

В.П. Чашин,<sup>1,3</sup> С.А. Сюрин<sup>1</sup>, А.Б. Гудков<sup>2</sup>, О.Н. Попова<sup>2</sup>,  
А.Ю. Воронин<sup>3</sup>

## **ВРЕДНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ОРГАНИЗМ У РАБОТНИКОВ, ВЫПОЛНЯЮЩИХ ТРУДОВЫЕ ОПЕРАЦИИ НА ОТКРЫТЫХ ТЕРРИТОРИЯХ В УСЛОВИЯХ ХОЛОДА**

<sup>1</sup>«Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», Санкт-Петербург

<sup>2</sup>ГБОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет», г. Архангельск

<sup>3</sup>ГБОУ ВПО «Северо-западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова», Санкт-Петербург

В статье представлены результаты изучения условий труда, функционального состояния организма и заболеваемости 3792 работающих на открытой территории в районах размещения металлургических предприятий на Крайнем Севере. Установлено, что в холодный период года существенно возрастает повторяемость погодных-климатических условий, при которых происходит увеличение содержания вредных веществ и пыли в приземном слое атмосферного воздуха. При температуре ниже  $-17^{\circ}\text{C}$  максимально-разовые концентрации основных загрязняющих веществ могут превышать ПДК до 10 раз. При этом существенно увеличиваются показатели заболеваемости с временной утратой трудоспособности и частота несчастных случаев, связанных с работой. У работников, длительно подвергающихся воздействию охлаждающих метеорологических факторов и загрязнений воздуха, значительно увеличивается распространенность болезней органов дыхания и системы кровообращения даже при относительно низком содержании диоксида серы и пыли в воздухе, не превышающем соответствующие ПДК для рабочей зоны.

Холодные погодные-климатические условия при организации трудовой деятельности на открытых территориях следует рассматривать как фактор, повышающий интегральный профессиональный риск как за счет увеличения интенсивности загрязнений воздуха, повышения риска травм и снижения эффективности фильтрующих средств индивидуальной защиты органов дыхания, так и в связи с модификацией вызываемых вредных эффектов.

**Ключевые слова:** условия труда в условиях холода, комбинированное действие вредных веществ и холода на организм, заболеваемость.

V. Chashchin<sup>1,3</sup>, S. Surin<sup>1</sup>, A. Gudkov<sup>2,3</sup>, O. Popova<sup>2</sup>, Yu. Voronin<sup>3</sup>

### **Exposure to industrial air pollutants and related health effects in outdoor workers in a cold environment**

<sup>1</sup> Northwest Public Health Research Center, St. Petersburg

<sup>2</sup> Northern State Medical University, Arkhangelsk

<sup>3</sup> Northwestern State Medical University named after I. Mechnikov, St. Petersburg

#### **Summary**

The article presents the results of a study on assessment of occupational exposure to air pollutants and related health effects in 3792 outdoor workers engaged in operations performed in the vicinity of non-ferrous metallurgical facilities in the Arctic. Significant increase in the exposure intensity was found during the most cold months at air temperature below  $-17^{\circ}\text{C}$  due to higher frequencies of winter type episodes caused the accumulation of air pollutants at outdoor worksite. These episodes were

resulted in a consequive 2-fold increase of incidence rates of respiratory diseases, inflamatory lesions of eye conjunctive and work-related injures. Those outdoor workers experienced a long-term exposure to air pollutants such as sulfur dioxide and suspended particulate matter were found to have significantly higher prevalence of chronic cardiovascular and respiratory diseases eventhough the air concentrations of the pollutants generally did not exceed the occupational exposure limits.

It has been concluded that severe cold is to be considered as a factor capable of elevating the level of occupational risk at air polluted outdoor worksites due to:

a) increase in the human exposure to air pollutants; b) increase in incidence rates and prevalence of work-related diseases and injures; c) decrease in efficacy of filter antidust masks respiratory PPE; d) modification the toxic effects of some pollutants such as sulfur dioxide and ultrafine particle.

