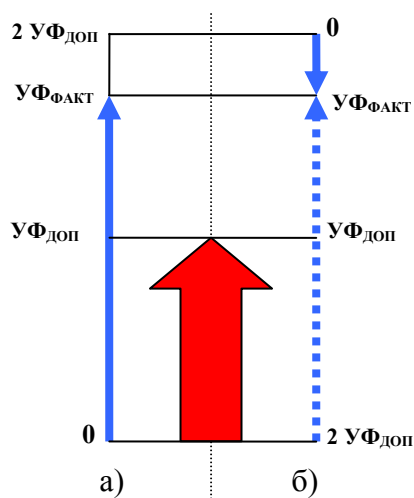


Рисунок 1. Механизм сравнительной оценки вредных факторов с допустимыми показателями по избытку (а) и недостатку (б) их уровней

Для случая нормирования вредного фактора по принципу недостатка, расчет УВ производится по формуле 3:

$$УВ = \frac{(2У_{ДОП} - У_{ФАКТ}) \cdot t_{ФАКТ}}{У_{ДОП} \cdot t_{СМ}} = 2 - \frac{У_{ФАКТ} \cdot t_{ФАКТ}}{У_{ДОП} \cdot t_{СМ}}, \quad (3)$$

Уровень опасности (УО) определяется как отношение произведения фактического риска травмирования за фактический период действия опасности к «нормативному» значению:

$$УО = \frac{P_{ФАКТ} \cdot t_{ФАКТ}}{P_{ПРИЕМ} \cdot t_{СМ}}, \quad (4)$$

где: $P_{ФАКТ}$ - фактический риск травмирования опасным фактором; $t_{ФАКТ}$ - фактическое время действия опасного фактора; $P_{ПРИЕМ}$ - приемлемый риск травмирования; $t_{СМ}$ - длительность рабочей смены.

Уровень тяжести трудовой операции (УТ) определяется как отношение фактической тяжести за период её действия к «нормативному» значению:

$$УТ = \frac{T_{ФАКТ} \cdot t_{ФАКТ}}{T_{НОРМ} \cdot t_{СМ}}, \quad (5)$$

где: $T_{ФАКТ}$ - фактическая тяжесть трудовой операции; $t_{ФАКТ}$ - фактическая длительность трудовой операции; $T_{НОРМ}$ - нормированный уровень тяжести; $t_{СМ}$ - длительность рабочей смены.

Уровень напряжённости трудового процесса (УН) определяется как отношение фактической напряжённости за период её действия к «нормативному» значению:

$$УН = \frac{H_{\text{ФАК}} \cdot t_{\text{ФАК}}}{H_{\text{НОРМ}} \cdot t_{\text{СМ}}}, \quad (6)$$

где: $H_{\text{ФАК}}$ - фактическая напряжённость трудовой операции; $t_{\text{ФАК}}$ - фактическая длительность трудовой операции; $H_{\text{НОРМ}}$ - нормированный уровень напряжённости; $t_{\text{СМ}}$ - длительность рабочей смены.

Результат пошагового исследования условий труда в условиях интенсификации проходческих работ

Шаг 1 - идентификация и квантификация ВиОПФ проходческих работ по результатам аттестации рабочих мест и производственного контроля. В таблицах 1, 2 и 3 представлены эти результаты для двух способов проходческих работ: буровзрывной способ (БВС) и механизированный способ (МС) [3, 5, 6, 7].

