13. Sorkina N.S., Evlashko Yu.P., Semenova L.S. On forecasting saturnism. Materials of I scientific session of RMAPO. — Moscow, 1995. — P. 175–176 (in Russian).

14. Sorkina N.S., Molodkina N.N., Ermolenko A.E., et al. Materials for correction of MAC for lead in air of workplace // Med. truda i prom.a ekolog. — 1998. — 12. — P. 18–25 (in Russian).

15. Tarasova L.A., Sorkina N.S., Molodkina N.N. On biologic monitoring of health state of workers exposed to lead // Med. truda i prom.a ekolog. — 1998. — 12. — P. 11–14 (in Russian).

16. Khamidulina Kh.Kh., Davydova Yu.O. International regulation of lead and its compounds // Gigiena i sanitariya. — 2013. — 6. — P. 57–59 (in Russian).

Поступила 02.04.2018

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Кузьмина Людмила Павловна (Kuzmina L.P.), зам. дир. по научн. работе ФГБНУ «НИИ МТ», д-р биол. наук, проф. E-mail: lpkuzmina@mail.ru.

Соркина Нелли Соломоновна (Sorkina N.S.), вед. науч. сотр. отд. проф. и неинфекц. заболеваний внутр. органов от воздействия хим. веществ ФГБНУ «НИИ МТ», канд. мед. наук. E-mail: biochimiamt@mail.ru.

Хотулева Анастасия Григорьевна (Khotuleva A.G.), мл. науч. сотр. лаб. медико-биологич. иссл. клиники ФГБНУ «НИИ МТ», E-mail: hotuleva_an@mail.ru.

Безрукавникова Людмила Михайловна (Bezrukavnikova L.M.), вед. науч. сотр. лаб. медико-биологич. иссл. ФГБНУ «НИИ МТ», канд. мед. наук. E-mail: bezrukavnikovalm@mail.ru.

Артемова Людмила Викторовна (Artemova L.V.), зав. отд. проф. и неинфекц. заболеваний внутр. органов от воздействия хим. веществ ФГБНУ «НИИ МТ», канд. мед. наук. E-mail: artemovalv1to@yandex.ru.

УДК 613.6:551.584.65

Баранников В.Г., Кириченко Л.В.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНОРАБОЧИХ В УСЛОВИЯХ МИКРОКЛИМАТА КАЛИЙНЫХ РУДНИКОВ

ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава РФ, ул. Петропавловская, 26, Пермь, РФ, 614000

Установлены специфические условия труда горнорабочих калийных рудников Верхнекамского месторождения. Микроклимат на основных рабочих местах характеризуется субнормальной температурой воздуха в течение всего года, низкой температурой и высокой теплопроводностью окружающих пород. Выявлено охлаждение организма шахтеров, интенсивность которого определялась характером физической активности или состоянием покоя. Наблюдалось понижение температуры кожи (особенно на руках и ногах), урежение пульса, отмечались дискомфортные теплоощущения, свидетельствующие о напряжении системы терморегуляции. Одним из факторов, вызывающих охлаждение рабочих, является недостаточность теплозащитных свойств существующей шахтерской спецодежды.

Ключевые слова: калийные рудники; микроклимат; теплообмен горнорабочих

Barannikov V.G., Kirichenko L.V. **Features of functional state formation in miners under microclimate of potassium mines.** Perm State University of Medicine named after academician E.A. Vagner, 26, Petropavlovskaja str., Perm, Russian Federation, 614000

The authors revealed specific work conditions for potassium mine workers in Verkhnekamsky field. Microclimate of main workplaces is characterized by subnormal air temperature throughout a year, low temperature and high thermal conductivity of surrounding rocks. Findings are overcooling of miners, intensity of which is determined by physical activity character or repose state. Signs are lower skin temperature (especially of arms and legs), rare pulse, with unpleasant sensations of temperature — proving stress of thermoregulation system. One among the factors causing workers' cooling is insufficient heat-proof properties of present miners' working clothes.