**Keywords:** *working conditions in the cold, the combined health effect of air pollutants and cold in outdoor workers.*

Проблема сохранения здоровья работников, подвергающихся комбинированному воздействию охлаждающего микроклимата и других вредных производственных факторов, имеет особую актуальность для северных и восточных регионов России, где в суровых климатических условиях размещены крупные промышленные комплексы с большим объемом работ, выполняемых на открытых территориях (геологоразведка, добыча, обогащение и переработка полезных ископаемых, строительство, лесная, лесозаготовительная и деревообрабатывающая промышленность и другие) [2, 7, 8, 10]. Многими исследованиями показано, что охлаждение организма в процессе трудовой деятельности сопровождается увеличением риска возникновения холодовых травм, функциональным напряжением кардио-респираторной системы, снижением физической и умственной работоспособности, нарушением иммунорезистентности, увеличением показателей частоты и распространенности некоторых острых и хронических заболеваний [1, 4, 13, 15]. В значительно меньшей степени изучены особенности комбинированного воздействия на организм охлаждающего микроклимата и некоторых других вредных факторов, в частности загрязнения воздуха вредными веществами и пылью [12, 15]. В условиях реального производства именно сочетание различных вредных факторов определяет уровни и особенности профессионального риска для большинства работников [5, 10].

**Цель исследования** заключалась в выявлении основных закономерностей вредного влияния охлаждающих метеорологических факторов и загрязнений воздуха вредными веществами и пылью на функциональное состояние кардиореспираторной системы и заболеваемость у работников, выполняющих трудовые операции на территории предприятий по производству цветных металлов в районах Крайнего Севера.

**Материалы и методы.** Исследования выполнены у 3792 работников-мужчин Мурманской области, занятых на реконструкции и техническом перевооружении действующих предприятий по производству никеля, меди, кобальта и других цветных металлов и имевших различную экспозицию к охлаждающим метеорологическим факторам и загрязнениям воздуха вредными веществами и пылью. Профессиональный состав обследованных работников был представлен следующими группами профессий: каменщики-монтажники - 937 (33,1%), плотники – 756 (26,7%), арматурщики – 569 (20,1%), формовщики – 566 (20,0%), прочие строительные профессии – 964 человека (25,4%). Возрастной состав работников был представлен следующими группами: 20 – 29 лет – 1323 чел. (34,9%), 30 – 39 лет – 1131 (29,8%), 40 – 49 лет – 1042 (27,5%), 50 лет и старше – 296 (7,8%) человек. Стаж работы не превышал 9 лет у 2064 работников (54,4%) человек. У 964 (25,4%) обследованных он составлял 10 – 19 лет и у 764 (20,1%) человек – 20 и более лет.

В зависимости от уровней воздействия на организм производственных факторов были сформированы 5 экспозиционных групп работников. 1 группа (контроль) – не подвергающиеся в процессе труда воздействию низких температур воздуха и вредных веществ (964 человека); 2 группа – подвергающиеся воздействию низких температур воздуха вне зоны атмосферных загрязнений от металлургического производства (1091 человек); 3 группа – подвергающиеся воздействию вредных веществ на уровнях от 0,1 до 1,0 от значения предельно-допустимых концентраций для воздуха рабочей зоны (ПДК рз) при допустимых

параметрах микроклимата (800 человек); 4 группа – подвергающиеся воздействию низких температур воздуха в холодный период и его загрязнению вредными веществами и пылью в концентрациях от 0,1 до 1,0 ПДК рз (457 человек). 5 группа – подвергающиеся воздействию низких температур воздуха в холодный период и его загрязнению вредными веществами и пылью в концентрациях выше ПДК (480 человек).

Для характеристики метеорологических условий измерялись температура и относительная влажность воздуха, скорость и направление ветра [6]. В воздухе рабочих зон на открытых площадках определялось содержание следующих вредных веществ: диоксид серы, аэрозоли никеля и его соединений, оксиды азота, монооксид углерода, фтористый водород, соли фтористо-водородной кислоты и общая масса пыли в соответствии с рекомендованными методами их определения [7]. Всего проанализировано на содержание вредных веществ и пыли 9526 проб воздуха, отобранных в рабочих зонах на объектах строительства и реконструкции предприятий по производству цветных металлов.