Таблица 1. Результаты идентификации и квантификации вредных факторов до и после технического перевооружения средств труда

Вредные факторы по ГОСТ 12.0.003-74	Нормативный уровень вредного фактора	Уровень фактора	
		БВС	МС
Шум, дБА	80	105	90
Запыленность, мг/м ³	1	3	7
Вибрация, дБ (локальная)	112	121	101
Вибрация, дБ (общая)	101	63	117
Загазованность, мг/м ³	900	347,3	347,3
Освещенность, лк	10	2,38	5,91
Скорость движения воздуха, м/с	0,32	0,26	0,3
Температура воздуха, °С	25	24,9	24,9
Влажность воздуха, %	67	75	75

Таблица 2. Результаты идентификации и квантификации тяжести и напряженности до и после технического перевооружения средств труда

Способ проходки	Тяжесть трудового процесса			Напряженность трудового процесса			
	физическая динамическая нагрузка кг·м	вес поднимаемого груза, кг	энергозатраты работника, ккал/час	длительность сосредоточенного наблюдения, % времени смены	нагрузка на слуховой и голосовой анализатор, %	плотность сигналов	число производственных объектов
БВС	3893	31	96	35	46	4	2
МС	2145	17	74	57	37	13	5

Таблица 3. Результаты идентификации и квантификации опасных факторов до и после технического перевооружения средств труда

Опасный производственный фактор	Риск реализации опасностей, год ⁻¹		Приемлемый риск, год ⁻¹
	БВС	МС	
Разрушающие конструкции	$9,695 \times 10^{-4}$	$9,695 \times 10^{-4}$	10 ⁻⁶
Подземные пожары и взрывы	$6,370 \times 10^{-4}$	$6,370 \times 10^{-4}$	
Движущиеся машины и механизмы	$7,540 \times 10^{-4}$	$9,891 \times 10^{-4}$	
Обрушение горной породы	$9,137 \times 10^{-4}$	$9,137 \times 10^{-4}$	
Поражение электрическим током	-	$1,275 \times 10^{-4}$	
Резкое изменение давления	$3,88 \times 10^{-8}$	-	

Шаг 2 - исследование временных характеристик ВиОПФ при техническом перевооружении средств труда. На рисунке 2 представлены циклограммы операций проходческих работ [1], а в таблице 2 – временные характеристики ВиОПФ.

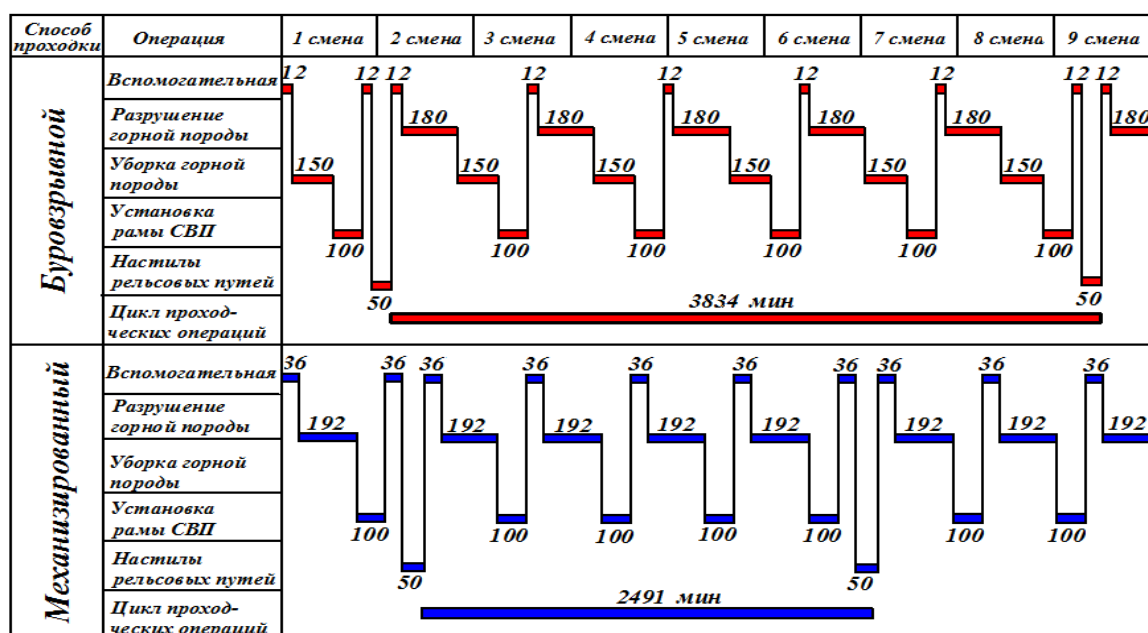


Рисунок 2. Циклограммы проходки горных выработок буровзрывным и механизированным способами