Key words: potassium mines; microclimate; heat exchange in miners

Калийные рудники Верхнекамского месторождения (Западный Урал) представляют собой механизированные предприятия, в подземных выработках которых внедрено новое самоходное оборудование, составляющее основу комплексной механизации добычи соли (сильвинит). Это способствовало улучшению гигиенических условий в рудниках, снижению производственного травматизма, тяжести труда горнорабочих и повышению его производительности [2,3].

Большое гигиеническое значение имеет микроклимат подземных выработок калийных рудников, существенно влияющий на условия труда горнорабочих, состояние выработок, транспортных путей, вентиляционных сооружений, железобетонных конструкций, устойчивость соляных целиков. Его воздействие определяется высокой гигроскопичностью и растворимостью полезного ископаемого [6,7].

В зависимости от характера производственного процесса на организм шахтеров также оказывают воздействие ряд других неблагоприятных факторов: запыленность рудничного воздуха соляной пылью (в среднем от 27,8 до 64,5 мг/м³), вибрация (частота 19 Гц при амплитуде 0,6–1,1), шум (95–105 дБ), освещенность (0,5–8 лк) и др. [1,4].

Отсутствие данных по физиолого-гигиенической оценке микроклимата калийных рудников осложняет разработку мероприятий по дальнейшему улучшению условий труда горнорабочих. В связи с этим, актуально выявление особенностей формирования функционального состояния шахтеров в условиях специфичного микроклимата на рабочих местах для снижения его возможного неблагоприятного воздействия на организм.

Цель исследования — изучить особенности функционального состояния горнорабочих в условиях микроклимата калийных рудников для разработки мероприятий по нормализации их теплового состояния.

Материалы и методы. Инструментально-функциональное обследование шахтеров выполнено в соответствии с этическими нормами, изложенными в Хельсинской декларации, принятой на 59-й Генеральной ассамблее WMA в 2008 г., с методическими указаниями 4.3.1895–04 «Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания».

Обследование шахтеров осуществлялось в динамике рабочего дня: на поверхности в бытовом помещении перед спуском в рудник (после 15–20-минутного отдыха испытуемых; непосредственно на рабочем месте (перед началом работы); в середине смены (через 3–3,5 часа) и в конце рабочего дня.

Шахтеры были одеты в домашнюю одежду (нательное белье, хлопчатобумажный свитер или рубашка, пиджак или куртка), а также комплект предусмотренной нормативными документами спецодежды, состоящий из куртки, брюк, фибровой каски и ботинок.

Исследование физиологических реакций в течение рабочего дня зимой и летом проводилось в дневное вре-

мя на 84 горнорабочих при 108 днях наблюдения. Оценивались: температура тела в подмышечной впадине, частота пульса, артериальное давление, холодовая проба.

Состояние сердечно-сосудистой системы в динамике рабочего дня изучалось с помощью цифрового прибора UB-505 по частоте пульса и артериальному давлению.

Температура кожи исследовалась с помощью инфракрасного термометра B. Well® на восьми участках тела: лоб, крыло носа, тыл кисти, средний палец руки, грудь, спина, тыл стопы и большой палец ноги.

Методика местной холодовой пробы состояла в охлаждении участка кожи холодным раздражителем определенной температуры с последующим изучением динамики восстановления температуры в охлажденной области. После фиксации датчика на нижней трети предплечья отмечалась исходная температура кожи данного участка, затем на 5 секунд прикладывался алюминиевый сосуд, заполненный тающим льдом (площадь соприкосновения — 9 см²). Проводилась регистрация динамики восстановления температуры через 30 с после холодовой экспозиции и в дальнейшем через каждую минуту до установления исходного уровня. Показателем, характеризующим тренированность кожных сосудов к общему охлаждению организма, считалась величина начального понижения температуры в месте воздействия холодового раздражителя. Для изучения тактильной чувствительности применялась методика N.H. Mackworth'a [8].

Обследуемые опрашивались о теплоощущении по трехбалльной шкале («холодно», «прохладно», «комфортно»).

