

ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В МЕДИЦИНЕ ТРУДА

УДК 613.6: 622.876].008 (470.53-25)

ОБОСНОВАНИЕ ДОПУСТИМОГО РЕЖИМА ТРУДА РАБОТНИКОВ, ЗАНЯТЫХ НА ВЫПОЛНЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Д.М. Шляпников, П.З. Шур, Е.М. Власова, В.Б. Алексеев, В.М. Чигвинцев

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82

Представлены результаты обоснования допустимой продолжительности смены и межсменных периодов для работников, занятых на выполнении подземных горных работ предприятия по добыче калийных руд. Одним из основных факторов при выборе режима труда, определения допустимых значений длительности нахождения работников в условиях вредных воздействий производства выступают адапционные возможности организма человека. В качестве функциональных параметров, маркерных для оценки деятельности центральной нервной системы, использовались показатели когнитивных функций у работников, оцененные с помощью нейропсихологических тестов; для оценки деятельности системы кровообращения – показатели состояния гемодинамики. На основании комплексной оценки состояния центральной нервной системы (вегетативного отдела) и системы кровообращения с помощью маркерных функциональных параметров обоснована допустимая продолжительность ежедневной работы (смены) и соответствующие режимы труда и отдыха для работников, занятых на выполнении подземных горных работ предприятия по добыче калийных руд.

Ключевые слова: режим труда, адаптация, функциональные нарушения, подземные горные работы.

В соответствии со ст. 94 Трудового кодекса РФ для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, где установлена сокращенная продолжительность рабочего времени, максимально допустимая продолжительность ежедневной работы (смены) не может превышать при 36-часовой рабочей неделе 8 часов. Вместе с тем отраслевым (межотраслевым) соглашением и коллективным договором, а также при наличии письменного согласия работника может быть предусмотрено увеличение максимально допустимой продолжительности ежедневной работы (смены) для работников, занятых на рабо-

тах с вредными и (или) опасными условиями труда, при условии соблюдения предельной еженедельной продолжительности рабочего времени. Условия труда работников, занятых на выполнении подземных горных работ предприятия по добыче калийных руд, относятся именно к таким.

Труд работников, занятых на выполнении подземных горных работ предприятия по добыче калийных руд, является циклическим и сложным по своему технологическому содержанию, характеризуется разнообразием работ с различной степенью их механизации, неодинаковым удельным весом разных операций в общем бюджете вре-

© Шляпников Д.М., Шур П.З., Власова Е.М., Алексеев В.Б., Чигвинцев В.М., 2014

Шляпников Дмитрий Михайлович – заведующий отделом анализа риска для здоровья (e-mail: shlyapnikov@fcrisk.ru ; тел.: +7 (342) 238-33-37).

Шур Павел Залманович – доктор медицинских наук, ученый секретарь (e-mail: shur@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 238-33-37).

Власова Елена Михайловна – кандидат медицинских наук, заведующий центром медицины труда и профпатологии (e-mail: vlasovaem@fcrisk.ru; тел. 8 (342). 294-69-18).

Алексеев Вадим Борисович – доктор медицинских наук, заместитель директора по организационно-методической работе (e-mail: vadim@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 238-32-70).

Чигвинцев Владимир Михайлович – научный сотрудник отдела математического моделирования систем и процессов (e-mail: cvm@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-18-04).

мени смены. Технология добычи требует от работника переключения с одной производственной операции на другую, с одного рабочего приема на другой. В процессе труда функциональное состояние организма подвергается изменениям. Поддержание производительной (эффективной) работоспособности при минимальном использовании организмом функциональных резервов – основная цель подбора параметров режима труда и отдыха.

Нельзя строить режимы труда и отдыха без учета работоспособности человека и объективной потребности организма в отдыхе в отдельные периоды его трудовой деятельности. В процессе труда работоспособность, т.е. способность человека к трудовой деятельности, а соответственно, и функциональное состояние организма подвергаются изменениям. В условиях интенсификации производства основным фактором риска развития болезней является снижение адаптационных возможностей организма, которое отмечается задолго до выявления первых признаков болезни. Актуальным в этом случае будет прогнозирование и профилактика заболеваний [7, 8].