Функциональное состояние организма оценивалось с применением рекомендованных методов исследований [3] при низких температурах воздуха (в интервале от -10 до — 20°C и скорости ветра 0.7 - 2.5 м/с / с различным содержанием в нем вредных веществ у 60 работников, выполняющих работы различной категории тяжести Па, Пб и Пв – по 20 человек, отобранных рандомизированным способом из каждой категории. У одних и тех работников при выполнении ими работ в условно чистых зонах (при содержании диоксида серы и пыли менее 0.1 ПДК рз ) и при загрязнении воздуха этими вредными веществами в интервале 0.3 -1.1 ПДК рз изучались изменения физиологических показателей кардио-респираторной системы, в числе которых определялись: частота сердечных сокращений (ЧСС), минутный объем дыхания (МОД), минутное потребление кислорода (ПО<sub>2</sub>), коэффициент использования кислорода (КИО<sub>2</sub>), индекс напряжения по Р.М. Баевскому (ИМБ). Кроме того, оценивались

изменения показателя физической работоспособности ( $PWC_{170}$ ) и максимальное потребление кислорода (МПК), определение которых проводилось до и после смены. Показатели временной утраты трудоспособности (ВУТ) изучались по результатам учета листков нетрудоспособности за 3 года, предшествовавших исследованию. Стандартизованные по возрасту показатели распространенности хронических заболеваний среди работников определялись по результатам углубленного периодического медицинского осмотра, осуществленного специалистами клиники профессиональных заболеваний филиала ФБУН «Северо-западный научный центр гигиены и общественного здоровья».

## Результаты

На первом этапе работы в течение года были проведены исследования воздуха на открытых строительных площадках на расстояниях от 15 м до 1000 м от основных цехов металлургического производства. Установлено, что среднегодовое содержание вредных химических веществ и пыли в воздухе открытых площадок было в 3–10 раз меньше их ПДК<sub>рз</sub>. Однако максимальные значения концентрации диоксида серы, фтористого водорода и его солей превышали ПДК<sub>рз</sub> в 2–5 раз (табл. 1). Эти максимальные концентрации наблюдались в безветренную погоду при температурах воздуха ниже  $-17^{\circ}\text{C}$

Таблица 1. Содержание вредных веществ в воздухе рабочих зон на открытой территории металлургических предприятий, мг/м<sup>3</sup>

| Вредные вещества       | ПДК рз | Количество проб | Средняя годовая концентрация | Максимальная концентрация |
|------------------------|--------|-----------------|------------------------------|---------------------------|
| Никель                 | 0,05   | 1244            | 0,0060±0,0010                | 0,272                     |
| Никель (гидроаэрозоль) | 0,005  | 1244            | 0,0020±0,0003                | 0,043                     |
| Окислы азота           | 2,0    | 1244            | 0,6±0,2                      | 4,2                       |
| Диоксид серы           | 10,0   | 1244            | 2,37±1,20                    | 52,5                      |
| Оксид углерода         | 20,0   | 1244            | 1,6±0,3                      | 12,5                      |

|                          |      |      |           |      |
|--------------------------|------|------|-----------|------|
| Фтористый водород        | 0,05 | 682  | 0,06±0,01 | 0,21 |
| Соли фтористого водорода | 0,2  | 682  | 0,14±0,03 | 0,39 |
| Общая пыль               | 2,0  | 1922 | 0,7±0,1   | 2,6  |

Проведен также анализ результатов по оценке различий в содержании вредных веществ и пыли в воздухе открытых площадок в зависимости от погодных-климатических условий, характерных для наиболее холодного периода года (декабрь–январь) в сравнении с наиболее теплым периодом (июль–август). Известно, что в районах Крайнего Севера холодный период года характеризуется частыми инверсиями, штилями и другими метеорологическими феноменами, снижающими возможности естественного разбавления вредных веществ и пыли в атмосферном воздухе в зонах производственной деятельности [11]. На Кольском полуострове в районах размещения предприятий цветной металлургии частота низких инверсий достигает 90% всех дней наиболее холодного периода года (декабрь – март) [10].

В результате выполненных исследований было установлено, что в холодный период года (декабрь–март) погодные-климатические факторы способствуют увеличению содержания вредных веществ в приземном слое атмосферного воздуха на всей территории предприятия в среднем на 11–23% в сравнении с теплым периодом (май–август). При этом, на границе санитарно-защитной зоны (1000 м) содержание пыли и диоксида серы в холодный период возрастает в 1,8 — 10,0 раз (табл. 2).