Таблица 4. Временная характеристика воздействия на персонал ВиОПФ в течение смены

Временные ВиОПФ	Время воздействия ВиОПФ в течение смены, мин	
	БВС	МС
Шум	230	192
Запыленность,	230	192
Вибрация, (локальная)	230	192
Вибрация, (общая)	230	192
Движущиеся машины и механизмы	230	192
Поражение электрическим током	-	192
Резкое изменение давления (прохождение ударной волны)	0,10	-
Физическая динамическая нагрузка	280	100
Поднимаемый груз	100	100
Длительность сосредоточенного наблюдения	230	192
Нагрузка на слуховой и голосовой анализатор	230	192

Шаг 3 - оценка сочетанного воздействия негативных факторов на рабочий персонал в условиях технического перевооружения средств труда представлена на рисунке 3.

Таблица 5. Оценка сочетаемого воздействия негативных факторов на проходчика при буровзрывном и механизированном способах проходки горных выработок

Уровни вредности и опасности трудового процесса	Значения показателей вредности и опасности трудового процесса	
	БВС	МС
Уровень вредности	3,36	2,18
Уровень опасности	2,45	3,23
Уровень тяжести	6,21	3,96
Уровень напряженности	2,26	3,13
Суммарный уровень негативных факторов	14,28	12,5

Шаг 4 - сравнительный анализ безопасности труда до и после технического перевооружения средств труда.

На основе приведенных расчетов, проведен сравнительный анализ уровней негативных факторов, который показывает, как изменятся условия труда после технического перевооружения (рисунок 3). Наглядная характеристика трудового процесса позволяет представить ВиОПФ во взаимосвязи со средствами труда. Данная методика позволяет сделать выводы об уровне безопасности трудового процесса и применяемых средств механизации.

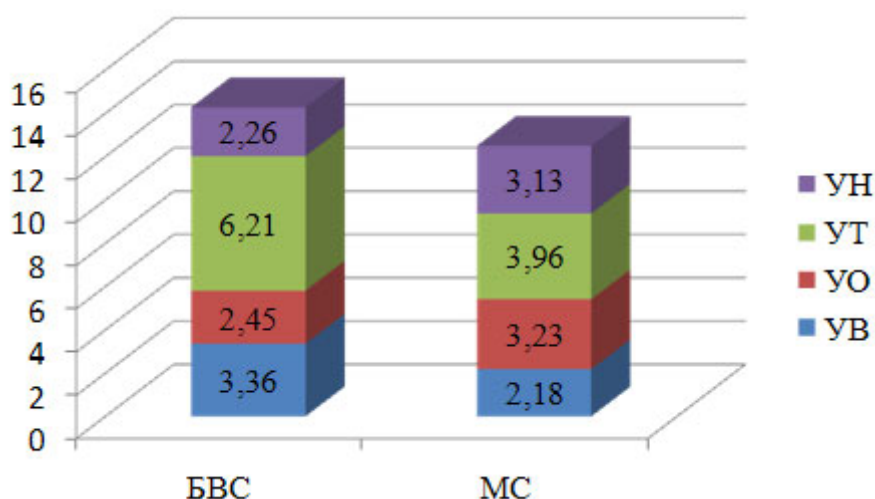


Рисунок 3. Структура суммарных уровней негативных факторов до и после технического перевооружения средств труда

Выводы по результатам исследований

1. Взаимосвязь условий труда с производственными процессами установлена через единичные и комплексные показатели вредности и опасности труда трудового процесса. Предлагаемая методика позволила количественно оценить суммарные уровни негативных факторов до и после технического перевооружения средств труда 14,28 и 12,5 соответственно.