Установлено, что изменение трудового стереотипа сотрудника в результате сменной работы не вызывает полноценной адаптивной перестройки физиологических функций. Главным фактором при работе в условиях увеличения продолжительности рабочей смены, различной продолжительности рабочих циклов и междуменных периодов, вызывающим стойкие функциональные нарушения, является синдром перегрузки, при котором наступает некомпенсируемое утомление [5].

Нейрофизиологические показатели – это показатели конечного адаптивного результата, т.е. приспособления работника к воздействию приоритетных факторов риска производственной среды и трудового процесса [6].

Адаптационные возможности организма работника – функциональный резерв, который расходуется на поддержание равновесия между организмом и производственной средой – должны выступать в каче-

стве одного из лимитирующих факторов при выборе той или иной формы организации труда [2, 3].

Цель работы – оценка различных режимов труда, отличающихся по продолжительности смен и междуменных периодов (продолжительность смены 8, 10, 11 и 12 часов).

Материалы и методы. Для проведения исследований были сформированы следующие группы из числа работников, занятых на выполнении подземных горных работ, при продолжительности рабочей смены:

- 10 часов – 56 человек, в том числе машинистов горных выемочных машин – 47, горных мастеров – 7, крепильщиков – 2;
- 11 часов – 70 работников, в том числе машинистов горных выемочных машин – 60, горных мастеров – 9, крепильщиков – 2;
- 12 часов – 65 человек, в том числе машинистов горных выемочных машин – 51, горных мастеров – 13, крепильщиков – 1;

Группу сравнения составили работники, занятые на выполнении подземных горных работ при традиционной продолжительности рабочей смены 8 часов – 63 человека, из них машинистов горных выемочных машин – 55, горных мастеров – 6, крепильщиков – 2.

Все группы не имели существенных отличий по возрасту и стажу.

Диагностическое обследование выполнено в соответствии с соблюдением этических норм, изложенных в пересмотренной версии Хельсинкской декларации, принятой на 59-й Генеральной ассамблее WMA в 2008 г. Все работники, включенные в группы, были информированы о целях, задачах проведения исследований, возможных рисках изменений в состоянии здоровья, программе и процедурах медицинских исследований функциональных параметров деятельности организма, после чего подписали добровольное согласие на участие и прохождение медицинских обследований.

Воздействие комплекса вредных производственных факторов проявляется компенсаторно-адаптивными реакциями со стороны основных систем организма (центральной нервной системы и системы кровообраще-

ния) и определяется посредством тестирования ряда функциональных параметров, маркерных для указанных систем.

В качестве функциональных параметров, маркерных для оценки деятельности центральной нервной системы, использовались показатели когнитивных функций, оцененные с помощью нейропсихологических тестов. Выбор тестов был обусловлен гипотезой относительно механизма нарушения когнитивных функций, самочувствия, работоспособности.

Оценка когнитивных функций у работников выполнялась:

- с применением типовой карты, включающей: формализованное интервью по заранее подготовленному вопроснику; тест «5 слов» (В. Dubois) для оценки восприятия (непосредственное воспроизведение); тест рисования часов; повторный тест «5 слов» (отсроченное воспроизведение); специальная таблица, в которой числа расположены в произвольном порядке от 1 до 25 (проба Шульте); проба на сосредоточенность (серийный счет); вопросники;

- по методике САН (самочувствие, активность, настроение): оценивается работоспособность и выявляются признаки утомления, субъективный анализ сна, самочувствие, активность, настроение.

Для оценки работоспособности и выявления признаков утомления проводился субъективный анализ сна.