Таблица 2. Среднее содержание диоксида серы и пыли в приземном слое атмосферного воздуха в санитарно-защитной зоне металлургического предприятия в разные периоды года

| Расстояние от основных цехов, м | Кол-во проб | Теплый период                       |                        | Кол-во проб | Холодный период                     |                        |
|---------------------------------|-------------|-------------------------------------|------------------------|-------------|-------------------------------------|------------------------|
|                                 |             | SO <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup> | Пыль мг/м <sup>3</sup> |             | SO <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup> | Пыль мг/м <sup>3</sup> |
|                                 |             |                                     |                        |             |                                     |                        |

|           |     |          |         |     |          |         |
|-----------|-----|----------|---------|-----|----------|---------|
| 15        | 224 | 12,8±4,8 | 6,2±0,7 | 224 | 16,6±5,9 | 8,5±2,2 |
| 150       | 244 | 5,9±1,8  | 5,0±0,8 | 244 | 6,5±0,9  | 6,8±1,9 |
| 500       | 360 | 0,9±0,3  | 5,4±1,2 | 384 | 1,8±0,4  | 6,3±1,0 |
| 1000      | 380 | 0,1±0,1  | 1,0±0,4 | 396 | 1,0±0,3  | 1,8±0,9 |
| В среднем |     | 4,9±0,4  | 4,4±0,3 |     | 5,5±0,6  | 5,4±1,1 |

Значительный интерес представляет изучение особенностей влияния повышенных концентраций этих загрязнений в условиях низкой температуры воздуха на функциональное состояние кардио-респираторной системы у работников, выполняющих трудовые операции на открытых площадках. Известно, что вдыхание воздуха низкой температуры вызывает существенные изменения биомеханических показателей дыхательного цикла. Так, происходит увеличение минутного объема дыхания (МОД) за счёт возрастания дыхательного объема (ДО), снижается проходимость бронхов среднего и мелкого калибров, возрастает потребление кислорода ( $PO_2$ ). При этом для обеспечения массопереноса кислорода в основном используются энергоёмкие вентиляционные резервы (МОД) и в меньшей степени – резервы диффузионной способности лёгких ( $KIO_2$ ) [4].

Проведенные исследования показали, что температуры воздуха ниже  $-10^0C$  вызывали увеличение легочной вентиляции в среднем на 1–10% в зависимости от категории нагрузки (табл. 3). В то же время выполнение идентичной работы в таких же температурных условиях, но при загрязнении воздуха диоксидом серы и пылью (в концентрациях, превышающих ПДК в 1,2–2,0 раза) сопровождается несколько большим увеличением минутного объема дыхания на 3–15%.

Большинство других физиологических показателей, характеризующих кардио-респираторную систему, также свидетельствуют о повышении ее функционального напряжения при работе в условиях низких температур воздуха. Так, увеличиваются значения  $PO_2$ , ЧСС, ИМБ. При этом загрязнение воздуха

пылью и диоксидом серы существенно усиливает этот эффект, особенно при выполнении тяжелых работ, что закономерно приводит к уменьшению аэробной работоспособности организма ( $PWC_{170}$ ) почти в 2 раза по сравнению с показателями, полученными после выполнения аналогичных работ в «чистых» зонах.

Таблица 3. Влияние загрязнения воздуха пылью и диоксидом серы при низких температурах (от -10 до -20<sup>0</sup> С) на изменение функциональных показателей кардио-респираторной системы у работников-мужчин

| Функциональный показатель | Категория тяжести труда | Изменение среднего показателя, %                |   |
|---------------------------|-------------------------|---|---|
|                           |                         | При низких температурах воздуха в «чистой» зоне | При низких температурах воздуха и загрязнении его SO <sub>2</sub> и пылью |
| МОД, л                    | Па                      | +1,0  | +3,0  |
|                           | Пб                      | +6,3  | +6,5  |
|                           | Ш                       | +9,9  | +14,9   |
| ПО <sub>2</sub> , мл/мин  | Па                      | +1,7  | +16,6*  |
|                           | Пб                      | +1,4  | +13,5*  |
|                           | Ш                       | +1,9  | +19,3*  |
| ЧСС, уд/мин               | Па                      | +1,6  | +5,2  |
|                           | Пб                      | +8,3  | +6,3  |
|                           | Ш                       | +7,7  | +30,6*  |
| ИМБ, усл.ед.              | Па                      | +29,5   | +28,6   |
|                           | Пб                      | +29,7   | +45,2   |
|                           | Ш                       | +50,6   | +93,9*  |
| $PWC_{170}$ , кгм/мин     |                         | -10,6   | -18,7*  |

\* - различия показателей статистически существенны ( $p < 0,05$ )

При длительной экспозиции повышенные функциональные затраты при работе на холоде обуславливают постепенное снижение функциональных возможностей организма. Этот процесс заметно ускоряется, если физическая работа выполняется в условиях загрязнения воздуха, что убедительно иллюстрируется динамикой показателя максимального потребления кислорода в зависимости от стажа работы (табл. 4). При этом следует подчеркнуть, что содержание вредных веществ и пыли



в воздухе, вызывающих существенное ускорение темпов снижения максимального потребления кислорода у работающих на холоде, практически не превышают ПДК.