Для гигиенической оценки теплозащитных свойств существующей спецодежды шахтеров и разработки нового комплекта СИЗ проведены исследования в сильвинитовой климатической камере (СКК), моделирующей условия микроклимата калийного рудника.

Выполнялись 2 серии физиологических исследований в состоянии относительного покоя горнорабочих: в помещении предкамеры при допустимых параметрах микроклимата (фон); в условиях охлаждающего микроклимата СКК (продолжительность 120 минут); в предкамере (восстановительный период).

Наблюдения проводились на 25 шахтерах в возрасте 18–25 лет одетых в комплект стандартной спецодежды (1 серия исследований). На время пребывания в СКК в исследованиях 2 серии к спецодежде добавлялся съемный жилет, с теплоизоляционной прокладкой из синтетического утеплителя «Thermolite» толщиной 5–6 мм.

У горнорабочих измерялась температура поверхности одежды и пододежного воздуха, температура кожи на 11 участках поверхности тела (в соответствии с МУК 4.3.1895–04) и слизистой носа. Также проводилась холодовая проба. Тепловой поток определялся в 11 точках с помощью прибора ИТП-МГ4. Расчет необходимой теплоизоляции СИЗ для исследуемых условий осуществлялся согласно ГОСТ Р ИСО 7730–2009 и ТР ТС 019/2011.

Исследования микроклимата в рудниках проводились в зимнее и летнее время. Местами измерений были замерные станции службы вентиляции рудников, расположенные в главных и откаточных штреках на различной удаленности от клетьевого ствола, и рабочие места шахтеров.

Программа обследования включала: определение температуры, влажности и скорости движения воздуха с помощью прибора «Метеоскоп-М», температуры ограждающих поверхностей породы и подстилающей соли — инфракрасным термометром В. Well®.

Анализ результатов исследований выполнялся с применением программы Statistica for Windows 7.0, «Statistica 6.0» (StatSoft, Inc., США).

Результаты и их обсуждение. Полученные данные измерений физиологических реакций исследуемой группы горнорабочих, проведенные на поверхности в бытовом помещении при температуре воздуха $22,3 \pm 0,03$ °C и относительной влажности $57,6 \pm 0,5\%$, принимались за исходные и в дальнейшем использовались для сопоставления с данными, полученными в условиях рудника.

Температура и относительная влажность воздуха в шахте на рабочих местах в зимний и летний периоды составляли $8,0 \pm 0,5$ °C и $53,0 \pm 4,2\%$ соответственно.

До начала рабочей смены в руднике у наблюдаемых происходило достоверное понижение температуры тела: зимой — на $0,17$ °C ($36,24 \pm 0,21$ °C), а летом — на $0,2$ °C ($36,31 \pm 0,27$ °C) по сравнению с исходным уровнем.

Анализ полученных данных показал (табл.), что пребывание горнорабочих и выполнение ими производственных операций в условиях данного микроклимата рудника вызывает активацию терморегуляторных реакций организма, которые проявляются в снижении температуры тела и кожи на различных областях поверхности тела и в большей степени — на лице, дистальных участках рук и ног. Зимой, по сравнению с исходным уровнем, полученным на поверхности в бытовом помещении, температура пальца руки понижалась в среднем на $6,9$ °C, а большого пальца ноги — на $8,2$ °C, достигая соответственно $24,5 \pm 0,45$ °C и $21,1 \pm 0,41$ °C ($p \leq 0,05$).

Достоверная реакция наблюдалась также на открытых участках головы: температура кожи крыла носа снижалась на $5,3 \pm 0,01$ °C, а лба — на $4,3 \pm 0,03$ °C. Наименьшее понижение температуры кожи происходило на участках тела, закрытых одеждой (грудь — $2,6 \pm 0,01$ °C, спина — $2,1 \pm 0,02$ °C).