В качестве функциональных параметров, маркерных для оценки деятельности системы кровообращения, использовались показатели:

- измерение АД и ЧСС у работников до и после рабочей смены;

- суточное мониторирование АД и электрокардиограммы – изменения суточных колебаний функциональных показателей системы кровообращения (систолического (САД) и диастолического АД (ДАД), суточного индекса давления, показателей variability сердечного ритма и его вегетативной регуляции).

Показатели состояния гемодинамики являются значимыми в плане конечного адаптивного результата, т.е. приспособления ра-

ботника к воздействию факторов производственной среды и трудового процесса.

Подход к выбору тестов предполагал установление стадии адаптации по количественной оценке в контексте полученной информации (по интегральному показателю).

Анкетирование, тестирование когнитивной функции проводились работникам всех групп до и после рабочей смены в течение первой недели первого месяца наблюдения, в течение второй недели второго месяца наблюдения и в течение последней недели третьего месяца наблюдения. Суточный мониторинг (СМАД) и холтеровское мониторирование, электрокардиограмма (ХМ-ЭКГ) осуществляли у работников, выбранных по критерию соответствия среднегрупповым значениям стажа и возраста, и одновременно с анкетированием. Предсменный и послесменный контроль АД и ЧСС осуществлялся всем работникам каждую смену в течение всего периода наблюдения. Измерение маркерных функциональных параметров у работников проводилось до и после рабочих циклов и рекреационных периодов.

Всего выполнено 251 исследование. Общее количество ответов по всем показателям тестирования составило 7293. Результаты с типовой карты заносились в электронную базу данных с последующей математической обработкой.

СМАД проводилось с использованием аппарата Schiller-BR-102 Plus и программы MT-300 (осциллометрический и аускультативный метод) (Schiller AG, Швейцария, регистрационное удостоверение № ФС 2006/813 с 30.05.2006 г. до 30.05.2016 г.) по стандартной методике. Определялись параметры суточного профиля АД и частоты пульса, показателей variability АД, суточные индексы АД. ХМ-ЭКГ проводилось с использованием аппарата Microvit MT-101 и программы MT-200 (Schiller AG, Швейцария, регистрационное удостоверение № ФС 2006/813 с 30.05.2006 г. до 30.05.2016 г.). Оценивались показатели variability сердечного ритма (SDNN, SDANN, SDNNidx, rMSSD, pNN50, циркад-

ный профиль ритма). Проведено 72 исследования. Измерение АД и ЧСС проводилось электронным тонометром UA – 777 A/D, Япония, регистрационное удостоверение № ФСЗ 2011 /09642 от 11 мая 2011 г. Осуществлено 10886 исследований.

Полученные сведения по условиям труда, профессиональному маршруту, результаты анкетирования, тестирования и обследования были формализованы и занесены в единую компьютерную базу данных и подвергнуты статистико-математическому анализу.

Математический анализ результатов проводился с применением статистической программы Statistica for Windows 7.0, Statistica 6,0 (StatSoft, Inc., США) с использованием программного модуля, выполненного в виде макроса MS Excel. Различия считались статистически достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Условия труда работников характеризуются специфическим, технологически детерминированным комплексом вредных производственных факторов: загрязнение воздуха рабочей зоны пылью сильвинита, кроме пылевого фактора в процессе добычи калийной руды на работников воздействует производственный шум и вибрация, основными источниками которых являются электробуровые установки, работающие комбайны, вентиляторы местного проветривания; отмечается отсутствие естественного освещения, тяжесть и напряжённость трудового процесса. Работы выполняются в ограниченном пространстве при региональной и общей физической динамической нагрузке, нахождении в позе стоя до 60 % времени смены, с комплексным воздействием общей и локальной вибрации.

По результатам проведённой аттестации рабочих мест по условиям труда установлено, что условия труда на рабочих местах работников, занятых на выполнении подземных горных работ, при общей гигиенической оценке с учётом сочетанного действия вредных производственных факторов относятся к 3-й степени 3-го класса вредных условий труда. Основными произ-

водственными факторами, воздействующими на работников, определяя структуру риска, являются: пыль сильвинита, шум, психоэмоциональное напряжение.