Таблица 4. Максимальное потребление кислорода у работающих на открытых площадках в зависимости от стажа работы, л/мин

| Стаж работы, лет | Кол-во работников | в «чистых» зонах | в зонах атмосферных загрязнений |
|------------------|-------------------|------------------|---------------------------------|
| 1 - 5            | 14                | 3,71±0,11        | 3,67±0,10                       |
| 6 - 10           | 18                | 3,55±0,20        | 3,33±0,12                       |
| 11 - 20          | 28                | 3,10±0,18        | 2,57±0,20*                      |

Примечание: \* - различия статистически существенны ( $P < 0,05$ ).

Влияние охлаждающего микроклимата открытых площадок и относительно низких концентраций загрязнений воздуха (в пределах ПДК) на состояние здоровья работников оценивалось по показателям заболеваемости с ВУТ, рассчитанных на 100 работающих. Они оказались в 1,3–1,5 раза выше у работников, подвергающихся воздействию охлаждающих метеорологических факторов в сочетании с загрязнением воздуха диоксидом серы и пылью, чем в группе работников идентичных профессий, выполняющих трудовые операции на открытых площадках вне зоны интенсивных загрязнений металлургического производства. Выявленные различия были обусловлены повышенной частотой случаев болезней органов дыхания и травм, связанных с работой. Большое число дней временной нетрудоспособности у работников, подвергавшихся сочетанному воздействию охлаждения и аэрополлютантов, отмечалось в случаях острых респираторных заболеваний, болезней глаза воспалительного генеза и производственных травм (табл. 5).

Таблица 5. Показатели заболеваемости с ВУТ у работников, постоянно работающих на открытых площадках в зависимости от экспозиции к вредным факторам в среднем за 3 года (на 100 работающих)

| Классы болезней                                    | Показатель случаев заболеваний |                    | Показатель дней нетрудоспособности |                    |
|--|--------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|
|  | Вне зоны загрязнений           | В зоне загрязнений | Вне зоны загрязнений               | В зоне загрязнений |
| Болезни органов дыхания, в т.ч.                    | 29,5±2,0                       | 36,0±2,1*          | 259,1±5,5                          | 289,4±4,8*         |
| острые респираторные заболевания и грипп;          | 26,5±2,4                       | 32,0±2,5           | 188,3±6,4                          | 207,5±6,5*         |
| обострения хронических заболеваний органов дыхания | 3,0±0,6                        | 4,0±0,9            | 70,8±3,9                           | 81,9±4,1*          |
| Болезни глаза                                      | 1,3±0,5                        | 2,1±0,6            | 5,4±1,1                            | 40,8±2,9*          |
| Несчастные случаи, связанные с работой             | 5,2±1,1                        | 10,6±1,5*          | 132,8±5,4                          | 228,3±6,9*         |
| Все классы болезней                                | 61,1±3,6                       | 87,7±4,2*          | 761,5±12,8                         | 1157,0±15,5*       |

Примечание: \* - различия показателей статистически существенны ( $P < 0,05$ ).

Для оценки особенностей влияния промышленных загрязнений на здоровье работающих на открытой территории было также проведено изучение стандартизованных по возрасту показателей распространенности хронических заболеваний, выявленных в результате углубленного медицинского осмотра. (в качестве маркера экспозиции использовалось содержание в воздухе диоксида серы).

Данные, представленные в таблице 6, свидетельствуют, что работа на открытой территории вне зон загрязнения воздуха не сопровождается существенным повышением заболеваемости с ВУТ в связи с болезнями органов дыхания, системы кровообращения и глаз. Вместе с тем, даже относительно низкие уровни загрязнения воздуха вредными веществами на территории металлургических предприятий (в пределах ПДК) существенно повышают

распространенность болезней органов дыхания. Более выраженное влияние на респираторное здоровье работников оказывает сочетанное воздействие охлаждения и диоксида серы в низких концентрациях (более чем двукратный рост показателей). Наиболее выраженное воздействие отмечается при сочетанной экспозиции к охлаждению и диоксиду серы в концентрациях, превышающих ПДК, проявляющееся ростом распространенности не только респираторной патологии, но и болезней органов кровообращения и глаз.