В летний период года наблюдалась аналогичная картина изменений температуры кожи. Выраженное снижение происходило на тыле кисти — $3,9 \pm 0,01$ °C, пальце руки — $4,1 \pm 0,02$ °C, лбе — $2,8 \pm 0,01$ °C, носе — на $2,7 \pm 0,01$ °C, туловище — $1,5 \pm 0,012$ °C.

Выполнение физической работы не уменьшало охлаждение организма, особенно дистальных участков тела (табл.). Наиболее существенные изменения происходили на дистальных отделах рук и ног. Возрастало различие между температурой кожи туловища и кисти, туловища и стопы соответственно до $6,5 \pm 0,01$ °C и $5,5 \pm 0,02$ °C (зимой); $4,5 \pm 0,02$ °C и $5,5 \pm 0,014$ °C (летом).

В большинстве случаев как в состоянии относительного покоя, так и при выполнении физической работы в различные сезоны года происходило понижение температуры тела: зимой на $1,17 \pm 0,01$ °C, а летом на $1,2 \pm 0,03$ °C по сравнению с исходным уровнем ($p \leq 0,05$).

Существенным показателем при приведении холодовой пробы, характеризующим тренированность кожных сосудов к общему охлаждению организма, является величина начального понижения температуры кожи в месте воздействия холодового раздражителя. До спуска в шахту в бытовом помещении как зимой, так и летом исходная температура кожи предплечья была одинаковой и составляла $31,2 \pm 0,12$ °C. В зимнее время года начальный уровень снижения температуры кожи предплечья после воздействия местного охлаждения равнялся $5,79 \pm 0,011$ °C, в условиях лета — $4,16 \pm 0,016$ °C от исходной величины и был на $1,63$ °C меньше, чем зимой ($p < 0,01$). Темп восстановления температуры кожи охлажденного участка до исходного уровня был практически одинаков в оба сезона года. После спуска в шахту до начала рабочей смены происходили изменения исходной температуры предплечья при проведении

Таблица

Сезонные изменения температуры кожи у горнорабочих в различные периоды работы в руднике

Температура кожи, °C	До работы			В середине работы			В конце работы		
	Лето	Зима	p	Лето	Зима	p	Лето	Зима	p
	M±m	M±m		M±m	M±m		M±m	M±m	
Лоб	$30,5 \pm 0,21$	$29,0 \pm 0,17$	<0,01	$31,3 \pm 0,28$	$30,2 \pm 0,41$	<0,05	$28,6 \pm 0,13$	$29,4 \pm 0,19$	<0,01
Нос	$30,9 \pm 0,26$	$28,1 \pm 0,35$	<0,01	$31,5 \pm 0,27$	$29,8 \pm 0,37$	<0,01	$28,5 \pm 0,26$	$28,0 \pm 0,41$	<0,03
Кисть	$28,5 \pm 0,33$	$25,0 \pm 0,35$	<0,01	$29,5 \pm 0,28$	$26,8 \pm 0,42$	<0,01	$27,0 \pm 0,21$	$25,1 \pm 0,44$	<0,01
Средний палец руки	$28,6 \pm 0,31$	$24,5 \pm 0,45$	<0,01	$29,5 \pm 0,33$	$26,4 \pm 0,51$	<0,01	$26,5 \pm 0,32$	$24,1 \pm 0,5$	<0,01
Грудь	$32,1 \pm 0,23$	$30,7 \pm 0,24$	<0,01	$32,2 \pm 0,21$	$32,0 \pm 0,18$	<0,6	$31,2 \pm 0,20$	$31,5 \pm 0,15$	<0,3
Спина	$32,4 \pm 0,22$	$31,4 \pm 0,24$	<0,01	$32,7 \pm 0,25$	$32,5 \pm 0,19$	<0,6	$31,8 \pm 0,22$	$31,8 \pm 0,21$	–
Стопа	$29,4 \pm 0,34$	$25,9 \pm 0,31$	<0,01	$28,3 \pm 0,36$	$27,4 \pm 0,33$	<0,1	$26,0 \pm 0,38$	$26,1 \pm 0,47$	>0,9
Большой палец ноги	$26,6 \pm 0,65$	$21,1 \pm 0,41$	<0,01	$24,3 \pm 0,57$	$22,5 \pm 0,46$	<0,02	$20,6 \pm 0,43$	$20,3 \pm 0,6$	<0,7