Различные физиологические показатели, используемые при оценке функционального состояния, имеют разную информативность и, соответственно, вносят неодинаковый вклад в получение окончательного результата в постановку донозологического диагноза. Известно, что при снижении адаптации организма ухудшение его функционального состояния происходит за счет неоднозначного изменения показателей, так как процессы компенсации и поддержания гомеостаза протекают по-разному в зависимости от исходного функционального состояния.

Анализ полученных результатов тестирования показал, что в группе работников при режиме труда с продолжительностью рабочей смены 10 часов преобладает напряжение механизмов адаптации. Это проявляется появлением у 29 % работников ($p=0,0029$) субъективного ощущения ухудшения состояния здоровья и увеличением на 16 % доли работников, тестирование которых показало снижение мыслительных процессов. Утомление проявляется возрастанием числа сотрудников с отсутствием желания работать (их доля увеличивается до 43,5 %, $p=0,0081$). При этом субъективное ухудшение состояния здоровья отметили 31,5 % ($p=0,0029$) до рабочей смены и 24 % – после ($p=0,0001$), что свидетельствует о низкой выносливости. Также снижена работоспособность после рабочей смены ($p=0,0196$).

Среди работников при режиме труда с продолжительностью рабочей смены 11 часов наблюдается увеличение числа лиц с высоким уровнем тревожности до рабочей смены (при 11-часовой смене их доля 43,8 %, при 8-часовой – 29 %, $p=0,0039$) и уменьшение доли лиц с высоким уровнем тревожности после рабочей смены (доля работников при продолжительности смены 11 часов – 16 %, при 8-часовой – 29 %). Уменьшение доли работников с уровнем тревожности обусловлено развитием усталости у 42,4 % ($p < 0,001$) после рабочей

смены. Указанные изменения свидетельствуют о формировании некомпенсированного утомления, отсутствии восстановления организма работников в период рекреации.

При режиме труда с продолжительностью рабочей смены 12 часов обнаружена высокая доля работников с усталостью до начала рабочей смены (10,3 %, $p=0,04$), одновременно увеличивается число сотрудников, отмечающих снижение работоспособности до и после рабочей смены ($p=0,0092$ и $0,0146$ соответственно), что свидетельствует о срыве адаптации – адаптивное истощение (табл. 1 и 2).

Увеличение продолжительности рабочей смены более 8 часов характеризовалось изменениями в функциональном состоянии организма, которое не может быть признано удовлетворительным. В первую очередь, это проявлялось в изменении показателей, определяющих деятельность системы кровообращения – наблюдается тенденция к увеличению ЧСС после рабочих смен и вероятность формирования тахикардии.

При режиме труда с продолжительностью рабочей смены 8 часов степень адаптации расценивалась от «удовлетворительной» (ЧСС до 75 уд. в мин, АД 120/80 мм рт. ст.) до «напряжения механизмов адаптации» (ЧСС до 85 уд. в мин, АД до 135/85 мм рт. ст.) в ответ на рабочую нагрузку; при режимах труда с продолжительностью рабочей смены 10 и 11 часов наблюдалось преимущественно «напряжение механизмов адаптации» (ЧСС до 85 уд. в мин, АД до 135/85 мм рт. ст.); при режиме труда с продолжительностью рабочей смены 12 часов отмечалась «неудовлетворительная» (низкая) адаптация (ЧСС до 95 уд. в мин, АД до 140/85 мм рт. ст.) и «срыв адаптации» (ЧСС более 95 уд. в мин, АД более 140/85 мм рт. ст.) [1, 4].