2. Несмотря на общие положительные результаты исследований УНФ следует акцентировать внимание на увеличение уровней опасности и напряжённости трудового процесса, что даёт основание для обоснования и принятия своевременных управленческих решений в области охраны труда.

Литература

1. Технология проведения горизонтальных, вертикальных горных и горно-разведочных выработок / Порцевский А.К. [и др.]. М.: МГУ, 2004. 38 с.

2. Определение индивидуального профессионального риска / Щадрова С.Н. [и др.]. //Справочник инженера по охране труда. М., 2011. С.4.

3. Высшее горное образование: шахтное и подземное строительство: учебник для вузов / Картозия Б.Л. [и др.]. 2-е изд., перераб. и доп. М.: изд-во академии горных наук, 2001. 507 с.

4. Управление безопасностью труда: учеб. пособие для горных вузов / Субботин А.И [и др.]. М.: изд-во Московского государственного университета, 2004. 147 с.

5. Нор Е.В. Прогнозная оценка пылегазового режима воздуха рабочих зон нефтяных шахт при паратеплом воздействии на пласт (на примере Ярегского месторождения высоковязкой нефти): дис. ... канд. техн. наук: Ухта: УГТУ, 2004. 130 с.

6. Грунковой Т.В. Идентификация опасных и вредных факторов рабочих мест нефтешахт Ярегского месторождения // Материалы науч.-техн. конф. Ухта, 2011. Ч.4. С. 283-285.

7. Грунковой Т.В. Расчет энергозатрат персонала при выполнении проходческих работ в нефтешахтах Ярегского месторождения // Материалы научн.-техн. конф. Ухта, 2011. Ч. 1. С. 317-321.

References

1. The technology of horizontal, vertical mining and mining-exploration workings / A.K. Portsevsky [etc.] - Moscow: Moscow State University, 2004. 38 p. [in Russian]

2. Definition of individual professional risk / S.N. Schadrova [etc]. M: Labor safety engineer's manual, 2011. 4 p. [in Russian]

3. Higher mining education: mining and underground construction: Textbook for Universities / B.L. Kartoza [etc.] - 2nd ed., Rev. and add. - Moscow: Publishing House of the Academy of Mining Sciences, 2001. 507 p. [in Russian]

4. Workplace safety management: Textbook for mining schools / A.I. Subbotin [etc.] - Moscow: Publishing House of Moscow state university, 2004. 147 p. [in Russian]

5. Nor E.V. Forecast assessment of dust and gas air mode of working areas at oil mines during vapor and heat impact on the formation (case study of Yaregskoye heavy oil field): dissertation. ... Candidate. techn. Sciences: Ural State Technical University, 2004. 130 p. [in Russian]

6. Grunskoiy T.V. Identification of dangerous and harmful factors of jobs in oil mines Yaregskoye field // Materials of scientific and technical conference: Ukhta, 2011. Part 4. P. 283-285. [in Russian]

7. Grunskoiy T.V. Calculation of energy consumption by personnel during tunnel works in oil mines Yaregskoye field // Materials of scientific and technical conference: Ukhta, 2011. Part 1. P. 317-321. [in Russian]

Сведения об авторах

Грунковой Т. В., аспирант кафедры «Промышленная безопасность и охрана окружающей среды», ФГБОУ ВПО УГТУ, г. Ухта, Республика Коми.

T. V. Grunskoy, a post-graduate student of "Industrial safety and environmental protection" chair at FSBEI HPE USTU, Uchta, Komi Republic, Russia.

Перхуткин В. П., канд. тех. наук, доцент кафедры «Промышленная безопасность и охрана окружающей среды», ФГБОУ ВПО УГТУ, г. Ухта, Республика Коми.

V. P. Perkhutkin, cand. of tech. sci., assistant professor of "Industrial safety and environmental protection" chair at FSBEI HPE USTU Uchta, Komi Republic, Russia.

E-mail: uxtacity@yandex.ru