холодовой пробы как зимой, так и летом. В летнее время года она была выше, чем зимой и составляла соответственно $29,1 \pm 0,4$ °C и $27,5 \pm 0,2$ °C. Начальное снижение температуры кожи после холодового воздействия в условиях зимы было более значительным, чем летом ($p \leq 0,01$). Исследования выявили сезонную настройку системы физической терморегуляции, которая обусловлена более повышенной лабильностью кожных сосудов на холодовое раздражение в зимних условиях, чем в летних.

В процессе приспособления человека к воздействию субнормальных температур происходит перестройка всех функциональных систем организма, в том числе и кожного анализатора. У исследуемой группы горнорабочих отмечался высокий исходный порог тактильной чувствительности, обусловленный значительным утолщением рогового слоя эпидермиса. К одной из причин отмеченных морфологических изменений следует отнести неблагоприятное воздействие на организм работающих в шахте систематического местного охлаждения, раздражающее действие калийных солей и вибрации.

В микроклиматических условиях калийного рудника у шахтеров как в состоянии относительного покоя, так и при выполнении работ отмечалось урежение частоты сердечных сокращений. Явления брадикардии свидетельствовали об интенсивном охлаждении организма работающих. Изменения систолического и диастолического артериального давления в динамике рабочей смены в шахте были незначительны, за исключением измерений в середине рабочего дня (зимние исследования), когда отмечалась тенденция к его повышению.

В зимнее время года до начала работы в шахте теплоощущение «прохладно» составляло 13% от общего количества ответов. В середине рабочего дня число ответов, характеризующих дискомфортное состояние, несколько уменьшалось и равнялось 11,1%. Ответы испытуемых «прохладно» в конце рабочей смены были зарегистрированы в 16,7% и «комфортно» — 83,3%. В условиях лета до начала работы теплоощущения шахтеров были аналогичны зимним. Преобладающее большинство (98,1%) испытуемых оценивали свое теплоощущение как «комфортно» в середине рабочей смены, однако в конце смены отмечался высокий процент ответов, характеризующих дискомфортное теплоощущение — 46,3% «прохладно» (в 2,7 раза больше, чем в зимних условиях), и в 53,7% — «комфортно».

Во время отдыха или технологических пауз тепловой комфорт через 10–15 минут сменялся интенсивным ощущением «прохладно» или «холодно», особенно в области спины, рук и ног.

Исследованные микроклиматические параметры рудничной атмосферы показали, что они определяются в основном свойствами воздуха, подаваемого с поверхности, глубиной залегания и температурой горных пород, состоянием тепло- и массообменных процессов, интенсивностью и расположением мест-

ных источников тепловыделений. При движении воздуха по воздухоподающим стволам и транспортным штрекам показатели микроклимата претерпевали существенные изменения. В теплое время года поступающий воздух постепенно охлаждался до температуры нетронутого массива. В холодное время года тепло — и массообменные процессы протекали в обратном порядке. Сезонные колебания микроклимата рудников прослеживались на расстоянии 2500–3000 м от воздухоподающих стволов. Проведенные термометрические съемки по всей длине вентиляционного пути на рудниках Верхнекамского месторождения выявили существенные сезонные колебания уровня комфортности только вблизи (до 1000–1200 м) околоствольных дворов воздухоподающих стволов. На всем остальном протяжении горных выработок термометрические условия оставались практически постоянными в течение года в пределах от 7,5 °C до 8,5 °C, что соответствует субнормальным температурам воздуха [2,3,6].

По мере удаления от воздухоподающего ствола происходило изменение коэффициента удельного влагопоглощения (влагоотдачи).

Наблюдения за температурным полем массива в калийных рудниках позволили определить среднее значение коэффициента теплопроводности, равного $0,0668$ м²/ч по напластованию. Исследованиями были установлены характерные особенности микроклимата калийных рудников: субнормальная температура воздуха и ограждений; низкая по сравнению с каменноугольными шахтами относительная влажность; высокая теплопроводность и температуропроводность соляной породы. Сильвинитовый пласт Красный II Верхнекамского месторождения имеет теплопроводность $8,980$ кал/м×ч×град, а подстилающая каменная соль — $7,352$ кал/м×ч×град. Теплоотдача в руднике также зависит от теплопроводности солей, которая составляет $0,020$ м²/ч (пласт Красный II), и $0,016$ м²/ч (каменная соль), а также удельной теплоемкости — $419,9$ ккал/м³×град (пласт Красный II), $459,4$ ккал/м³×град (каменная соль). В связи с этим холодный воздух, поступающий в рудник, нагревается в соленосных пластах значительно быстрее, чем в других горных породах [5,6].

В СКК, моделирующей условия микроклимата калийного рудника, автоматически поддерживался заданный метеорологический режим. Температура воздуха и ограждений была $8,0 \pm 0,5$ °C, относительная влажность $55 \pm 2,6\%$ и скорость движения воздуха не выше $0,1 \pm 0,001$ м/с.

На 20-й минуте пребывания в СКК происходило изменение температуры поверхности спецодежды и пододежного воздуха горнорабочих. Температура спецодежды в области груди снижалась до $18,4 \pm 0,17$ °C (на $6,89 \pm 0,03$ °C по сравнению с исходным уровнем). Температура воздуха под одеждой уменьшалась на $1,6 \pm 0,01$ °C и равнялась $30,6 \pm 0,3$ °C. Средневзвешенная температура кожи равнялась $30 \pm 1,3$ °C, ниже на $2,1 \pm 0,01$ °C по отношению к фону. Наиболее интенсивно понижа-

лась температура слизистой носа — до $24,4 \pm 0,13$ (на $7,0 \pm 0,05$ °C по сравнению с исходным уровнем).

На 60-й минуте температура спецодежды на груди равнялась $17,7 \pm 0,6$ °C (снижение на $7,5 \pm 0,3$ °C). Температура пододежного воздуха и теплоизоляция пакета одежды составляли соответственно $30,5 \pm 1,3$ °C (снижение на $1,7 \pm 0,01$ °C) и 1,2 clo. Продолжали снижаться температура кожи туловища ($32,4 \pm 0,8$ °C) и средневзвешенная температура кожи ($29,2 \pm 0,6$ °C). Происходило дальнейшее понижение температуры слизистой оболочки носа (на $9,2 \pm 0,2$ °C по сравнению с фоном). В этом периоде средневзвешенный тепловой поток увеличивался с 36,8 до 60,4 ккал/час.

В заключительной части наблюдений теплоощущения общие и локальные составляли 2 и 1 балл в 66,7% случаев от общего числа ответов. Неудовлетворительная теплоизоляция шахтерской спецодежды (1,2 clo) приводила к еще более выраженным изменениям всех физиологических реакций с длительным восстановительным периодом к концу пребывания испытуемых в климатической камере, которые следует отнести к допустимому тепловому состоянию с умеренным напряжением механизмов терморегуляции.

Проведенные исследования (2 серия) показали целесообразность применения в условиях охлаждающего микроклимата в качестве дополнительной одежды — съемного жилета-утеплителя с теплоизоляционной способностью одежды — 2 clo.

Выводы:

1. Исследования функционального состояния горнорабочих в условиях специфического микроклимата калийных рудников выявили напряжение механизмов системы терморегуляции.

2. Основными производственными факторами, вызывающими охлаждение горнорабочих, являются субнормальная температура воздуха и ограждений, повышенная теплопроводность и температуропроводность горной породы.

3. Экспериментальные исследования, проведенные в СКК на горнорабочих в шахтерской спецодежде, выявили общее охлаждение организма связанное с ее недостаточными теплозащитными свойствами (1,2 clo). В процессе чередования производственных операций, интенсивности и тяжести выполняемой работы предложено дополнять комплект спецодежды съемным утеплителем, позволяющим изменять тепловое сопротивление пакета до 2 clo.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES п. 8)

1. Баранников В.Г. Адаптация организма шахтеров к микроклимату калийного рудника // Всесоюзный симпозиум «Эколого-физиологические проблемы адаптации». — Красноярск, 1991. — С. 25–28.
2. Баранников В.Г. Гигиена труда при добыче калийных солей // Вопросы гигиены труда и здоровья промышленных рабочих. — Пермь, 1996. — С. 12–15.
3. Баранников В.Г., Кириченко Л.В. Рудники Верхнекамского месторождения калийных солей как объект исследований гиги-

ены труда // М-алы Всеросс. научно-практич. конф. «Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика». — Пермь, 2010. — С. 361–363.

4. Власова Е.А., Алексеев В.Б., Баранников В.Г. и др. Профилактика заболеваний системы кровообращения у работников занятых на подземных работах // Мед. труда и пром. экол. — 2015. — №12. — С. 17–21.

5. Русанова Е.А., Баранников В.Г., Кириченко Л.В. Физические свойства калийных солей // Пермский мед. ж-л. — 2014. — №2. — Т. 31. — С. 98–101.

6. Спелеотерапия в калийном руднике / Баранников В.Г., Красноштейн А.Е., Папулов Л.М. и др. — Екатеринбург: УрО РАН, 1996.

7. Физиолого-гигиеническая концепция спелео- и солетерапии / Черешнев В.А., Баранников В.Г., Кириченко Л.В. и др. — Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013.

REFERENCES

1. Barannikov V.G. Adaptation of miners to microclimate of potassium mine. All-Union symposium «Ecologic and physiologic problems of adaptation». — Krasnoyarsk, 1991. — P. 25–28 (in Russian).
2. Barannikov V.G. Industrial hygiene in potassum salts extraction. In: Problems of occupational hygiene and industrial workers' health. — Perm', 1996. — P. 12–15 (in Russian).
3. Barannikov V.G., Kirichenko L.V. Mines of Verhne-Kamsky deposit of potassium salts as an object of occupational hygienic studies. In: Materials of All-Russian scientific and practical conference «Ecology and scientific progress. Urbanistics». — Perm', 2010. — P. 361–363 (in Russian).
4. Vlasova E.A., Alekseev V.B., Barannikov V.G. et al. Prevention of cardiovascular diseases in workers performing undersurface tasks // Industr. med. — 2015. — 12. — P. 17–21 (in Russian).
5. Rusanova E.A., Barannikov V.G., Kirichenko L.V. Physical properties of potassium salts // Permskiy meditsinskiy zhurnal. — 2014. — 2, Vol 31. — P. 98–101 (in Russian).
6. Barannikov V.G., Krasnoshteyn A.E., Papulov L.M. et al. Speleotherapy in potassium mine. — Ekaterinburg: UrO RAN, 1996 (in Russian).
7. Chereshev V.A., Barannikov V.G., Kirichenko L.V. et al. Physiologic and hygienic concept of speleo- and salt-therapy. — Ekaterinburg: RIO UrO RAN, 2013 (in Russian).
8. Mackworth N.H. Finger Numbness is very cold wind // J. App. Physiology. — 1983. — 5, 9. — P. 533–543.

Поступила 06.12.2017

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Баранников Владимир Григорьевич (Barannikov V.G.),
Зав. каф. коммунальной гигиены и гигиены труда
ФГБОУ ВО «ПГМУ им. акад. Е.А. Вагнера» Минз-
драва РФ, д-р мед. наук, проф. E-mail: barannikov41@
mail.ru.

Кириченко Лариса Викторовна (Kirichenko L.V.),
проф. каф. коммунальной гигиены и гигиены труда ФГБОУ
ВО «ПГМУ им. акад. Е.А. Вагнера» Минздрава РФ, д-р
мед. наук. E-mail: lkv-7@yandex.ru.