Анализ медицинской документации в период наблюдения не выявил увеличения случаев нетрудоспособности по причине заболеваний системы кровообращения, нервной и дыхательной систем. Не наблюдалось ухудшения состояния здоровья

Таблица 1

Состояние адаптации у работников при режимах труда с различной продолжительностью рабочей смены и межсменных периодов (до смены) (доля от общего количества работников в группах, %)

Состояние	Продолжительность смены, ч			
	8	10	11	12
Удовлетворительная адаптация*	69	51	49	34
Напряжение механизмов адаптации*	17	16	17	10
«Неудовлетворительная» (низкая) адаптация*	9	24	18	29
Срыв адаптации*	5	9	16	27

Примечание: * – стадии адаптации по интегральному показателю (совокупность баллов и соотношение оценочных шкал).

Таблица 2

Состояние адаптации у работников при режимах труда с различной продолжительностью рабочей смены и межсменных периодов (после смены) (доля от общего количества работников в группах, %)

Состояние	Продолжительность смены, ч			
	8	10	11	12
Удовлетворительная адаптация*	59	47	41	35
Напряжение механизмов адаптации*	21	23	22	11
«Неудовлетворительная» (низкая) адаптация*	13	11	14	19
Срыв адаптации*	7	19	23	35

Примечание: * – стадии адаптации по интегральному показателю (совокупность баллов и соотношение оценочных шкал).

работников и по данным обращаемости за медицинской помощью в медицинские организации по месту прикрепления полиса обязательного медицинского страхования (ОМС). Тем не менее выявлены признаки истощения механизмов адаптации при всех режимах труда с продолжительностью рабочей смены более 8 часов.

Выводы. При режимах труда с увеличением продолжительности 8-часовой рабочей смены на 2 часа и более при выполнении подземных горных работ на предприятии по добыче калийных руд прослеживается тенденция к дезадаптации. Наибольшие накопления функциональных нарушений и срыв адаптации выявлены при режиме труда с продолжительностью рабочей смены 12 часов, что подтвердилось на практике случаями отстранения от рабочей смены работников по причине повышения АД выше 160/90 мм рт. ст. При этом напряжение адаптации и низкая адаптация не имеют зависимости от периодов отдыха и рабочих смен, тогда как срыв адаптации наблюдается после рабочих смен, что является показате-

лем вовлечения всех механизмов и уровней адаптации. При режиме труда с продолжительностью рабочей смены 10 и 11 часов накопление функциональных нарушений незначительно отличается между собой, наблюдается преимущественно напряжение адаптации (функциональные нарушения – психологический уровень), что также значимо для организма работников. При режиме труда с продолжительностью рабочей смены 8 часов степень адаптации расценивается преимущественно как «удовлетворительная».

Применение предложенного комплекса маркерных функциональных параметров, для оценки деятельности центральной нервной системы (вегетативного отдела) и системы кровообращения позволило установить допустимую продолжительность ежедневной работы (смены) и соответствующие режимы труда и отдыха для работников, занятых на выполнении подземных горных работ предприятия по добыче калийных руд. Допустимой продолжительностью смены для таких категорий работников следует считать 8 часов.

Список литературы

1. Баевский Р.М., Барсукова Ж.П., Берсенева А.П. Оценка функционального состояния организма на основе математического анализа сердечного ритма: методические рекомендации. – Владивосток, 1998. – 73 с.
2. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Донозологическая диагностика в оценке состояния здоровья. – СПб.: Наука, 1993. – 298 с.
3. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний. – М.: Медицина, 1997. – 236 с.
4. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 224 с.
5. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. – М.: Медицина, 1988. – 256 с.
6. Столяренко С.Я. Основы психофизиологии. – Ростов н/Д.: Феникс, 1996. 736 с.
7. Davies H., Van Kamp I. Noise and cardiovascular disease: A review of the literature 2008–2011 // *Noise and Health*. – 2012. – Vol. 14. – P. 287–291.
8. Costa G. Shift Work and Health: Current Problems and preventive Actions // *Safety Health Work*. – 2010. – № 1. – P. 112–123.