Таблица 6. Распространенность хронических заболеваний у работников изучаемых разных экспозиционных групп, %%

| Классы заболеваний<br>(МКБ10)                       | Экспозиционные группы работников |          |          |          |          |
|---|----------------------------------|----------|----------|----------|----------|
|   | I                                | II       | III      | IV       | V        |
| Болезни верхних дыхательных путей (J30-J39)         | 4,9±1,7                          | 5,8±1,3  | 21,7±3,8 | 49,9±5,5 | 54,7±3,4 |
| Болезни легких и бронхов (J40-J47)                  | 2,8±1,2                          | 2,2±0,7  | 2,4±1,3  | 6,2±2,6  | 5,3±1,4  |
| Болезни системы кровообращения (I10-I79)            | 12,2±2,6                         | 14,0±1,9 | 15,6±3,4 | 32,9±5,2 | 11,1±2,1 |
| Болезни глаза и его придаточного аппарата (H00-H13) | 0,6±0,3                          | 0,6±0,4  | 1,2±0,9  | 7,7±3,3  | 2,6±1,1  |

**Обсуждение результатов.** Выполненное исследование показывает, что возможности естественного разбавления вредных веществ и пыли в воздухе на открытой территории металлургических предприятий в районах холодного климата часто недостаточны, чтобы обеспечить их содержание в приземном слое на уровнях, соответствующих ПДК для рабочей зоны. Особенно часто этот феномен отмечается в наиболее холодный период года вследствие штилей и инверсий. Атмосферные загрязнения имеют систематический характер и наибольших значений достигают в непосредственной близости от цехов металлургических предприятий. На открытых площадках могут образовываться

зоны, где содержание вредных веществ и пыли в приземном слое воздуха значительно превышает предельно допустимые концентрации, создавая реальную опасность развития нарушений здоровья у работников, выполняющих трудовые операции на открытой территории. Кроме того, следует отметить, что низкие температуры способны существенно изменить судьбу и поведение загрязнений воздуха и сделать невозможным применение работниками средств индивидуальной защиты органов дыхания в результате обмерзания конденсата на их клапанах и фильтрующих элементах. При низких температурах, как правило, существенно возрастает средняя длительность отдельных трудовых операций, выполняемых на открытых площадках, а также общие энергозатраты как за счет увеличения термогенеза, так и в связи с увеличением массы носимой спецодежды и обуви [10,14].

Получены новые данные о том, что воздействие охлаждающих метеорологических факторов не только само способно обусловить возникновение различных нарушений здоровья у работников [1, 10, 14, 16], но и может существенным образом усиливать вредные эффекты, связанные с воздействием на организм вредных веществ и пыли, загрязняющих приземный слой атмосферного воздуха на территории размещения металлургических предприятий. Этот феномен может наблюдаться даже при содержании вредных веществ и пыли на уровнях, не превышающих соответствующие ПДК для воздуха рабочей зоны. Одним из ранних видов нарушений здоровья в этих условиях является ускоренное истощение функциональных резервов организма, связанное с поддержанием температурного гомеостаза в охлаждающей среде [9, 13]. Существенное значение также может иметь увеличение легочной вентиляции при холодовом стрессе, что также приводит к увеличению поступления в организм вредных веществ, содержащихся во вдыхаемом воздухе и увеличению их депонирования в органах дыхания [4, 10]. Известна связь охлаждающего микроклимата с производственным травматизмом [8]. Все это неизбежно влечет существенное увеличение

профессионального риска при работах на открытой территории в холодных климатических районах/

**Выводы.** 1. Работы, выполняемые на открытой территории в районах размещения промышленных предприятий в холодных климатических зонах, сопряжены с высоким риском комбинированного воздействия вредных веществ и пыли на организм в результате повышенного накопления загрязнений в приземном слое атмосферного воздуха, увеличения их ингаляционного поступления в организм, усугубления вызываемых ими вредных эффектов и снижения эффективности фильтрующих средств индивидуальной защиты органов дыхания при низких температурах воздуха в наиболее холодный период года.