References

1. Baevskij R.M., Barsukova Zh.P., Berseneva A.P. Ocenka funkcional'nogo sostojanija organizma na osnove matematicheskogo analiza serdechnogo ritma: metodicheskie rekomendacii [Evaluation of body functional condition on the basis of heart rate mathematical analysis: guidelines]. – Vladivostok, 1998. 73 s.
2. Baevskij P.M., Berseneva A.P. Donozologicheskaja diagnostika v ocenke sostojanija zdorov'ja [Preclinical diagnosis in health status evaluation]. S-P.: Nauka, 1993. – 298 s.
3. Baevskij R.M., Beresneva A.P. Ocenka adaptacionnyh vozmozhnostej organizma i riska razvitija zabolenvij [Evaluation of organism adaptive capacity and risk of disease development]. – M.: Medicina, 1997. – 236 s.

4. Baevskij R.M., Kirillov O.I., Kleckin S.3. Matematicheskij analiz izmenenij serdechnogo ritma pri stresse [Mathematical analysis of changes in heart rate during stress]. – М.: Nauka, 1984. – 224 s.
5. Meerson F.Z., Pshennikova M.G. Adaptacija k stressornym situacijam i fizicheskim nagruzkam [Adaptation to stress situations and physical stress]. – М.: Medicina, 1988. – 256 s.
6. Stoljarenko S. Ja. Osnovy psihofiziologii [Fundamentals of psychophysiology]. – Rostov n/D: Feniks, 1996. – 736 s.
7. Davies H., Van Kamp I. Noise and cardiovascular disease: A review of the literature 2008–2011 // Noise and Health. – 2012. – Vol.14. – P. 287–91.
8. G. Costa. Shift Work and Health: Current Problems and preventive Actions // Safety Health Work. – 2010. – № 1. – P. 112–123.

SUBSTATION ACCEPTABLE WORKING CONDITIONS FOR WORKERS EMPLOYED FOR THE EXECUTION OF UNDERGROUND MINING

D.M. Shlyapnikov, P.Z. Shur, E.M. Vlasova, V.B. Alekseev, V.M. Chigvintsev

Federal Budget Scientific Institution “Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies”, Russian Federation, Perm, 82, Monastyrskaya St., 614045

The article presents the results of substation permissible length of shift and cross-shifts periods for employees engaged in the implementation of underground mining works for the extraction of potash ore. One of the main factors when choosing a mode of work, the definition of allowable durations of finding workers in condition of manufacturing harmful effects are adaptation abilities of the employee organism. As functional parameters marker to assess the activity of the central nervous system used indicators of cognitive functions in workers assessed using neuropsychological tests; to assess the performance of the circulatory system – indicators of hemodynamics. Based on a comprehensive assessment of the state of the central nervous system (vegetative division) and the circulatory system using the marker function parameters reasonably possible duration of daily work (shift) and the corresponding modes of work and rest for workers engaged in carrying out underground mining works for the extraction of potash ore.

Key words: mode of work, adaptation, functional impairment, underground mining.

© Shlyapnikov D.M., Shur P.Z., Vlasova E.M., Alekseev V.B., Chigvintsev V.M., 2014

Shlyapnikov Dmitry Mikhailovich – Head of Department of Health Risk Analysis (e-mail: shlyapnikov@fcrisk.ru; tel. +7 (342) 238-33-37).

Shur Pavel Zalmanovich – Doctor of Medicine, Scientific Secretary (e-mail: shur@fcrisk.ru; tel. 8 (342) 238-33-37).

Vlasova Elena Mikhailovna – Doctor of Medicine, Head of the Centre of Occupational Medicine and Pathology (e-mail: vlasovaem@fcrisk.ru; tel. 8 (342) 294-69-18).

Alekseev Vadim Borisovich – Doctor of Medicine, Deputy Director for the Organizational and Methodical Work (e-mail: vadim@fcrisk.ru; tel. 8 (342) 238-32-70).

Chigvintsev Vladimir Mikhailovich – Researcher at the Department of Mathematical Modeling of Systems and Processes (e-mail: cvm@fcrisk.ru; tel. 8 (342) 237-18-04).