2. Особенности вредного воздействия на организм вредных веществ и пыли при выполнении работы в условиях низких температур воздуха на открытой территории проявляются в существенном увеличении показателей частоты и распространенности болезней органов дыхания, системы кровообращения, глаз и несчастных случаев даже при их содержании в воздухе, не превышающем соответствующие ПДК для рабочей зоны.

3. Холодные погодные-климатические условия при организации трудовой деятельности на открытых территориях в районах размещения предприятий по добыче и металлургической переработке полезных ископаемых следует рассматривать как фактор, существенно повышающий показатель интегрального профессионального риска не только в связи с увеличением степени вредности условий труда, риска травмирования и снижения степени защищенности работников средствами индивидуальной защиты, но также и в связи с возможным потенцированием вредных эффектов, вызываемых производственными факторами в условиях холодового стресса.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьева Р.Ф., Бурмистрова О.В. Работа на холоде и последствия его воздействия на организм человека //Материалы Всероссийской научно-

- практической конференции «Производственно обусловленные нарушения здоровья работников в современных условиях». Шахты, 20-21 мая 2010г.- Шахты, 2010.– С. 281-282.
2. Гудков А.Б., Теддер Ю.Р. // Физиология человека. 1999. Т. 25, №3. С. 138-142.
  3. Загрядский В.П. Методы исследования в физиологии труда / Под ред. В.П. Загрядского. Л.: Наука, 2004. 96 с.
  4. Попова О.Н. Характеристика адаптивных реакций внешнего дыхания у молодых лиц трудоспособного возраста, жителей Европейского Севера: Автореф. дисс. д-ра мед. наук. М., 2009. 34 с.
  5. Профилактика профессиональных заболеваний, вызванных сочетанным воздействием вибрации, шума и охлаждающего микроклимата на предприятиях горнодобывающей промышленности: Методические рекомендации.- М., Минздрав России. 1995.- 23 с.
  6. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда Р 2.2.2006-05.
  7. Сборник методических указаний. МУК 4.1.0.272 - 4.1.0.340 - 96. Выпуск 31. Минздрав России. Москва. 1999.
  8. Фатеева Н.М., Колпаков В.В. Адаптация человека к условиям Крайнего Севера: влияние экспедиционно-вахтового труда на биоритмы гомеостаза, перекисное окисление липидов и антиоксидантную систему: монография. Тюмень. Шадринск: Изд-во ОГУП «Шадринский Дом Печати». 2011. 258 с.
  9. Хаснулин В.И. Введение в полярную медицину. Новосибирск: СО РАМН, 1998. 337 с.
  10. Чащин В.П., Деденко И.И. Труд и здоровье человека на Севере.- Мурманск: Кн. изд-во, 1990. 104 с.
  11. Чащин В.П., Гудков А.Б. и др. // Экология человека. 2014. №1. С. 3-12.
  12. Chashchin V. // Barent Newsletter on Occupational Health and Safety. 1998, Vol. 1. No. 3 p.80-82.
  13. Makinen T., Rytkinen M. Cold exposure, adaptation and performance //In: Health transitions in Arctic Populations /Ed. T. Kue Young and P. Bjerregaard.- University of Toronto Press Incorporated.- Toronto, 2008.- P. 245-262.
  14. Mercer J.B. //Environ. Res.- 2003.- Vol. 92.- P. 8-13.
  15. Smith-Sivertsen T, Bykov V, Melbye H, Tchachtchine V, Selnes A, Lund E. // International Journal of Circumpolar Health, 2001 Aug; 60 (3):342-59.
  16. Young T.K., Makinen T. //Am. J. Human Biol. -2010. - Vol. 22.- P. 129-133.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

*Чащин Валерий Петрович,*

главный науч. сотр. ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», заведующий кафедрой гигиены труда и профзаболеваний ГБОУ ВПО «Северо-западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова», д-р мед. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ. E-mail: valerych05@mail.ru.

*Сюрин Сергей Алексеевич,*

главный науч. сотр. ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», д-р мед. наук. E-mail: kola.reslab@mail.ru.

*Гудков Андрей Борисович,*

заведующий кафедрой гигиены и медицинской экологии ГБОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет», д-р мед. наук, профессор. тел. 8(8182) 215093.

*Попова Ольга Николаевна,*

профессор кафедры гигиены и медицинской экологии ГБОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет», д-р мед. наук, профессор. тел. 8(8182) 215093.

*Воронин Антон Юрьевич,*

аспирант кафедры гигиены труда и профзаболеваний ГБОУ ВПО «Северо-западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова».