



УДК 614.7:616-02

В.Б. Гурвич¹, А.С. Корнилов², Л.И. Привалова¹, А.Н. Лаврентьев², С.В. Ярушин¹

РИСКИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО В ГОРОДАХ С РАЗВИТОЙ МЕДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ

¹ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, ул. Попова, д. 30, Екатеринбург, Россия, 620014

²ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Свердловской области», пер. Отдельный, д. 3, Екатеринбург, Россия, 620078

Результатами исследований определен значимый вклад техногенного загрязнения среды обитания в городах с развитой медной промышленностью в индивидуальный риск для здоровья населения Свердловской области.

Ключевые слова: оценка риска для здоровья, промышленные города с развитой медной промышленностью.

V.B. Gurvich¹, A.S. Kornilov², L.I. Privalova¹, A.N. Lavrent'ev, S.V. Yarushin¹. **Health risks for residents of cities with developed copper² industry**

¹Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, 30, ul. Popova, Yekaterinburg, Russia, 620014

²Center for Hygiene and Epidemiology in the Sverdlovsk Region, 3, pereulok Otdelny, Yekaterinburg, Russia, 620078

The study results stressed considerable contribution of technogenic environmental pollution in cities with developed copper industry into individual health risk of Sverdlovsk region population.

Key words: health risk evaluation, industrial cities with developed copper industry.

Результаты проведения социально-гигиенического мониторинга (СГМ) в Свердловской области свидетельствуют о том, что по степени влияния на здоровье населения вклад санитарно-гигиенических факторов преобладает над социально-экономическими. Аналогичная ситуация отмечается и в целом по Российской Федерации. По последним данным [2] влиянию санитарно-гигиенических факторов подвержено 81,3% населения области. Для повышения методической вооруженности СГМ на аналитическом этапе и более обоснованных рекомендаций для управленческого звена в Свердловской области используется методология оценки многосредового риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, причем не только в рамках исследования отдельных зон, но и для сравнения городов или территорий на областном уровне.

С 2003 г. по настоящее время проведены работы по оценке многосредового риска (в связи загрязнением атмосферного воздуха, почвы, питьевой воды и продуктов питания [5,8]) для здоровья населения, проживающего в 14 городах Свердловской области

с общей численностью жителей свыше 3 млн человек (более 70% населения области): Асбест, Екатеринбург, Каменск-Уральский, Кировград, Краснотурьинск, Красноуральск, Нижний Тагил, Серов, Верхняя Пышма, Полевской, Реж, Сухой Лог, Первоуральск, Ревда.

Из этих городов к территориям, в которых на здоровье населения могут оказывать негативное влияние предприятия медной промышленности, относятся: Первоуральск и Ревда, рассматриваемые как один промышленный узел (предприятие «Среднеуральский медеплавильный завод»), Кировград (производство полиметаллов «Уралэлектромедь»), Красноуральск (производство черновой меди «Святогор»), Верхняя Пышма (производство рафинированной меди «Уралэлектромедь»).

Цель работы. Определение вклада техногенного загрязнения среды обитания городов с развитой медной промышленностью в наиболее значимые риски для здоровья населения, оцененные в 14 экологически неблагополучных территориях, характеризующих основной промышленный потенциал и социально-экономическое развитие Свердловской области.

Идентификация опасности и оценка зависимости «доза-ответ» выполнены на основе доступных источников с приоритетом выбора зависимостей, установленных в эпидемиологических исследованиях [7].

Для оценки экспозиции был организован мониторинг среды обитания (как минимум годичный). Отбор проб питьевой воды производился в разводящей сети посезонно с учетом особенностей существующих систем централизованного водоснабжения. Исследование загрязнения почвы производилось с учетом равномерной сети наблюдения [1]. При оценке пищевого пути экспозиции населения использованы данные мониторинга продуктов питания, реализуемых в торговых точках с наибольшим объемом продаж и продуктов, выращенных и произведенных в местных условиях (овощи, фрукты, грибы, варенье). Изучение объема их потребления разными группами населения проведено методом анкетирования [6]. Рассчитаны приземные концентрации химических веществ с учетом выбросов от основных промпредприятий и автотранспорта [3,4].

Результаты характеристики многосредового риска для здоровья населения свидетельствуют, что наиболее значимыми в Свердловской области являются:

— ингаляционный риск преждевременной смертности от воздействия взвешенных частиц (PM_{10} и $PM_{2,5}$) и диоксида серы, канцерогенные риски бенз(а)пирена, формальдегида, риск токсического действия диоксида азота;

— многосредовой риск задержки психического развития детей в связи с воздействием свинца (оцененный на основе биокинетического моделирования его содержания в крови), суммарный канцерогенный риск, риск поражения почечных канальцев соединениями кадмия.

При ингаляционной экспозиции населения наиболее значимы риски ежегодной дополнительной смертности (табл. 1).

Таблица 1

Количество прогнозируемых случаев смерти в год в связи с воздействием взвешенных частиц и диоксида серы

Город	PM_{10} и $PM_{2,5}$		Диоксид серы	
	всего	на 1000 населения	всего	на 1000 населения
Первоуральск	28	0,201	7	0,05
Ревда	15	0,224	6	0,09
Кировград	7	0,332	0,47	0,02
Красноуральск	12	0,348	4	0,12
Верхняя Пышма	4	0,092	0,34	0,01
<i>Итого по городам с медной промышленностью</i>	66	0,216	18	0,06
<i>Итого по 14 экологически неблагоприятным городам</i>	2 867	1,223	118	0,05

В связи с воздействием взвешенных частиц в рассматриваемых пяти городах с предприятиями медной

промышленности прогнозируется 66 случаев смерти в год (в основных промышленных городах Свердловской области — 2867 случаев), а в связи с воздействием диоксида серы — 18 случаев (в основных промышленных городах — 118 случаев). Несмотря на относительно малый вклад загрязнения атмосферы в городах с предприятиями медной промышленности в общий популяционный риск дополнительной смертности населения (2,3% по взвешенным частицам и 15,2% по диоксиду серы), обращает на себя внимание величина интенсивного показателя смертности (0,06 на 1000 населения) в связи с воздействием диоксида серы (близкая по смыслу к индивидуальному риску), превышающая аналогичный показатель по основным городам области (0,05 на 1000 населения) в 1,2 раза. Наиболее высокие интенсивные показатели риска смертности в связи с воздействием диоксида серы, превышающие как среднее значение по массиву из пяти городов с медной промышленностью, так и аналогичный показатель по основным городам области, прогнозируются в Ревде и Красноуральске. Средний показатель дополнительной смертности в связи с экспозицией взвешенных частиц (1,223 на 1000 населения), характеризующий все основные промышленные города области, превышает аналогичный, рассчитанный для городов с развитой медной промышленностью (0,216 на 1000 населения) в 5,7 раза.

Учитывая, что ингаляционное воздействие бенз(а)пирена в основных промышленно развитых городах области, где данный загрязнитель атмосферы с его многосредовой экспозицией был обоснован как приоритетный, прогнозируется 164 дополнительных случая онкологических заболеваний на протяжении всей жизни популяции (табл. 2). Исходя из представленных показателей, вклад загрязнения атмосферы бенз(а)пиреном в общий канцерогенный риск для здоровья населения Свердловской области минимальный (популяционный риск намного меньше одного случая, индивидуальный канцерогенный риск в соответствии с [3] относится к первому диапазону). Для канцерогенного риска формальдегида характерна аналогичная ситуация (табл. 3).

Таблица 2

Показатели канцерогенного риска для здоровья населения в связи с ингаляционным воздействием бенз(а)пирена

Город	CR ¹	Диапазон	PCR ²
Первоуральск	$1,9 \times 10^{-7}$	1-й	0,04
Ревда	$1,7 \times 10^{-8}$	1-й	0,003
Кировград	$2,1 \times 10^{-7}$	1-й	0,004
Красноуральск	—	—	—
Верхняя Пышма	$1,5 \times 10^{-9}$	1-й	0,0001
<i>Итого по городам с медной промышленностью</i>	$1,0 \times 10^{-7}$	1-й	0,04
<i>Итого по 14 экологически неблагоприятным городам</i>	$4,2 \times 10^{-5}$	2-й	164

Примечания к табл. 2, 3, 6: 1 — индивидуальный канцерогенный риск; 2 — популяционный канцерогенный риск.

Таблица 3

Показатели канцерогенного риска в связи с воздействием формальдегида

Город	CR ¹	Диапазон	PCR ²
Первоуральск	$3,1 \times 10^{-6}$	2-й	0,5
Ревда	$8,0 \times 10^{-7}$	1-й	0,1
Кировград	$1,3 \times 10^{-7}$	1-й	0,003
Красноуральск	–	–	–
Верхняя Пышма	$6,0 \times 10^{-7}$	1-й	0,03
<i>Итого по городам с медной промышленностью</i>	$1,2 \times 10^{-6}$	2-й	0,7
<i>Итого по 14 экологически неблагоприятным городам</i>	$5,8 \times 10^{-6}$	2-й	41

В связи с воздействием диоксида азота на уровне расчетных максимальных разовых концентраций (табл. 4), средняя величина коэффициента опасности (HQ = 1,7), характеризующая область в целом, свидетельствует о высокой вероятности проявления неблагоприятных эффектов.

Таблица 4

Коэффициенты опасности (HQ) при остром и хроническом воздействии диоксида азота

Город	HQ при остром воздействии	HQ при хроническом воздействии
Первоуральск	0,72	0,3
Ревда	0,40	1,4
Кировград	–	–
Красноуральск	0,21	0,04
Верхняя Пышма	0,4	0,2
<i>Итого по городам с медной промышленностью</i>	0,4	0,5
<i>Итого по 14 экологически неблагоприятным городам</i>	1,7	0,7

Средний вклад загрязнения атмосферы данным газом в городах с предприятиями медной промышленности (HQ=0,4) в коэффициент опасности, характеризующий область в целом — 24%. При оценке воздействия диоксида азота на уровне среднегодовых расчетных концентраций средние величины коэффициентов опасности, характеризующих загрязнение атмосферы в городах с предприятиями медной промышленности и в основных промышленно развитых муниципальных образованиях Свердловской обла-

сти, находятся примерно на одном уровне (HQ=0,5 и HQ=0,7, соответственно). Из всех рассматриваемых городов средний коэффициент опасности, превышающий 1,0, характерен только для Ревды (HQ=1,4 при хроническом воздействии диоксида азота).

При **многосредовой** экспозиции наиболее значимым риском для здоровья является задержка психического развития (ЗПР) детского населения под воздействием неорганических соединений свинца. Прогнозируемые неблагоприятные эффекты, оцененные на основе биокинетического моделирования содержания свинца в крови, показаны в табл. 5.

В 14 экологически неблагополучных городах прогнозируется 659 случаев задержки психического развития у детей дошкольного возраста. Загрязнение среды обитания свинцом на территориях с развитой медной промышленностью формирует основной вклад в риск для здоровья населения. Популяционный риск ЗПР у детей в рассматриваемых пяти городах составляет 192 случая, т. е. порядка 30% от аналогичного показателя, характеризующего область в целом. Интенсивный показатель (8,73 на 1000 населения), близкий по смыслу к индивидуальному риску, превышает аналогичную величину для основных промышленно развитых городов области (5,26 на 1000 населения) в 1,7 раза. Основной «вкладчик» в данный показатель риска для здоровья — город Кировград, в котором прогнозируется 89,24 случаев ЗПР на 1000 детей дошкольного возраста.

В табл. 6 представлены показатели риска для здоровья в связи с суммарным воздействием канцерогенов.

Таблица 6

Показатели суммарного канцерогенного риска

Город	CR ¹	Диапазон	PCR ²
Первоуральск	$1,9 \times 10^{-3}$	4-й	302
Ревда	$8,1 \times 10^{-4}$	3-й	57
Кировград	$1,1 \times 10^{-2}$	4-й	193
Красноуральск	$3,0 \times 10^{-3}$	4-й	87
Верхняя Пышма	$2,0 \times 10^{-3}$	4-й	72
<i>Итого по городам с медной промышленностью</i>	$3,8 \times 10^{-3}$	4-й	711
<i>Итого по 14 экологически неблагоприятным городам</i>	$4,5 \times 10^{-3}$	4-й	7 265

При **многосредовой** экспозиции населения к канцерогенным химическим соединениям в пяти городах

Таблица 5

Риски для здоровья в связи с многосредовым воздействием свинца

Город	Уровень содержания свинца в крови, мкг/дл	Задержка психического развития	
		всего	на 1000 населения
Первоуральск	2,0	12	1,24
Ревда	2,6	39	7,20
Кировград	5,0	117	89,24
Красноуральск	3,4	21	12,82
Верхняя Пышма	2,3	3	0,76
<i>Итого по городам с медной промышленностью</i>	3,1	192	8,73
<i>Итого по 14 экологически неблагоприятным городам</i>	2,7	659	5,26

с предприятиями медной промышленности прогнозируется 711 случаев злокачественных новообразований (в основных промышленных городах области — 7265 случаев). Вклад техногенного загрязнения среды обитания в городах с развитой медной промышленностью в показатель популяционного риска, характеризующий область в целом — 9,8%. В обеих сравниваемых группах территорий величины суммарного индивидуального канцерогенного риска находятся в одном диапазоне [3].

В табл. 7 показаны результаты характеристики риска для здоровья населения в связи с многосредовым воздействием кадмия.

Таблица 7

Прогнозируемое количество случаев токсического поражения почечных канальцев в связи с многосредовым воздействием кадмия

Город	Число	на 1000 населения
Первоуральск	3676	26,4
Ревда	1775	26,6
Кировград	6005	284,7
Красноуральск	1795	52,1
Верхняя Пышма	1519	34,9
<i>Итого по городам с медной промышленностью</i>	14 770	48,4
<i>Итого по 14 экологически неблагополучным городам</i>	139 468	59,5

В рассматриваемых пяти городах с предприятиями медной промышленности прогнозируется 14 770 случаев токсического поражения почечных канальцев у населения, что составляет 10,6% от аналогичного показателя в основных промышленных городах области (139 468 случаев). Интенсивный показатель прогнозируемой заболеваемости населения, проживающего в рассматриваемых пяти городах (48,4 на 1000 населения), не превышает аналогичную величину, характеризующую Свердловскую область в целом (59,5 на 1000 населения).

Выводы. 1. Установлен значимый вклад техногенного загрязнения среды обитания в городах с развитой медной промышленностью в индивидуальный риск для здоровья населения в определение дополнительной смертности в связи с ингаляционным воздействием диоксида серы, задержки психического развития детей дошкольного возраста от многосредовой экспозиции свинца и возникновения злокачественных новообразований при многосредовом поступлении в организм химических канцерогенов. 2. Материалы и результаты исследования подтверждают целесообразность проведения медицинской реабилитации экологически обусловленного здоровья населения, проживающего в неблагоприятных условиях, а также необходимость нормативно-правового регулирования вопроса о возможности обязательного и добровольного его страхования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест: МУ 2.1.7.730–99. — М., 1999. — 21 с.
2. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Свердловской области в 2014 г.». — Екатеринбург, 2015. — 252 с.

3. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий: ОНД–86. — Л., 1987. — 96 с.

4. Методические указания по расчету осредненных за длительный период концентраций выбрасываемых в атмосферу вредных веществ. — СПб., 2005. — 17 с.

5. Методология оценки риска загрязнения среды обитания для здоровья населения. — М., 1999. — 63 с.

6. Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических загрязнителей пищевых продуктов на население: МУ 2.3.7.2519–09. — М., 2009. — 26 с.

7. Оценка риска как инструмент социально-гигиенического мониторинга / Б.А. Кацнельсон, Л.И. Привалова, С.В. Кузьмин и др. — Екатеринбург, 2001. — 244 с.

8. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р 2.1.10.1920–04. — М., 2004. — 143 с.

REFERENCES

1. Hygienic evaluation of soils quality in settlements: MU 2.1.7.730–99. — Moscow, 1999; 21 p (in Russian)
2. Governmental report «On state of sanitary epidemiologic well-being of population in Sverdlovsk region in 2014». — Yekaterinburg, 2015. — 252 p. (in Russian).
3. Method to calculate air concentrations of chemical hazards in industrial releases: OND–86. — Leningrad, 1987. — 96 p. (in Russian).
4. Methodic recommendations on calculation of chemical hazards concentrations, released into atmosphere and averaged through long periods. — St-Petersburg, 2005. — 17 p. (in Russian).
5. Methodology of evaluating risk of environmental pollution for public health. — Moscow, 1999. — 63 p. (in Russian).
6. Measurement of exposure and evaluation of risk caused in population by influence of chemicals polluting foods: MU 2.3.7.2519–09. — Moscow, 2009. — 26 p. (in Russian).
7. B.A. Katsnel'son, L.I. Privalova, S.V. Kuz'min, et al. Risk evaluation as an instrument of social hygienic monitoring. — Yekaterinburg, 2001. — 244 p. (in Russian).
8. Manual on evaluating public health risk under exposure to chemicals polluting environment: R 2.1.10.1920–04. — Moscow, 2004. — 143 p. (in Russian).

Поступила 15.08.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Гурвич Владимир Борисович (Gurvich V.B.),
дир. ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, д-р мед. наук. E-mail: gurvich@ymrc.ru.
- Корнилов Алексей Сергеевич (Kornilov A.S.),
зав. отд. СГМ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Свердловской обл., канд. мед. наук. E-mail: kornilov_as@66.rosпотребнадзор.ru.
- Привалова Лариса Ивановна (Privalova L.I.),
зав. лаб. научных основ биологической профилактики ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф. E-mail: privalova@ymrc.ru.
- Лаврентьев Алексей Николаевич (Lavrent'ev A.N.),
зам. гл. вр. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Свердловской обл.». E-mail: lavrentev_an@66.rosпотребнадзор.ru.
- Ярушин Сергей Владимирович (Yarushin S.V.),
зав. лаб. СГМ и управления риском ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора. E-mail: sergeyy@ymrc.ru.

УДК 603.6

Е.А. Базарова^{1,2}, О.Ф. Рослый², Л.Я. Тартаковская², Н.А. Рослая³, Э.Г. Плотко², А.А. Федорук², И.С. Ошеров¹,
О.В. Порфирьева¹

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА

¹Медицинское учреждение «Медико-санитарная часть «Тирус», ул. Парковая, 1, г. Верхняя Салда, Свердловская область, Россия, 624760

²ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, ул. Попова, д. 30, Екатеринбург, Россия, 620014

³ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Репина, д. 3, г. Екатеринбург, Россия, 620028

Авторы предлагают дополнить методику оценки индивидуального профессионального риска тремя блоками профессиональных и непрофессиональных факторов риска: индексом соблюдения требований санитарного законодательства по результатам экспертной оценки; индексом образа жизни, учитывающим индивидуальные поведенческие и биологические факторы риска; индексом социального благополучия, учитывающим социально-экономические и социально-психологические факторы риска на рабочем месте.

Ключевые слова: поведенческие факторы риска, индивидуальный профессиональный риск.

E.L. Bazarova^{1,2}, O.F. Roslyi², L.Ya. Tartakovskaya², N.A. Roslaya³, E.G. Plotko², A.A. Fedoruk², I.S. Osherov¹, O.V. Porfir'eva¹. **Improvement in methodology of occupational risk evaluation**

¹Medical-sanitation department Tirus, Verkhnyaya Salda, 1, ul. Parkovaya, Verkhnyaya Salda, Sverdlovskaya oblast', Russia, 624760

²Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, 30, ul. Popova, Yekaterinburg, Russia, 620014

³Ural State Medical University, Repina St. 3, Yekaterinburg, Russia, 620028

The authors suggest to supplement a method evaluating individual occupational risk with three blocks of occupational and non-occupational risk factors: index of sanitary legislation requirements fulfilment according to experts evaluation; lifestyle index with individual biologic and behavioral risk factors consideration; index of social well-being, considering social economic and social psychologic risk factors at workplace.

Key words: behavioral risk factors, individual occupational risk.

С утверждением методических рекомендаций, разработанных НИИ медицины труда РАМН и Клиническим институтом охраны и условий труда, появился реальный инструмент для оценки индивидуального профессионального риска (ИПР) и информирования о нем работников [5]. В соответствии с рекомендациями при определении одночислового показателя ИПР учитывают результаты гигиенической оценки условий труда, обеспеченность СИЗ и травмоопасность по данным аттестации рабочих мест (АРМ), состояние здоровья путем отнесения работника к одной из групп диспансеризации по результатам периодических медицинских осмотров (ПМО), количество профессиональных заболеваний и травм на рабочем месте, стаж работы во вредных условиях труда и возраст — важнейшие детерминанты здоровья человека на производстве. В опубликованной в литературе дискуссионной статье производится сравнение трех наиболее часто используемых в практике методики оценки ИПР [13], которые, по нашему мнению, дополняют друг друга и увеличивают степень доказанности риска.

В приказе МЗ СССР №770 (1986 г.) в основу классификации пяти групп диспансеризации положена общесоматическая отягощенность (здоровые лица, практически здоровые, больные — с компенсированным, субкомпенсированным и декомпенсированным течением заболеваний), исходя из нарастания тяжести заболеваний. В первоначальном варианте методики ИПР предлагалось учитывать количество и длительность случаев нетрудоспособности по болезни у работника за год, наличие медицинских противопоказаний к работе в профессии и ранних признаков воздействия на организм производственных факторов. В утвержденном варианте методики к 3-й группе отнесены лица, нуждающиеся в дополнительном обследовании и лечении в амбулаторных условиях, к 4-й — в стационаре, к 5-й — лица, имеющие показания для высокотехнологичной медицинской помощи [5]. Хотелось бы предложить классификацию групп диспансеризации применительно к профессиональным заболеваниям: 1-я — практически здоровые работники, не имеющие субъективных и объективных признаков заболеваний;

2-я — работники с риском развития профессиональных заболеваний; 3-я — лица с общесоматическими заболеваниями; 4-я — работники с предварительным диагнозом профессионального заболевания; 5-я — больные с профессиональными заболеваниями [10].

Для оценки ИПР недостаточно определения уровней, воздействующих на рабочем месте факторов производственной среды. Разработанная Н.Ф. Измеровым и Э.И. Денисовым схема управления ПР предполагает учет при оценке эффективной экспозиции усугубляющего и нормализующего влияния всего комплекса профессиональных и непрофессиональных факторов [11]. Предлагаем выделить три блока дополнительных факторов, не учитываемых при специальной оценке условий труда (СОУТ): социального благополучия, факторы образа жизни и выполнение требований санитарного законодательства.

При оценке условий труда по Руководству Р 2.2.2006–05 в настоящее время не учитываются социально-психологические производственные факторы, которые оказывают несомненное влияние на здоровье и работоспособность [6]. Основным принципом изучения психосоциальных проблем является учет и анализ индивидуального мнения работников относительно восприятия и значимости для них тех или иных факторов с использованием стандартизованных методик анкетирования, опроса и интервью. Участие работника в оценке ИПР делает модель оценки риска более демократичной. Для оценки социально-психологических факторов утверждены методические рекомендации, разработанные НИИ медицины труда РАМН с учетом опыта ВОЗ и Финляндии [8]. По нашему мнению, следует включить их отдельным блоком при оценке ИПР, выделив из них эргономические показатели, подлежащие самостоятельной оценке, и критерии социального благополучия в одночисловом индексе, включающем социально-экономические и социально-психологические факторы.

Классик российской гигиены труда Ф.Ф. Эрисман при описании факторов, влияющих на здоровье рабочих, уже в XIX веке учитывал уровень заработной платы и условия найма. Хорошо известно его высказывание «Лишите гигиену ее общественного характера, и вы нанесете ей смертельный удар...» [15]. Для оценки величины заработной платы предлагаем использовать ее градацию по покупательской способности: повышенная (более трех потребительских корзин в данном административно-территориальном образовании) — (–2) балла; средняя (от 2,5 включительно до 3 потребительских корзин) — 0 баллов; низкая (от 2 включительно до 2,5 потребительских корзин) — (+2) балла; очень низкая (менее 2 потребительских корзин) — (+4) балла. Научным обоснованием подобного разделения является тот факт, что в регионах, где покупательская способность превышает стоимость трех потребительских корзин, уровень смертности от всех основных классов болезней был достоверно меньшим, чем по России в целом [2]. Удовлетворенность рабо-

той, условиями труда, здоровьем и жизнью в целом выявляется по самооценке жителей по оценочной шкале: «да» (–1 балл), «скорее да, чем нет» (0 баллов), «скорее нет, чем да» (1 балл), «нет» (2 балла) или ее аналогу — качественной оценке «отлично» (–1), «хорошо» (0), «удовлетворительно» (1), «неудовлетворительно» (2). Оценка индивидуального профессионального риска по социально-психологическим критериям проводится по методическим рекомендациям НИИ медицины труда РАМН [8] с учетом вероятности ситуаций нагрузки и тяжести потенциальных последствий. Данную методику предлагаем дополнить тремя показателями — оценкой социально-психологической адаптации (по К. Роджерсу и Р. Даймонду), степени эмоционального выгорания (по В.В. Бойко) [9] и качества жизни (по опроснику «MOS SF 36»). Качество жизни наиболее полно по структуре отражает дефиницию здоровья ВОЗ как состояния полного физического, социального и психологического благополучия человека [7].

Второй блок показателей — выполнение требований санитарного законодательства (ВСЗ) в области охраны труда и промышленной санитарии. Индекс ВСЗ оценивается по табл. 1 путем экспертной оценки с использованием метода санитарного описания. В качестве примера можно привести рабочие места, условия труда на которых при АРМ отнесены к допустимому классу, но не отвечающие требованиям санитарных правил: кабинеты при работе с ПЭВМ без соблюдения требуемой площади на одного работника, работа с абразивами и смазочно-охлаждающими жидкостями при отсутствии вытяжной вентиляции, отсутствие душевых при работе с токсичными веществами, грибковое поражение стен, способствующее аллергическим заболеваниям.

Третий блок — индивидуальные поведенческие и биологические факторы риска, для уровней которых определяющее значение имеет образ (стиль) жизни. Индекс образа жизни (ОЖ) предлагаем рассчитывать по табл. 2. Указанные в таблице факторы являются наиболее значимыми факторами риска смертности и нетрудоспособности в России [1]. Уровни общего холестерина (ОХН) и глюкозы в сыворотке крови, артериального давления (АД) оцениваются по данным ПМО, факторы: курение, злоупотребление алкоголем, нерациональное питание, недостаточная физическая активность, психоэмоциональный стресс,отягощенная наследственность — путем анкетирования или опроса, избыточную массу тела — путем расчета индекса массы тела (ИМТ) по результатам антропометрических измерений (рост, вес), которые удобнее совместить с ПМО. Оценку мы предлагаем проводить альтернативно — по наличию фактора риска или превышению его нормативного уровня (1 балл) или его отсутствию (0 баллов). К примеру, работник не курит — 0 баллов, курит — 1 балл. Уровень ОХН равен или превышает 5,0 ммоль/л — 1 балл, меньше 5,0 ммоль/л — 0 баллов. Уровень глюкозы превышает 6,1 ммоль/л — 1

Таблица 1

Критерии для расчета индекса ВСЗ

Баллы	Показатель
Усугубляющие факторы	
+1	Отсутствие аттестации рабочих мест по условиям труда
+1	Отсутствие производственного контроля уровней ВПФ
+1	Недостаточность площади и объема на одного работающего
+1	Отсутствие вентиляции или ее несоответствие проекту и нормативам
+1	Несоблюдение требований по санитарному содержанию помещений (отсутствие ремонтов, грибковое поражение стен) и специальных требований, в зависимости от специфики производства: к примеру, на участках с пылевыделением — уборка сухим способом, негерметичность оборудования, отсутствие обеспыливания спецодежды, с применением свинца — отсутствие санитарных дней с обработкой поверхностей раствором уксусной кислоты, при работе с СОЖ и ТС — несвоевременная замена СОЖ, отсутствие чистки систем ее рециркуляции, отсутствие санэпид-заключения на СОЖ и др.)
+1	Отсутствие разработанных режимов труда и отдыха и (или) их несоблюдение, отсутствие возможности отдыха в незагазованной звукоизолированной комнате отдыха
+1	Отсутствие необходимых по санитарному законодательству лечебно-профилактических мероприятий (ингаляций, ручных и ножных ванн, суховоздушного массажа с элементами гранулированной загрузки, кабинетов психофизиологической разгрузки, выдачи витаминов, фотариев и др.)
+1	Отсутствие горячего и (или) лечебно-профилактического питания, выдачи молока, пектинсодержащих продуктов
+1	Необеспеченность работников доброкачественной питьевой водой, на горячих участках — газированной водой, чаем
+1	Отсутствие или неполная обеспеченность необходимыми по нормам санитарно-бытовыми помещениями (гардеробными с индивидуальными шкафчиками, душевыми, туалетами и др.)
+1	Нецентрализованная стирка спецодежды в домашних условиях
+1	Отсутствие аптек первой медицинской помощи
+1	Отсутствие периодических медицинских осмотров работников в контакте с вредными и опасными производственными факторами
+1	Отсутствие цеховых здравпунктов
+1	Отсутствие системы информирования о существующем профессиональном риске и путях его снижения, гигиенического обучения основам промышленной санитарии и профилактики профессиональных заболеваний
Нормализующие факторы	
-1	Наличие у предприятия своей медсанчасти
-1	Наличие в составе бытовых помещений предприятия сауны, бассейна, тренажерного зала, зала для занятий настольным теннисом, спортивных площадок и других мест для занятий физкультурой
-1	Наличие разработанных и внедренных комплексов внутрисменной и послесменной реабилитации (ручной и аппаратный массаж, гидромассаж, кислородный коктейль, галопродуры, физиотерапевтические процедуры, комплексы биопрофилактики и др.)
-1	Наличие возможности ежегодного санаторно-курортного лечения в отпускной период в экологически чистой местности с частичной или полной оплатой путевок предприятием

балл, меньше 6,1 ммоль/л — 0 баллов. Употребляет работник в сутки более 24 г чистого алкоголя (более 75 г водки или коньяка, или более 150 г крепленых вин, или более 300 г сухих вин, или более 495 г пива) для мужчин или более 16 г чистого алкоголя в сутки (более 50 г водки или коньяка, или более 100 г крепленых вин, или более 200 г сухих вин, или более 330 г пива) женщинами — 1 балл, менее указанного количества — 0 баллов. Полное отсутствие физической активности или занятия физическими упражнениями реже 3 раз в неделю и менее, чем по 25–30 минут на одно занятие (включая быструю ходьбу, танцы, езду на велосипеде, бег и другие виды физической активности) оценивается в 1 балл. Стресс, оцениваемый по наличию следующего состояния: «часто нервничаю, испытываю постоянное чувство беспокойства, тревоги, нехватки времени, напряжения, усталости, нарушение сна», — 1 балл. Для более точной оценки каждый фактор может быть детализирован по шкале от 0 до 1 балла в соответствии с общепринятыми градациями [3,12].

К примеру, при оценке фактора курения за каждый из 10 баллов по тесту Фагерстрема (определение степени никотиновой зависимости) — 0,1 балл. При этом 0–2 балла по шкале Фагерстрема оцениваются как очень слабая, 3–4 — слабая, 5 — средняя, 6–7 — высокая и 8–10 баллов — очень высокая степень зависимости. ИМТ следует оценивать по шкале: 18,5–24,9 — нормальный вес — 0 баллов; 25,0–29,9 — избыточная масса тела, предожирение — 0,3 балла; 30,0–34,9 — ожирение I степени — 0,5 балла; 35,0–39,9 — ожирение II степени — 0,8 балла; 40,0 и более — ожирение III степени — 1 балл. Артериальное давление в мм рт.ст. предлагаем оценивать по шкале: оптимальное (систолическое артериальное давление САД менее 120, диастолическое артериальное давление ДАД менее 80) — 0 баллов; нормальное (САД 120–129, ДАД 80–84) — 0,1 балла; высокое нормальное (САД 130–139, ДАД 85–89) — 0,2 балла; степень 1 артериальной гипертонии, мягкая (САД 140–159, ДАД 90–99) — 0,8 балла; степень 2 артериальной гипертонии, уме-

ренная (САД 160–169, ДАД 100–109) — 0,9 балла; степень 3 артериальной гипертензии, тяжелая (САД от 180 включительно и выше, ДАД 110 включительно и выше) — 1 балл.

Таблица 2

Критерии для расчета индекса ОЖ

Бал- лы	Показатель
+1	Курение
+1	Злоупотребление алкоголем
+1	Повышенное артериальное давление
+1	Повышенный индекс массы тела
+1	Повышенный уровень общего холестерина в сыворотке крови
+1	Повышенный уровень глюкозы в сыворотке крови
+1	Недостаточная физическая активность j
+1	Нерациональное питание (в частности, употребление в пищу менее 400 г овощей и фруктов ежедневно)
+1	Психоэмоциональный стресс
+1	Отягощенная наследственность (по инфаркту, инсульту, сахарному диабету, злокачественным новообразованиям)

Итоговую оценку ИПР предлагаем проводить, введя одночисловые показатели ВСЗ, СБ и ОЖ в общую формулу оценки ИПР отдельными слагаемыми с пересмотром итоговой шкалы оценок ИПР. В качестве второго варианта следует использовать модель без подсчета одночислового значения: вначале риск оценивать отдельно по каждому блоку показателей, затем итоговый уровень ИПР устанавливать по фактору с наивысшим риском. Для повышения степени доказанности ИПР рекомендуем определять биологический возраст работника, количество токсичных веществ в биосубстратах, исследовать сдвиги физиологических функций организма в динамике рабочей смены [4,14].

Выводы. 1. Предлагаемая методика оценки индивидуального профессионального риска прошла частичную апробацию в условиях крупного металлургического производства. Результаты апробации свидетельствуют с одной стороны о трудоемкости ее выполнения, с другой — позволяют персонифицировать программы управления профессиональными рисками для занятых во вредных условиях труда, с учетом индивидуальных особенностей отдельных работников. 2. Принятие новых подходов поможет реализовать концепцию приемлемого профессионального риска, что даст возможность подобрать для каждого работника оптимальный комплекс профилактических и реабилитационных мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андриянова О.В., Максимов Д.М. // М-алы IV Уральского конгресса по формированию здорового образа жизни. — Екатеринбург: Правительство Свердловской обл, 2012. — С. 3–8.
2. Величковский Б.Т. // Жизнеспособность нации. Роль социального стресса и генетических процессов в популяции в

развитии демографического кризиса и изменении состояния здоровья населения России. — М.: РАМН, 2009. — 175 с.

3. Диагностика и коррекция нарушений липидного обмена с целью профилактики и лечения атеросклероза. Росс. рекомендации. IV пересмотр. Всеросс. научн. об-во кардиологов. — М, 2009. — 80 с.

4. Медицина труда при электролитическом получении алюминия. / Под ред. проф. О.Ф. Рослого, проф. Е.И. Лихачевой. — Екатеринбург, 2011. — 160 с.

5. Методика расчета индивидуального профессионального риска в зависимости от условий труда и состояния здоровья работника: Методические рекомендации. Утв. предс. Научного совета 45 Минздравсоцразвития России и РАМН «Медико-экологические проблемы здоровья работающих» 23.06.2011.

6. Нестеренко Е.И. // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. — 1999. — №3. — С. 7–9.

7. Новик А.А., Ионова Т.Н. // Рук-во по оценке качества жизни в медицине. — СПб.: Издат. дом Нева. — М.: ОЛМА ПРЕСС Звездный мир, 2002. — 320 с.

8. Оценка значимости психосоциальных факторов для формирования здоровья работников: методические рекомендации. Утв. Научным советом Минздравсоцразвития России и РАМН «Медико-экологические проблемы здоровья работающих» 13.06.2006.

9. Практическая психодиагностика. Методика и тесты. Редактор-составитель Д.Я. Райгородский. — Самара: Издат. Дом «БАХРА-М», 2006. — 672 с.

10. Приказ Минздрава Свердловской обл. от 06.09.2006 №693-п «О введении в действие территориального стандарта «Клинико- организационное руководство по оказанию медицинской помощи больным с профессиональными заболеваниями органов дыхания».

11. Профессиональный риск для здоровья работников: Руководство. — М.: Тривант, 2003. — 448 с.

12. Руководство по профилактике в первичном здравоохранении. Адаптированный вариант рекомендаций ВОЗ «Prevention in primary care». /Под ред. И. С. Глазунова, Р.Г. Оганова, Н.В. Перовой, Р.А. Потемкиной. — ГНИЦ профилактической медицины Минздрава РФ. — М., 2000. — 217 с.

13. Симонова Н.И., Низяева И.В., Назаров С.Г. и др. // Мед. труда и пром. экология. — 2012. — №1. — С. 13–19.

14. Собчик Л.Н. Модифицированный восьмицветовой тест Люшера. МЦВ — метод цветковых выборов. — СПб.: Изд-во Речь, 2001. — 112 с.

15. Эрисман Ф.Ф. //Избранные труды. Т. 1. — М., 1959. — С. 552.

REFERENCES

1. Andriyanova O.V., Maksimov D.M. Materials of IV Ural congress on healthy lifestyle formation. Sverdlovs regional government. — Yekaterinburg, 2012. — P. 3–8 (in Russian).
2. Velichkovskiy B.T. Nation vitality. Role of social stress and genetic processes in population for demographic crisis and public health changes in Russia. — Moscow: RAMN, 2009. — P. 175 p (in Russian).
3. Diagnosis and correction of lipid metabolism disorders for prevention and treatment of atherosclerosis. Russian

recommendations. IV revision. Russian Cardiologists Society. — Moscow, 2009. — P. 80 p (in Russian).

4. O.F. Roslyi, E.I. Likhachova, eds. Occupational medicine for electrolytic aluminium production. — Yekaterinburg, 2011. — 160 p. (in Russian).

5. Method to calculate individual occupational risk in dependence on work conditions and worker's health state: Methodic recommendations. Approved by Chairman of 45 Scientific Council with RF Ministry of Health and social development and RAMSc «Medical and ecologic problems of workers' health» 23/06/2011 (in Russian).

6. Nesterenko E.I. // Profilaktika zabolevaniy i ukreplenie zdorov'ya. — 1999. — 3. — P. 7–9 (in Russian).

7. Novik A.A., Ionova T.N. Manual on evaluation of life quality in medicine. — St-Petersburg: Izdatel'skiy dom Neva. — Moscow; OLMA PRESS Zvezdnyy mir, 2002. — 320 p. (in Russian).

8. Evaluation of psychosocial factors significance for workers' health formation: methodic recommendations. Approved by Scientific Council with RF Ministry of Health and social development and RAMSc «Medical and ecologic problems of workers' health» 13/06/2006 (in Russian).

9. D.Ya. Raigorodskiy, ed. Practical psychodiagnostics. Method and tests. — Samara: Izdatel'skiy Dom «BAKhrA-M», 2006. — 672 p. (in Russian).

10. Sverdlovsk regional Health Ministry order on 06/09/2006 N 693p «On implementation of territorial standard «Clinical organizational manual on medical care for patients with occupational respiratory diseases» (in Russian).

11. Occupational risk for workers' health. Manual. — Moscow: Trovant, 2003. — 448 p. (in Russian).

12. I. S. Glazunov, R.G. Oganov, N.V. Perova, R.A. Potemkina, eds. Manual on prevention in primary health care. Adapted version of WHO recommendations «Prevention in primary care». GNITs profilakticheskoy meditsiny Minzdrava RF. — Moscow: 2000. — 217 p. (in Russian).

13. Simonova N.I., Nizyaeva I.V., Nazarov S.G., et al. // Industr. med. — 2012. — 1. — p. 13–19 (in Russian).

14. Sobchik L.N. Modified 8-colors Luscher test. Color choice method. — St-Petersburg: Izd-vo Rech', 2001. — 112 p. (in Russian).

15. Erisman F.F. Selected works. Vol 1. — Moscow, 1959. — P. 552 (in Russian).

Поступила 15.08.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Базарова Екатерина Ливерьевна (Bazarova E.L.),
вр. по гиг. труда МСЧ Тирус, канд. мед. наук. E-mail: basarova@vsmpro.ru.

Рослый Олег Федорович (Roslyi O.F.),
зав. отд. мед. труда ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, д-р. мед. наук, проф. E-mail: roslyof@vmrc.ru.

Тартаковская Любовь Яковлевна (Tartakovskaya L.Ya.),
вед. науч. сотр. отд. мед. труда ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, докт. мед. наук, проф.

Рослая Наталья Алексеевна (Roslaya N.A.),
доц. каф. организации здравоохранения ФГБОУ ВО УГМУ, д-р мед. наук.

Плотко Эдуард Григорьевич (Plotko E.G.),
гл. науч. сотр. ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, д-р. мед. наук, проф.

Федорук Анна Алексеевна (Fedoruk A.A.),
вед. науч. сотр., зав. лаб. факторов проф. риска ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП, канд. мед. наук.

Ошеров Илья Семенович (Osharov I.S.),
гл. врач МСЧ Тирус, засл. вр. РФ. E-mail: osharov@vsmpro.ru.

Порфирьева Ольга Викторовна (Porfir'eva O.V.),
клин. психолог МСЧ «Тирус».

УДК 613.6

О.Ф. Рослый¹, А.А. Федорук¹, В.О. Рузаков¹, Н.А. Рослая², Е.Л. Базарова³, Т.В. Слышкина¹, Л.Я. Тартаковская¹

МЕДИЦИНА ТРУДА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И ОБРАБОТКЕ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ МЕДИ

¹ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий»
Роспотребнадзора, ул. Попова, д. 30, Екатеринбург, Россия, 620014

²ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Репина, д. 3, г. Екатеринбург,
Россия, 620028

³Медицинское учреждение «Медико-санитарная часть «Тирус», ул. Парковая, 1, г. Верхняя Салда, Свердловская область,
Россия, 624760

При выплавке медных сплавов работники, занятые их получением, подвергаются воздействию неблагоприятных факторов производства, ведущим из которых является высокодисперсная пыль сложного химического состава. У рабочих основных профессий формируется повышенный уровень заболеваемости органов дыхания, пищеварения, периферической нервной системы, что требует реализации комплекса мер как по оздоровлению условий труда, так и проведению медико-профилактических мероприятий.

Ключевые слова: производство меди, медицина труда.

O.F. Roslyi¹, A.A. Fedoruk¹, V.O. Ruzakov¹, N.A. Roslaya², E.L. Bazarova³, T.V. Slyshkina¹, L.Ya. Tartakovskaya¹.

Industrial medicine in production and processing of alloys based on copper

¹Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, 30, Str. Popova, Yekaterinburg, Russia, 620014

²Ural State Medical University, Repina Str. 3, Yekaterinburg, Russia, 620028

³Medical-sanitation department Tirus, Verkhnyaya Salda, 1, Str. Parkovaya, Verkhnyaya Salda, Sverdlovskaya oblast', Russia, 624760

In copper alloys production, workers engaged into the process are exposed to occupational hazards with leading one being high-dispersed dust of complex chemical composition. The workers of main occupations demonstrate increased prevalence of respiratory diseases, digestive diseases, peripheral nervous system disorders — that necessitates implementation of complex measures both in improvement of work conditions and in medical prophylaxis.

Key words: copper production, occupational medicine.

Производство сплавов на основе меди — сложный многостадийный процесс с замкнутым технологическим циклом. На каждом из многочисленных заводов России, занятых их получением, он имеет свои особенности, типовое и/или уникальное технологическое оборудование [1]. Все это определяет своеобразие формирования гигиенических условий труда работающих.

Технологический процесс получения медных сплавов можно весьма условно разделить на три этапа:

- подготовка шихтовых материалов (первичных и вторичных) и подача их к плавильным печам;
- загрузка и плавка шихты (согласно технологическим картам) в электроиндукционных или отражательных печах;
- розлив и транспортировка готовой продукции (сплавов).

Первичное сырье (чистые металлы) и вторичные материалы (в виде стружки, обрезки, отслужившие свой срок бытовые и промышленные приборы, содержащие медь) поступают в шихтовое отделение. Сушка стружки при получении медных сплавов из вторичного сырья от влаги, масел, смазочно-охлаждающих жидкостей производится при температуре до 500 °С на сушильных установках, находящихся в «шихтарнике». Стружка подается с помощью электромостовых кранов в бункера сушильных установок барабанного типа. Подсушенная стружка по «течке» поступает в пластинчатый транспортер, а затем в короб. В шихтовом же отделении проводится пакетирование стружки и медьсодержащего скрапа с формированием сырья для выплавки сплавов различных марок.

Плавка шихтовых материалов производится в шахтных, отражательных (в газовых или мазутных) и в электрических печах (электроиндукционных или сопротивления) различной тоннажности (от 0,4 до 35,0 т). При этом крупногабаритный лом и отходы плавят, как правило, в отражательных печах, а чистую (черновую) медь сплавляют с другими металлами в электропечах. Получение медных сплавов происходит при температурах 1300–1800 °С. В ходе плавки добавля-

ются сначала покровные (для защиты расплавленного металла от агрессивной атмосферы печи), а затем рафинирующие (для удаления со шлаком нежелательных примесей) флюсы: криолит, древесный уголь, сажа, калий электролит. Флюсы вносят в отражательные печи при помощи мульты, а в небольшие электрические печи вручную при помощи совка.

В ходе плавки происходит неоднократный съем (скачивание) шлака с поверхности расплава металла. Операция производится механическим способом либо вручную с помощью дырчатой ложки шумовки. После получения результатов положительного экспресс-анализа на заданный сплав производится слив металла в ковш или в приемные емкости литейных установок, различных типов и конструкций.

Соответственно основным производственным циклам и технологическим операциям — шихтоподготовка, плавка, а также вспомогательным (ремонт оборудования, погрузка, разгрузка, уборка и др.), представлены и профессиональные группы работающих — это шихтовщики, плавильщики и вспомогательные рабочие. Работа шихтовщика связана, прежде всего, с подготовкой сырьевых материалов к плавке — навешиванием металлов, флюсов, сухой стружки; пакетированием и сортировкой лома и отходов.

Плавильщики обслуживают плавильные печи различных конструкций, а также разнообразное разливочное (литейное) оборудование (машины непрерывного и полунепрерывного литья, кристаллизаторы, чушкостроуды). Вспомогательные рабочие выполняют весь комплекс производственных операций, связанных с подготовкой технологического оборудования к плавке, его профилактическим и капитальным ремонтам.

Получение медных сплавов сосредоточено, как правило, в многопролетных одноэтажных корпусах, где высокотемпературное технологическое оборудование плавильных отделений не отделено от участков, не имеющих собственных теплоисточников. Плавильные отделения не ограничены наружными стенами, а сообщаются обычно с шихтарниками, обрабатывающими и прокатными участками. Готовые слитки

Таблица 1

Эргономическая и физиологическая характеристика трудового процесса плавильщиков медных сплавов

Производство	Физиологический показатель		
	Среднерабочая ЧСС, уд/мин	Среднерабочий МОД, л/мин	Среднемесячные кожно-легочные влагопотери, г/ч
Отражательные печи	122,0±3,6	18,3±0,9	363,0±75,0
Электроиндукционные печи	110,0±3,3	11,4±0,5	263,0±34,0

Примечание. Класс условий труда — 3.2.

охлаждаются в проходах плавильного отделения. Для удаления пылегазовоздушных смесей от плавильных печей предусматриваются местные отсосы различных типов: зонты над загрузочными отверстиями печей и расплавом металла, желобами для выпуска сплава, миксерами и ковшами.

Наиболее распространенной в производстве медных сплавов является профессия плавильщика, обслуживающего отражательные и электроиндукционные печи и выполняющего подачу и загрузку шихты в печи, наблюдение и корректировку процесса плавки, скачивание шлака, розлив металла, обработку и упаковку металлических чушек весом 36–40 кг. Работа на обоих видах печей выполняется в неудобной фиксированной позе, с частыми вынужденными наклонами. Плавильщики обслуживают значительную рабочую зону — переходы, обусловленные технологическим процессом, составляют в течение смены около 7,5 км у плавильщика отражательных печей и около 6,0 км у плавильщика индукционных печей. Тяжесть труда плавильщиков отражательных и индукционных печей в соответствии с Р. 2.2.2006–05 относится к классу 3.2 [4].

Наряду с оценкой тяжести труда по эргономическим критериям было проведено исследование функциональной напряженности организма в процессе труда. Высокие величины среднерабочей частоты сердечных сокращений (ЧСС), минутного объема дыхания (МОД) и кожно-легочных влагопотерь были зарегистрированы у плавильщиков обоих видов печей. Эти данные согласуются с результатами эргономической оценки, позволившей отнести труд рабочих перечисленных профессий к тяжелому (табл. 1).

Наиболее неблагоприятным вредным профессиональным фактором является образование и выделение пыли в воздух рабочей зоны цехов. Источниками ее являются транспортировочные и перегрузочные средства, сушильные установки плавильные печи, разливочные машины. Значительным пылеобразованием характеризуются выгрузка шихтовых материалов, загрузка стружки в сушильные установки и охлаждение ее на открытых элеваторах, загрузка шихты и флюсов в плавильную печь, снятие шлака с поверхности расплава, розлив металла [3].

По механизму образования все производственные пыли можно разделить на две большие группы: аэрозоли дезинтеграции, образующиеся при транспортировке, перегрузке шихты и упаковке готовой продукции и аэрозоли конденсации, образующиеся при

высокотемпературных процессах плавки с розливом металла. Согласно данным научной литературы аэрозоли дезинтеграции более грубые, низкодисперсные с заостренными краями, а аэрозоли конденсации, чаще высокодисперсные, округлые [2]. В нашем случае преобладают, как правило, высокодисперсные аэрозоли, в которых наиболее респираторная фракция 2 мкм, составляет более 90% (табл. 2).

Таблица 2

Дисперсный состав производственных пылей в воздухе рабочих зон цехов получения медных сплавов

Место отбора пыли	Дисперсный состав пыли, %			
	до 2 мкм	2–5 мкм	5–10 мкм	более 10 мкм
Сушильные установки	86,2±2,6	9,6±1,9	1,3±0,2	1,9±0,1
Отражательные печи	89,4±3,9	9,2±0,5	1,2±0,1	0,2±0,2
Электроиндукционные печи	93,3±1,3	4,9±0,3	1,2±0,3	0,6±0,3

Гигиенический мониторинг показал, что ведущими компонентами витающих микстов в производстве медных сплавов является свинец, цинк и медь, разовые концентрации которых в воздухе рабочей зоны значительно варьируются. Однако наибольшее значение имеет превышение ПДК свинца, обнаруженное при выполнении пирометаллургических операций в воздухе рабочей зоны плавильщика при загрузке шихты в печь, сливе металла и его розливе; а также в кабине машиниста электромостового крана. Эти операции занимают около 10% рабочего времени. Среднесменные концентрации свинца при получении медных сплавов колеблются не столь значительно как разовые: у шихтовщиков — 0,003–0,006 мг/м³; у плавильщиков и крановщиков — 0,009–0,017 мг/м³, не превышая ПДК с.с. Таким образом, практически все рабочие, занятые получением медных сплавов, подвергаются постоянному воздействию сравнительно небольших концентраций свинца.

Шихта, используемая для выплавки медных сплавов, как правило, содержит такие загрязнители как краски, лаки, ветошь, дерево, пластмассу. При подготовке сырья к плавке не все загрязнители удаляются, поэтому при попадании их в печь и нагревании до температуры 250 °С происходит испарение влаги и возгонка легко летучих веществ: минеральных масел и СОЖ. Дальнейшее повышение температуры до 900 °С и более

приводит к термодеструкции масел, а также органических компонентов, содержащихся в пластмассе, СОЖ. В результате этого в воздух рабочей зоны выделяются: проп-2-ен-1-аль, углерода оксид, полициклические ароматические углеводороды, в том числе бенз(а)пирен. Однако концентрации этих веществ, как правило, не превышают соответствующие ПДК.

Микроклиматические условия в цехах производства медных сплавов характеризуются как неблагоприятные: в теплый период года на основных рабочих местах формируется нагревающий, в холодный — охлаждающий микроклимат. Основное и вспомогательное технологическое оборудование зачастую является источником повышенных уровней шума и вибрации.

Результаты медицинского осмотра 963 рабочих основных профессий производства медных сплавов (54,2% женщин и 45,8% — мужчин) свидетельствуют о том, что 89,7% обследованных предъявляли различные жалобы, из которых наиболее часто встречались: сухость в носоглотке — 72,4%; осиплость голоса — 43,7%; кашель — 23,1%; боли в пояснице — 21,3%; головные боли — 16,1%; раздражительность — 12,7%. Следует отметить, что жалобы на заболевания верхних дыхательных путей мужчины предъявляли в 1,5 раза чаще, чем женщины. В тоже время женщины чаще жаловались на раздражительность — 15,1 против 10,0%. Обращает на себя внимание высокая частота жалоб на диспепсические расстройства как у мужчин (37,1%), так и женщин (36,3%). Кроме того, частыми жалобами были боль в пояснице (22,6% мужчин и 20,2% женщин) и в области сердца (9,7 и 5,9% соответственно).

Среди выявленной при ПМО патологии преобладали заболевания верхних дыхательных путей в виде гипертрофических и субатрофических фарингитов, ринофарингитов и ларингитов (42,3 случая на 100 обследованных), что связано с раздражающим действием пыли и газов. Распространенность хронического бронхита составила среди мужчин 12,7, а среди женщин — 5,9 случаев на 100 работающих. Обращает на себя внимание частота заболеваний периферической нервной системы — 17,8 случаев на 100 обследованных рабочих, что обусловлено воздействием тяжелого физического труда, неблагоприятного микроклимата в сочетании с токсическими аэрозолями. Кроме того, выявлена значительная распространенность хронических заболеваний органов пищеварения — 11,5 на 100 обследованных.

Особый интерес для решений вопросов о влиянии свинецсодержащих пылей на организм человека представляет изучение состояния красной крови и порфиринового обмена. Доказательством воздействия свинца на организм рабочих являются повышение его концентрации в крови ($66,1 \pm 27,4$ мкг/100мл мкг/%) и моче ($72,9 \pm 22,4$ мкг/л), изменения порфиринового обмена и эритропоэза, выявленные в 30% случаев. При этом обращают на себя внимание значительные индивидуальные различия в изменениях АЛК, гемоглобина, количества базофильно-зернистых эритроцитов,

которые определяются, по-видимому, не только количеством поступающего в организм свинца, но и возрастом, полом, чувствительностью, привыканием, факторами, способствующими депонированию или выведению свинца из организма. Можно предположить, что многие производственные факторы, в том числе и другие металлы (например, цинк и медь), встречающиеся в воздушной среде медеплавильных цехов, могут в той или иной степени влиять на токсичность свинца.

При углубленном обследовании в клинике 130 рабочих медеплавильного производства (доминирующий вредный фактор — аэрозоли свинца) в 12 случаях выявлены начальные проявления хронической свинцовой интоксикации, характеризующейся незначительным, но стойким нарушением порфиринового обмена, изменениями красной крови и поражением периферических отделов вегетативной нервной системы в виде полиневропатии, регистрируемой как методом электронейромиографии, так и клинически.

Выводы. 1. Установлено, что при выплавке медных сплавов под воздействием неблагоприятных факторов производственной среды, ведущим из которых является высокодисперсная пыль сложного химического состава, у рабочих основных профессий формируется повышенный уровень заболеваемости органов дыхания, пищеварения и периферической нервной системы. 2. Вышеуказанная соматическая заболеваемость и поражение периферической нервной системы требует реализации комплекса мер как по оздоровлению условий труда, так проведению медико-профилактических мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медицина труда при производстве и обработке сплавов цветных металлов: монография / Рослый О.Ф. Рослая Н. А., Слышкина Т.В., Федорук А.А. — Екатеринбург, 2012. — 200 с.
2. Российская энциклопедия по медицине труда // Под ред. акад. РАМН Н.Ф. Измерова. — М.: «Медицина», 2005. — С. 501–506.
3. Рослый О.Ф., Лихачева Е.И., Тартаковская Л.Я. и др. Приоритетные вопросы медицины труда в производстве и обработке сплавов цветных металлов // Мед. труда и пром. экология. — 2004. — №4. — С. 23–26.
4. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: Р 2.2.2006–05. — М., 2006. — 240 с.

REFERENCES

1. Roslyy O.F. Roslaya N. A, Slyshkina T.V, Fedoruk A.A. Occupational medicine in production and processing of non-ferrous alloys: monograph. — Yekaterinburg, 2012. — 200 p. (in Russian).
2. RAMSc Academician N.F. Izmerov, ed. Russian encyclopedia on occupational medicine. — Moscow: «Meditsina», 2005. — P. 501–506 (in Russian).
3. Roslyy O.F., Likhacheva E.I., Tartakovskaya L.Ya., et al. Priority topics of occupational medicine in production and

processing of non-ferrous alloys // Industr. med. — 2004. — 4. — P. 23–26 (in Russian).

4. Manual on hygienic evaluation of working environment and working process factors. Criteria and classification of work conditions: R 2.2.2006–05. — Moscow, 2006. — 240 p. (in Russian).

Поступила 15.08.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Рослый Олег Федорович (Roslyi O.F.),

зав. отд. мед. труда ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф. E-mail: roslyof@umrc.ru.

Федорук Анна Алексеевна (Fedoruk A.A.),

зав. лаб. факторов проф. риска ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, канд. мед. наук. E-mail: annaf@umrc.ru.

Рузаков Вадим Олегович (Ruzakov V.O.),

мл. науч. сотр. лаб. факторов проф. риска ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора.

Рослая Наталья Алексеевна (Roslaya N.A.),

доц. каф. орг. здравоохранения ФГБОУ ВО УГМУ, д-р мед. наук.

Базарова Екатерина Ливерьевна (Bazarova E.L.),

вр. по гиг. труда МСЧ «Тирус», канд. мед. наук.

Слышкина Татьяна Вадимовна (Slyshkina T.V.),

зав. отд. физико-химич. методов иссл. ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, канд. техн. наук. E-mail: slishkina@umrc.ru.

Тартаковская Любовь Яковлевна (Tartakovskaya L.Ya.),

вед. науч. сотр. отд. мед. труда ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, докт. мед. наук, проф.

УДК 615.9:613.6

Е.А. Кузьмина¹, Г.Я. Липатов^{1,2}, В.И. Адриановский^{1,2}, Н.В. Злыгостева¹, К.Ю. Русских¹, Н.И. Кочнева³

РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ КАНЦЕРОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ НА ПРИМЕРЕ МЕТАЛЛУРГИИ МЕДИ

¹ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, ул. Попова, д. 30, г. Екатеринбург, Россия, 620014

²ГБОУ ВПО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Репина, д. 3, г. Екатеринбург, Россия, 620028

³Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Свердловской области, пер. Отдельный, 3, г. Екатеринбург, Россия, 620078

Предложены научно-методические подходы, основанные на гигиенических и медико-профилактических технологиях, с целью установления канцерогеноопасных профессий с неприемлемым уровнем профессионального канцерогенного риска, контроля в данных профессиях предикторов онкогенеза, выявления на ранних стадиях онкологических заболеваний, разработки медико-профилактических мероприятий, направленных на снижение онкологической заболеваемости.

Ключевые слова: системный подход к оценке и управлению канцерогенной опасностью, санитарно-гигиеническая паспортизация канцерогеноопасных производств, канцерогенный риск, металлургия меди.

E.A. Kuz'mina¹, G.Ya. Lipatov^{1,2}, V.I. Adrianovskiy^{1,2}, N.V. Zlygosteva¹, K.Yu. Russkikh¹, N.I. Kochneva³ **Implementation of systemic approach to evaluation of carcinogenic jeopardy, exemplified by copper metallurgy**

¹ Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers, Rosпотребнадзор, 30, Popova Str., Yekaterinburg, Russia, 620014

² Ural State Medical University, 3, Repina Str., Yekaterinburg, Russia, 620028

³ Sverdlovsk Regional Agency of the Federal Service for Surveillance in the Sphere of Consumer Rights Protection and Human Welfare, 3, Otdel'nyy Ln., Yekaterinburg, Russia, 620078

The authors suggested scientific and methodic approaches based on hygienic and medical prophylactic technologies to define carcinogenically dangerous occupations with unacceptable level of occupational carcinogenous risk, to control oncogenesis predictors in these occupations, to diagnose early stages of oncologic diseases, to specify medical and prophylactic measures aimed to decrease oncologic morbidity.

Key words: *systemic approach to evaluation and management of carcinogenic danger, sanitary hygienic certification of carcinogenically dangerous industries, carcinogenic risk, copper metallurgy.*

Во всем мире злокачественные новообразования (ЗН) являются одной из наиболее острых медико-социальных проблем. При этом особенную сложность представляет диагностирование опухолей на ранних стадиях. В России заболеваемость ЗН с 2000 по 2012 гг. увеличилась на 16,4% (307,7 до 367,3 на 100 тыс. населения) [12]. В Свердловской области с 2002 по 2012 гг. прирост заболеваемости ЗН составил 15,7%, а смертности — 1,25% [4]. Для такого промышленно развитого региона как Свердловская область одним из значимых факторов канцерогенного риска является профессиональная экспозиция, роль которой в этиологии ЗН может достигать от 4 до 38% [11]. В последние годы в Свердловской области отмечается рост профессиональной онкологической заболеваемости. Если в 2013 г. с профессией было связано 11 случаев ЗН (2,7% общего количества профессиональных заболеваний), то в 2014 г. — 22 случая (6,1%). В структуре профессиональных ЗН преобладают опухоли респираторного тракта (72,7%) [9].

По данным социально-гигиенического мониторинга на территории Свердловской области сосредоточено 2311 промышленных объектов, из которых 435 отнесены к канцерогеноопасным. При этом численность работающих на канцерогеноопасных предприятиях области в последние годы не снижается, и в 2014 г. составила 299 224 чел. [2]. Из них, по числу занятых на производстве, приоритетное положение занимают предприятия металлургии меди.

Пятнадцатилетний опыт работы по паспортизации позволил охватить около 80% канцерогеноопасных производств области. Вместе с тем только около 2% предприятий имеют согласованные паспорта. Отмечается несоответствие разработанных паспортов требованиям нормативных документов, низкое качество исходных материалов паспорта, их состава и достаточности, полноты и достоверности [3]. Это находит подтверждение в анализе ежегодного процента исследований канцерогенных факторов, проводимых в рамках производственного лабораторного контроля, который в среднем составляет 26% необходимого.

Учитывая вышеизложенное, **целью работы** явилась отработка подходов к системному анализу канцерогенной опасности на примере предприятий металлургии меди.

Материал и методики. Системный подход к оценке канцерогенной опасности построен по модульному принципу с поэтапной реализацией комплекса санитарно-гигиенических и медико-профилактических мероприятий. Комплекс мероприятий объединяет научно обоснованные технологии, ориентированные на специально формируемые контингенты профессионального онкологического риска. Общая схема оценки и профилактики канцерогенной опасности для работающих на канцерогеноо-

пасных предприятиях включает взаимосвязанные подсистемы: популяционной и индивидуальной диагностики, популяционной и индивидуальной реабилитации и профилактики, и организационно-методическое обеспечение.

На первом этапе проводится идентификация канцерогенной опасности производственных факторов и оценка их экспозиции с последующим формированием контингентов с неприемлемым уровнем профессионального канцерогенного риска, которым в рамках профилактического медицинского осмотра (ПМО) дополнительно проводятся исследования, направленные на раннее выявление предикторов профессионального онкогенеза. Этап базируется на оптимизированной системе санитарно-гигиенической паспортизации канцерогеноопасных производств, специально организованном мониторинге канцерогенных факторов, методологии оценки профессионального канцерогенного риска, а также актуализированных научных данных, публикуемых МАИР [7,10,13,14].

На следующем этапе контингенты с положительными результатами предикторов онкогенеза проходят дообследование с последующим диспансерным наблюдением. Работавшим в условиях неприемлемого канцерогенного риска предлагается научно обоснованный и экспериментально апробированный комплекс биопрофилактических средств и алиментарная профилактика с обязательной оценкой их эффективности [5].

В целях доказательства связи развития новообразований с профессиональным воздействием проводится ретроспективное (за 20–30 лет) изучение смертности от злокачественных новообразований, работавших на канцерогеноопасном производстве и сравнение полученных данных со смертностью контрольного населения.

На основании полученных результатов разрабатываются санитарно-гигиенические и медико-профилактические мероприятия, направленные на снижение онкологической заболеваемости.

Результаты исследований. Представлено комплексное изучение производственных факторов медеплавильного цеха (МПЦ) одного из заводов, где ведущей профессионально-гигиенической вредностью являются промышленные аэрозоли, включающие, кроме меди, и целый ряд канцерогенных веществ, таких как мышьяк, никель, свинец, кадмий, бериллий. Сушка и плавка концентрата сопровождается выделением в воздух рабочей зоны бенз(а)пирена [1].

По данным результатов лабораторных исследований среднесменные концентрации свинца на рабочих местах 17 профессий не превышали ПДК, кроме загрузчика шихты (0,07 мг/м³), среднесменные концентрации мышьяка, составляющие 0,001–0,01 мг/м³, были ниже ПДК (0,01 мг/м³) для всех профессий, кроме загрузчика шихты (0,015 мг/м³). Среднесмен-

ные концентрации бенз(а)пирена, кадмия и бериллия были ниже ПДК.

По результатам оценки экспозиции канцерогенных факторов и характеристики популяции работающих рассчитаны прогнозные значения профессиональных индивидуальных канцерогенных рисков (КР). Показано, что для всех 17 профессий при 25-летнем стаже работы суммарный КР составил от $2,7 \times 10^{-3}$ до $8,0 \times 10^{-2}$, находясь в 4-м диапазоне (более $1,0 \times 10^{-3}$), неприемлемом для профессиональных групп, тогда как согласно данным аттестации рабочих мест для 41% рабочих мест класс условий труда был допустимым. При этом наибольший вклад в показатели риска у всех профессий вносили неорганические соединения мышьяка (от 84 до 98,6%). Соединения свинца, кадмия, бериллия и бенз(а)пирена не оказали существенного влияния на значения суммарного КР. Наибольшее значение КР ($8,0 \times 10^{-3}$) отмечено на рабочем месте грузчика шихты, характеризуемого наибольшим пылеобразованием. Однако на рабочих местах шихтовщика и электромонтера (плавильное отделение), которые имели класс условий труда 2.0 (допустимый), получены неприемлемые значения КР. Уровни КР электрогазосварщика, независимо от отделения, существенно не различались с рабочими основных специальностей МПЦ.

С учетом полученных значений КР проведен расчет допустимого стажа работы, при котором достигается верхний предел приемлемого профессионального риска (10^{-3}). В результате средний допустимый стаж работников при существующих условиях труда в МПЦ составил 5 лет.

Полученные результаты оценки КР позволили сформировать группу риска рабочих, для которых в рамках ПМО дополнительно проведены исследования по раннему выявлению признаков новообразований (определение в сыворотке крови опухолевых маркеров, мутагенной активности на клетках буккального эпителия и др.). У 73% рабочих, занятых в профессиях с неприемлемым КР, установлено превышение уровней опухолевых маркеров, из них у 19% работающих были превышены уровни сразу двух онкомаркеров. У 9% обследованных отмечено превышение онкомаркера Cyfra 21.1, у 14,5% рабочих выявлены высокие уровни опухолевого маркера CEA, а у 59% — NSE.

При исследовании буккального эпителия была показана связь между частотой встречаемости цитогенетических показателей и показателями деструкции ядра клеток с канцерогенными факторами производственной среды. Среди рабочих МПЦ, занятых в канцерогеноопасных условиях труда, суммарная частота встречаемости клеток с цитогенетическими повреждениями была на 50,8% выше по сравнению с группой сравнения. При этом в группе рабочих канцерогеноопасных участков частота микроядер была на 52,25%, а протрузий — на 50,0% выше, чем среди рабочих, не имеющих контакта с канцерогенами. Встречаемость клеточных аномалий у рабочих, занятых в МПЦ, выше, чем в контрольной группе рабочих, не имеющих

контакта с канцерогенными факторами, характерными для металлургического производства меди.

По результатам ПМО в структуре профессиональной заболеваемости органов дыхания лидирующее место занимают токсико-пылевые бронхиты и пневмокониозы, которые могут рассматриваться как предраковые заболевания [6].

Полученные данные о канцерогенной опасности медеплавильного производства и результаты медицинских обследований подтверждаются эпидемиологическим исследованием смертности от ЗН рабочих МПЦ. Контролем служило население, проживающее в районе размещения изучаемого предприятия. Период исследования включал 30 лет (1976–2005 гг.). Статистически значимая кратность превышения наблюдаемой смертности над «ожидаемой» отмечена среди мужчин МПЦ по ЗН органов дыхания и грудной клетки (2,13 раза), в т.ч. опухолям трахеи, бронхов и легких (1,91 раза) и полости носа и гортани (6,07 раза), что определяло степень дополнительного риска, связанного с работой в изучаемом производстве. [8]. Установлены профессии, в которых выявлено наибольшее число случаев смертности: слесарь-ремонтник, шихтовщик, конвертерщик, электрогазосварщик, разлищик, плавильщик, машинист крана.

Значение многосредового канцерогенного риска для населения города, в котором размещено изучаемое предприятие, составило $2,3 \times 10^{-3}$ (4-й диапазон риска), при этом как и для профессионального КР, основной вклад в многосредовой КР вносит мышьяк ($7,5 \times 10^{-5}$).

Основываясь на результатах популяционной и индивидуальной диагностики, работающим предложен комплекс медико-профилактических технологий, включающих дообследование в стационаре, дальнейшее диспансерное наблюдение, алиментарную и биопрофилактику [5].

Выводы. 1. Оптимизация системы санитарно-гигиенической паспортизации канцерогеноопасных предприятий в Свердловской области позволила определить приоритетные объекты надзора с установлением в ведущих канцерогенных факторов производственной среды и профессий с неприемлемым уровнем профессионального канцерогенного риска. 2. Поэтапная реализация предложенных мероприятий по оценке и управлению канцерогенной опасностью дает возможность установить степень дополнительного риска развития злокачественных новообразований, связанного с работой в канцерогеноопасном производстве, с последующим дообследованием, диспансерным наблюдением и применением современных профилактических технологий. 3. Опыт реализации системного подхода по оценке и управлению канцерогенной опасностью, формируемой производственной деятельностью, может быть использован при актуализации МУ 2.2.9.2493–09 «Санитарно-гигиеническая паспортизация канцерогеноопасных организаций и формирование банков данных» и разработке пакета документов в развитие актуализированных положений вышеуказанного документа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (СМ. REFERENCES П. 14)

1. Адриановский В.И., Липатов Г.Я., Лестев М.П. // Фундамент. иссл. — 2012. — № 7. — Ч. 1. — С. 16–20.
2. Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Власов И.А. и др. // Здоровье населения и среда обитания. — 2013. — № 4. — С. 6–8.
3. Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Кузьмина Е.А. и др. // Вестн. уральской мед. академ. науки. — 2015. — № 2. — С. 40–46.
4. Злокачественные новообразования в России в 2012 г. (заболеваемость и смертность) / Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. — М.: ФГБУ «МНИОИ им. П.А. Герцена» Минздрава России, 2014. — 250 с.
5. Кацнельсон Б.А., Дегтярева Т.Д., Привалова Л.И. и др. // Биосфера. — 2010. — № 3. — С. 375–385.
6. Липатов Г.Я., Адриановский В.И. Заболеваемость рабочих, занятых в производстве меди. Технологические процессы. Условия труда. Состояние здоровья работающих. — Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. — 57 с.
7. Мельцер А.В. Оценка риска воздействия производственных факторов на здоровье работающих: Автореф. дисс. ... д.м.н. — СПб, 2008. — 40 с.
8. Методические указания по ретроспективному изучению смертности от злокачественных новообразований в связи с возможным действием производственных факторов. — Свердловск, 1980. — 21 с.
9. Региональные особенности состояния санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Свердловской обл. в 2014 г. (по м-алам Гос. доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Свердловской обл. в 2014 г.»). — Екатеринбург: Управление Роспотребнадзора по Свердловской области, 2015. — 62 с.
10. Серебряков П.В. Системный подход к оценке факторов онкологического риска на горнорудных и металлургических предприятиях: Автореф. дисс. ... д.м.н. — М., 2007. — 46 с.
11. Смуглевич В.Б. Профессия и рак. — М.: Медицина, 2000. — С. 104–105.
12. Состояние онкологической помощи населению России в 2012 г. / под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. — М.: ФГБУ «МНИОИ им. П.А. Герцена» Минздрава России, 2013. — 232 с.
13. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р 2.1.10.1920–04. — М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2004. — 143 с.

REFERENCES

1. Adrianovskiy V.I., Lipatov G.Ya., Lestev M.P. // Fundamental'nye issledovaniya. — 2012. — 7. — part 1. — P. 16–20 (in Russian).
2. Gurvich V.B., Kuz'min S.V., Vlasov I.A., et al. // Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya. — 2013. — 4. — P. 6–8 (in Russian).
3. Gurvich V.B., Kuz'min S.V., Kuz'mina E.A., et al. // Vestnik ural'skoy meditsinskoy akademicheskoy nauki. — 2015. — 2. — P. 40–46 (in Russian).
4. A.D. Kaprin, V.V. Starinskiy, G.V. Petrova, eds. Malignancies in Russia in 2012 (occurrence and mortality). Moscow: FGBU

«MNIОI im. P.A. Gertsena» Minzdrava Rossii, 2014; 250 p. (in Russian).

5. Katsnel'son B.A., Degtyareva T.D., Privalova L.I., et al. // Biosfera. — 2010. — 3. — P. 375–385 (in Russian).
6. Lipatov G.Ya., Adrianovskiy V.I. Morbidity of workers engaged into copper production. Technologic processes. Work conditions. Workers' health state. — Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. — 57 p. (in Russian).
7. Mel'tser A.V. Evaluation of risk caused by influence of occupational factors on workers' health: diss. — St-Petersburg, 2008. — 40 p. (in Russian).
8. Methodic recommendations on retrospective studies of mortality with malignancies in connection with possible exposure to occupational factors. — Sverdlovsk, 1980. — 21 p. (in Russian).
9. Regional features of sanitary epidemiologic well-being state of population in Sverdlovsk region in 2014 (according to materials of Governmental report «On state of sanitary epidemiologic well-being of population in Sverdlovsk region in 2014»). — Yekaterinburg: Upravlenie Rospotrebnadzora po Sverdlovskoy oblasti, 2015. — 62 p. (in Russian).
10. Serebryakov P.V. Systemic approach to evaluation of oncologic risk factors on mining and metallurgic enterprises: diss. — Moscow, 2007. — 46 p. (in Russian).
11. Smulevich V.B. Occupation and cancer. — Moscow: Meditsina, 2000. — P. 104–105 (in Russian).
12. A.D. Kaprin, V.V. Starinskiy, G.V. Petrova, eds. State of oncologic care for Russian population in 2012. — Moscow: FGBU «MNIОI im. P.A. Gertsena» Minzdrava Rossii, 2013. — 232 p. (in Russian).
13. Manual on evaluation of public health risk due to exposure to chemicals polluting environment: R 2.1.10.1920–04. — Moscow: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka, 2004. — 143 p. (in Russian).
14. List of Classification by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans, Volumes 1 to 116* <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/Table4.pdf> (дата обращения 28.07.2016).

Поступила 15.08.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Кузьмина Елена Анатольевна (Kuz'mina E.A.),
рук. отд. компл. проблем гиг. и профилакт. заболеваний населения, вед. науч. сотр. ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, кад. мед. наук. E-mail: risk@ymrc.ru.
- Липатов Георгий Яковлевич (Lipatov G.Ya.),
зав. лаб. эпидемиологии и профилактики рака, вед. науч. сотр. ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, зав. каф. гиг. и проф. болезней ГБОУ ВПО «УГМУ» МЗ РФ, д-р мед. наук, проф. E-mail: Lipatovg@ymrc.ru.
- Адриановский Вадим Иннович (Adrianovskiy V.I.),
Ст. науч. сотр. лаб. эпидемиологии и профилактики рака ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, доц. каф. гиг. и проф. болезней ГБОУ ВПО «УГМУ» МЗ РФ, кад. мед. наук. E-mail: adrianovsky@k66.ru.

Злыгостева Наталья Викторовна (Zlygosteva N.V.),
ст. лаборант-иссл. лаб. эпидемиологии и профилактики
рака ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора. E-mail:
KirakiraZN@gmail.ru.

Русских Ксения Юрьевна (Russkikh K.Yu.),
мл. науч. сотр. лаб. эпидемиологии и профилактики ра-
ка ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора. E-mail:
russkikhk-300185@mail.ru.

Кочнева Наталья Ивановна (Kochneva N.I.),

гл. спец.-эксперт отд. соц.-гиг. мониторинга Управле-
ния Федеральной службы по надзору в сфере защиты
прав потребителей и благополучия человека по Сверд-
ловской обл., канд. мед. наук. E-mail: kochneva_ni@66.
rospotrebnadzor.ru.

УДК 616-057 (470.54)

А.С. Шастин¹, В.Г. Газимова¹, Н.О. Милованкина¹, Е.П. Жовтык¹, М.Л. Пироговский¹, Е.П. Кашанская¹,
В.О. Рузаков²

К ВОПРОСУ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ПРИМЕРЕ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ХОЛДИНГА

¹ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий»
Роспотребнадзора, г. Екатеринбург, ул. Попова, 30, Россия, 620014

²Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Екатеринбург,
пер. Отдельный, 2, Россия, 620014

Анализ многолетней профессиональной заболеваемости позволил определить предприятия, формирующие про-
фессиональную заболеваемость в Свердловской области и профессии, среди работников которых наиболее часто
регистрируются данные заболевания. В приоритетных профессиях данных предприятий разработаны и реализуются
сводные планы медико-профилактических мероприятий по профилактике профессиональных и профессионально
обусловленных заболеваний, начиная с медицинских осмотров и заканчивая оздоровлением в санаториях — про-
филакториях предприятий, с учетом всех источников финансирования.

Ключевые слова: профессиональная заболеваемость, приоритетные профессии.

A.S. Shastin¹, V.G. Gazimova¹, N.O. Milovankina¹, E.P. Zhovtyak¹, M.L. Pirogovskiy¹, E.P. Kashanskaya¹, V.O. Ruza-
kov². **On risk management for occupational diseases, exemplified by major industrial holding**

¹Ekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers, Rospotrebnadzor,
30, Str. Popova, Ekaterinburg, Russia, 620014

²Region Department of the Federal Service on Customers' Rights Protection and Human Well-Being Surveillance
(Rospotrebnadzor), 3, Lain Otdelny, Yekaterinburg, Russia, 620078

Analysis of longstanding occupational morbidity helped to determine enterprises forming occupational morbidity
in Sverdlovsk region and occupations with most frequently registered these diseases among the workers. In the priority
occupations of the enterprises, medial and prophylactic measures are designed and implemented to prevent occupational
and occupationally conditioned diseases, from medical examinations to rehabilitation in sanatoriums of the enterprises,
with consideration of all financial sources.

Key words: occupational morbidity, priority occupations.

Свердловская область является одним из круп-
нейших промышленных центров Российской Федера-
ции. На ее территории сосредоточены предприятия
черной и цветной металлургии, горнодобывающей
промышленности, металлообработки, приборо- и
машиностроения.

Анализ профессиональной заболеваемости в
Свердловской области показал, что практически вся
она формируется на довольно ограниченном числе
предприятий. Это 40 предприятий высокого профес-

сионального риска, характеризующегося классом ус-
ловий труда 3.1–3.3.

С целью профилактики и ранней выявляемости
профессиональной заболеваемости в 2006 г. между
ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора и круп-
ным медеплавильным холдингом заключено «Согла-
шение о совместной деятельности по управлению ри-
ском для здоровья работающих и населения» в связи
с хозяйственной деятельностью предприятий ООО
«УТМК-Холдинг» до 2015 г.

Одна из задач Соглашения предусматривала разработку, апробацию и сопровождение эффективной модели сохранения здоровья работающих на предприятиях, обоснование последовательности профилактических и лечебно-оздоровительных мероприятий, позволяющих снизить потери от заболеваемости с временной утратой трудоспособности, сохранить здоровье и работоспособность трудящихся с конечным положительным медико-социальным и медико-экономическим эффектом.

Выполнение совместной научно-практической работы по решению данной задачи позволило:

- ежегодно осматривать в Центрах профпатологии от 4 до 6 тыс. работников, имеющих контакт с вредными производственными факторами;

- снизить за последние 5 лет более чем 1,8 раза уровень профессиональной заболеваемости работников;

- обеспечить научное обоснование комплекса диагностических, медико-профилактических и реабилитационных мероприятий для группы повышенного риска развития профессиональных заболеваний (около 3500 человек включены в группу диспансерного наблюдения, более чем 1550 человек прошли углубленное обследование и лечение);

- включить в систему управления профессиональными рисками комплекс мероприятий по созданию системы профилактического питания работающих.

В рамках Всероссийской научно-практической конференции «Управление риском для здоровья работающих и населения в связи с деятельностью предприятий медной промышленности» в 2015 г. с Холдингом подписано новое Соглашение о совместной деятельности до 2020 г.

Одна из задач данного Соглашения: снижение уровня профессиональных, профессионально обусловленных и поведенческих рисков, сохранение здоровья работающих и кадрового потенциала на предприятиях.

В рамках решения этой задачи проведен анализ впервые выявленной профессиональной заболеваемости за 2002–2014 гг. на семи предприятиях, которые вносят наибольший вклад в профессиональную заболеваемость Свердловской области. Выделены приоритетные профессии, среди работников которых наиболее часто регистрируются профессиональные заболевания (всего в данных профессиях на семи предприятиях на начало 2015 г. было занято 1 702 человека.) и начата реализация пилотного проекта по управлению рисками профессиональной заболеваемости в приоритетных профессиях.

Цель проекта по управлению риском в приоритетных профессиях:

- сохранение качества здоровья и трудовой активности работников, занятых во вредных и (или) опасных условиях;

- повышение эффективности фактических расходов предприятий за счет адресности медицин-

ских мероприятий и диверсификации источников финансирования;

- предотвращение издержек предприятия, связанных с установлением диагноза «впервые выявленное профессиональное заболевание»;

- сохранение квалифицированных стажированных кадров, обеспечивающих эффективную деятельность предприятия.

Разработан и согласован с участниками пилотного проекта алгоритм взаимодействия.

После получения от предприятий поименных списков работников согласованных приоритетных профессий подготовлены сводные планы медико-профилактических мероприятий по предупреждению развития и прогрессирования профессиональной и профессионально обусловленной патологии.

На предприятиях назначены ответственные лица за выполнение и учет мероприятий, предусмотренных сводным планом.

Поскольку в структуре профессиональной заболеваемости работников Холдинга более 60% приходится на заболевания бронхолегочной системы, то медико-профилактические мероприятия планировались с учетом доминирующего вредного производственного фактора — аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД).

Основная роль в выполнении лечебно-профилактических мероприятий в данном проекте отводится санаториям-профилакториям (СП) предприятий Холдинга.

С учетом данных материально-технического оснащения СП, клиницистами ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора разработан стандартизованный план лечебно-профилактических мероприятий для работающих с АПФД (СП АПФД), не содержащий сложных медицинских технологий и доступный для реализации в условиях санаториев-профилакториев предприятий. СП АПФД является базовой программой лечебно-профилактических мероприятий. Выполнение такой программы предусмотрено для всех работников, занятых в приоритетных профессиях независимо от стажа работы во вредных условиях труда.

Предоставленная предприятиям программа лечебно-профилактических мероприятий является риск-ориентированной, направленной, в первую очередь, на снижение вредного для организма воздействия аэрозолей преимущественно фиброгенного действия.

Имеющаяся в распоряжении ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора информация о состоянии здоровья работников приоритетных профессий по ранее предоставленным спискам свидетельствует о том, что для подавляющего большинства списочного состава вполне достаточно проходить такой лечебный курс в условиях санатория-профилактория своего предприятия.

В 2016 г. около 85% списочного состава работников приоритетных профессий пройдут медико-профи-

лактическое лечение по данному стандартизованному плану в заводских санаториях-профилакториях.

В течение года специалисты ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора будут осуществлять организационно-методическое и клиническое сопровождение реабилитационного лечения в санаториях-профилакториях, и оценку эффективности выполненных лечебно-профилактических мероприятий в санаториях-профилакториях предприятий.

Около 15% работников приоритетных профессий по медицинским показаниям нуждаются в проведении обследования и лечения в условиях стационара ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора в соответствии с упомянутыми выше стандартами.

Во время прохождения курса обследования и лечения в стационаре ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора на каждого работника с учетом его состояния здоровья разрабатываются индивидуальные программы профилактики и реабилитации [1,2].

Существенным элементом управления риском профессиональной и профессионально обусловленной заболеваемости является необходимость выполнения дополнительных медицинских рекомендаций по лечению сопутствующей патологии, которая по отдельным нозологиям, например по сердечно-сосудистым, составляет до 30% общей заболеваемости работников предприятий и входит в перечень медицинских противопоказаний к допуску работе во вредных и (или) опасных условиях труда (приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 12.04.2011 года № 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда»).

Выполнение дополнительных медицинских рекомендаций и индивидуальных программ медико-профилактических мероприятий требует контроля со стороны предприятия.

Задача диверсификации издержек предприятий на реализацию лечебно-профилактических мероприятий по управлению риском в приоритетных профессиях решается путем использования следующих источников финансирования проекта:

Федеральный бюджет в рамках диссертационных работ.

1. Средства Фонда социального страхования РФ.
2. Средства обязательного медицинского страхования.
3. Средства работодателя, в том числе добровольного медицинского страхования.

Выводы. 1. Основная цель проекта заключается в сохранении здоровья работающих, продлении трудовой активности, достижение которой возможно в средне- и

долгосрочной перспективе, при условии включения всех работников приоритетных профессий в данный проект, начиная с первого года работы в данной профессии. 2. Необходимо создание новых разработок по экономически эффективному механизму управления профессиональными рисками за счет медико-профилактических мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Плотко Э.Г., Газимова В.Г., Рузаков В.О., Рослый О.Ф., Жовтяк Е.П., Пироговский М.Л. // М-алы Всеросс. научно-практич. конф. «Медико-профилактические мероприятия в управлении химическими рисками». — Екатеринбург, 2014. — С. 123–125.
2. Гурвич В.Б., Плотко Э.Г., Газимова В.Г., Рузаков В.О., Рослый О.Ф., Жовтяк Е.П., Милованкина Н.О., Пироговский М.Л. // Мед. труда и пром. экология. — 2015, — №9. — С. 46.

REFERENCES

1. Gurvich V.B., Kuz'min S.V., Plotko E.G., Gazimova V.G., Ruzakov V.O., Roslyy O.F., Zhovtyak E.P., Pirogovskiy M.L. // Materials of Russian scientific and practical conference «Medical and prophylactic measures in managing chemical risks». — Yekaterinburg, 2014. — P. 123–125 (in Russian).
2. Gurvich V.B., Plotko E.G., Gazimova V.G., Ruzakov V.O., Roslyy O.F., Zhovtyak E.P., Milovankina N.O., Pirogovskiy M.L. // Industr. med. — 2015. — 9. — P. 45 (in Russian).

Поступила 15.08.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Шастин Александр Сергеевич (Shastin A.S.),
науч. сотр. отд. орг. мед. труда ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, канд. мед. наук. E-mail: shastin.64@mail.ru.
- Газимова Венера Габдрахмановна (Gazimova V.G.),
зав. отд. орг. мед. труда ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, канд. мед. наук. E-mail: venera@ymrc.ru.
- Милованкина Неонила Олеговна (Milovankina N.O.),
вр. ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, канд. мед. наук. E-mail: milovankina@ymrc.ru.
- Жовтяк Евгений Павлович (Zhovtyak E.P.),
зав. консультативно-диагностич. поликлиникой ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, канд. мед. наук. E-mail: zhovtyak@ymrc.ru.
- Пироговский Михаил Леонидович (Pirogovskiy M.L.),
зам. дир. по мед. вопр. ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора. E-mail: pirogovsky@ymrc.ru.
- Кашанская Елена Петровна (Kashanskaya E.P.),
вр. ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора. E-mail: kashanskaya@ymrc.ru.
- Рузаков Вадим Олегович (Ruzakov V.O.),
нач. отд. надзора по гиг. труда Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. E-mail: ruzakov_vo@66.rospotrebnadzor.ru.

УДК 615.9:613.1:614.7

И.Д. Копылов¹, Р.Ф. Березина¹, О.А. Рапопорт¹, Г.Н. Рудой¹, Д.В. Кузьмин²**ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ**¹ООО «УГМК-Холдинг», пер. Успенский, д. 1, Верхняя Пышма, Свердловская обл., Россия, 624091²ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, ул. Попова, д. 30, г. Екатеринбург, Россия, 620014

В статье рассмотрен вопрос о степени загрязнения почвы, которое может иметь место от выбросов в атмосферу промышленного предприятия.

Ключевые слова: промышленные выбросы, среднегодовой поток пылевых частиц, подстилающая поверхность, загрязнение почвы.

I.D. Kopylov¹, R.F. Berezina¹, O.A. Rapoport¹, G.N. Rudoy¹, D.V. Kuz'min². **Soil pollution influenced by chemical hazards releases into atmosphere**

¹UMMC Holding Company LLC, 1, Lain Uspenskiy, Verkhnyaya Pyshma, Sverdlovskaya obl., Russia, 624091²FBRI Ekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection of Industrial Workers, 30, Popov Str., Ekaterinburg, Russia, 620014

The article covers a problem of soil pollution degree, that can be caused by industrial releases into atmosphere.

Key words: industrial releases, average annual flow of dust particles, underlying surface, soil pollution.

В Промышленном районе г. Владикавказа в настоящее время содержание ряда вредных веществ в почве превышают санитарные нормы (по кадмию, меди, свинцу, цинку, мышьяку).

С учетом расположения в Промышленном округе г. Владикавказа ряда предприятий цветной металлургии, дорожно-строительной, машиностроительной, железнодорожной инфраструктуры и др. предприятий народного хозяйства возникает вопрос о разработке методических подходов к оценке влияния этих предприятий на загрязнение почвы.

Данная работа предлагает методы решения данной проблемы на примере предприятия ОАО «Электроцинк» с учетом результатов исследований фактических загрязнений почвы.

Ситуационный план района размещения Промышленного округа г. Владикавказа и ОАО «Электроцинк» с указанием точек отбора проб почвы (13 точек) представлены на рис., сведения по уровню загрязнения почвы в данных точках, полученные на основании анализов, выполненных аккредитованной испытательной лабораторией ООО «Центра экспертиз и изысканий» (г. Санкт-Петербург) в 2014 г., представлены в табл. 1. Из табл. 1 видно, что в ряде точек имеет место превышение норм ПДК (ОДК) вредных веществ в почве.

Из ситуационного плана г. Владикавказа следует, что точки №№ 3,5,6 находятся в промышленной зоне города, точки №№ 1,2,4,7,8,9,10,11,12,13 — на жилой территории.

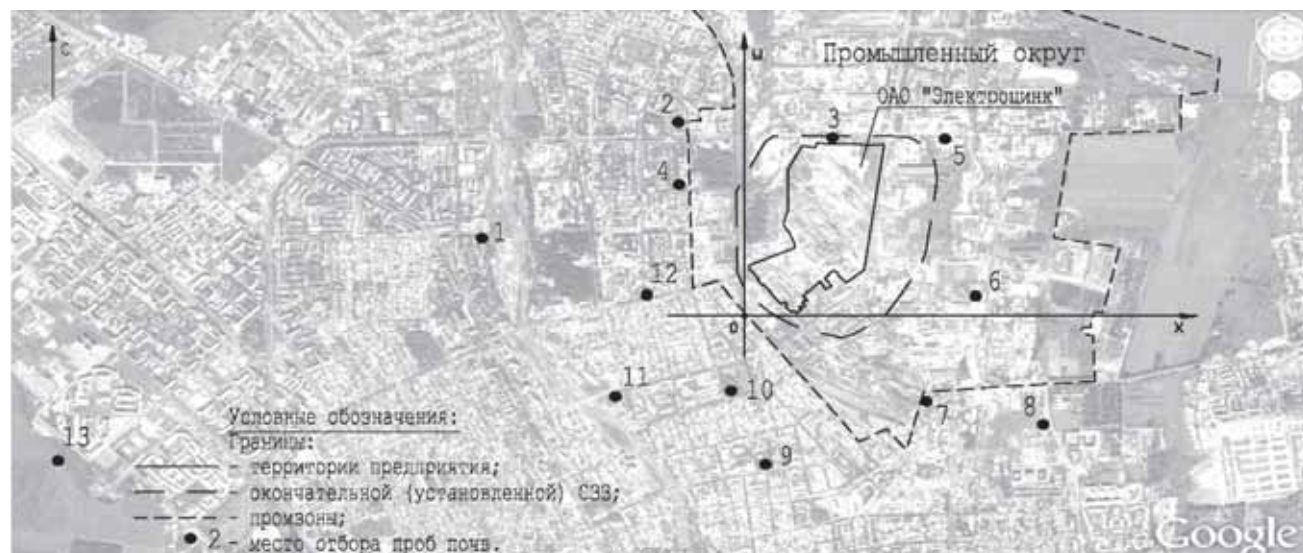


Рис. Ситуационный план (съемка) г. Владикавказа с указанием точек отбора проб почвы

Таблица 1

Результаты исследования загрязнения почвы в г. Владикавказе

Вещество	ПДК (ОДК), [3]	Номер пробы (точки)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Кадмий	2,0	3,09	6,25	181,67	58,93	81,64	60,38	28,02	2,20	32,3	40,5	2,15	26,25	4,65
Медь	132,0	42,5	47,6	719,2	199,9	617,6	244,4	136,1	35,4	172,0	156,1	28,3	98,2	38,0
Свинец	130,0	105,4	191,0	10346,5	2083,8	175,6	1937,8	1280,8	75,9	1856,9	2121,6	67,5	908,0	159,7
Цинк	220,0	155,6	195,1	2985,5	1967,6	1602,3	2122,2	214,8	135,8	1668,0	1692,1	91,9	176,5	467,0
Мышьяк	10,0	17,7	18,0	110,2	30,0	21,8	55,7	38,6	21,9	48,7	50,3	18,3	28,7	14,8

Примечания: глубина отбора 0,0–0,2 м; тип почвы — суглинок; единица измерения — мг/кг.

В работе представлена модель расчета выпадения пылевых частиц, выбрасываемыми источниками загрязнения атмосферного воздуха, которая позволяет количественно оценить выпадение и накопление пылевых выбросов на подстилающую поверхность при известных параметрах выбросов из источника, фракционного состава частиц пыли, климатических характеристик и метеопараметров в данной местности [1].

Полный среднегодовой поток пылевых частиц на подстилающую поверхность (Р) представляет собой сумму среднегодовых мокрого потока (вымывание — Р_м) и сухого потока (осаждение — Р_с):

$$P = P_m + P_s, \text{ г}/(\text{м}^2 \times \text{год}) \quad (1)$$

Величина среднегодового мокрого потока согласно [1] рассчитывается по формуле:

$$P_m = (1+b)M / (2\pi u r L_0) \times [a L_{\lambda} t_{\text{ва}} \sum_{i=1}^k m_i y_i \exp(-a y_i r / u) + L_{\lambda} t_{\text{вз}} \sum_{i=1}^k m_i y_i \times \exp(-y_i r / u)] \quad (2)$$

b — относительный вклад смешанных атмосферных осадков в их общее количество;

M — масса твердых загрязняющих веществ (пыли), выбрасываемых источником в атмосферу в течение года, г/год;

u — среднегодовая средняя скорость ветра в данной местности, м/сек;

r — расстояние от источника выбросов, м;

L_0 — повторяемость направления ветра данного румба для круговой розы ветров, %;

a — эмпирическая поправка на отличие в интенсивности вымывания жидкими и твердыми осадками (для нашего случая по рекомендации разработчиков модели расчета принимается равной 1,0);

$L_{\lambda} L_{\lambda}$ — повторяемость направлений ветра данного румба для летней и зимней розы ветров соответственно, %;

$t_{\text{ва}}, t_{\text{вз}}$ — относительная (в долях года) продолжительность выпадения жидких и твердых осадков,

k — число рассматриваемых фракций частиц взвешенных веществ (пыли);

m_i — доля общей массы пыли, приходящаяся на i -ю фракцию частиц;

y_i — постоянная вымывания i -й фракции частиц, с^{-1} .

Величина среднегодового сухого потока вычисляется по формуле:

$$P_s = \sum_{i=1}^k (V_{\text{из}} t_{\text{сз}} + V_{\text{из}} t_{\text{св}}) q_i, \quad (3)$$

$V_{\text{из}}$ — скорость осаждения i -й фракции частиц пыли в зимний период, м/с;

$t_{\text{сз}}$ — продолжительность периода залегания снежного покрова за вычетом времени выпадения осадков в этот период, с;

$V_{\text{из}}$ — скорость осаждения i -й фракции частиц пыли на поверхность, лишенную снежного покрова, м/с;

$t_{\text{св}}$ — продолжительность периода отсутствия снежного покрова за вычетом времени выпадения осадков, с;

q_i — среднегодовая приземная концентрация i -ой фракции, г/м³, которая рассчитывается на ЭВМ по унифицированной программе расчета загрязнения атмосферы с базовым блоком «Средние», к которому поставлен файл с метео- и климатическими характеристиками по г. Владикавказу.

При этом значения величин принимаются:

$b, u, L_0, L_{\lambda}, L_{\lambda}, t_{\text{ва}}, t_{\text{вз}}, t_{\text{сз}}, t_{\text{св}}$ — на основании данных климатологических характеристик, выдаваемых органом Росгидромета для данной местности (либо по климатологическим справочникам);

$y_i, V_{\text{из}}, V_{\text{из}}$ — на основании нижеследующей табл. 2, принятой согласно [3];

M — на основании данных предприятия (из формы 2 ТП-воздух);

r — на основании картографического материала;

Таблица 2

Параметры удаления частиц из атмосферы на подстилающую поверхность

Класс по размеру	Диаметр частиц, мкм	Постоянная вымывания, $y_i \times 10^{-4}, \text{с}^{-1}$	Скорость осаждения, м/с	
			на снег, $V_{\text{из}}$	на почву, $V_{\text{из}}$
Очень мелкие	< 1	0,01	0,001	0,010
Мелкие	1–10	0,70	0,007	0,013
Средние, крупные	10–100	3,83–4,48	0,042–0,151	0,043–0,155
Очень крупные	> 100	5,00	0,420	0,430

$k=2$ — в соответствии с [4] при неизвестном дисперсном составе пыли (в общем случае) для пылящего источника выброса доля мелкодисперсных частиц от общей массы пыли составляет до 55%, тогда доля средних и крупных соответственно — 45%, т. е.:

m_i — для мелких фракций частиц равно 0,55, для средних и крупных — 0,45.

В качестве примера рассмотрим расчет среднего годового потока пыли по свинцовой составляющей на местность г. Владикавказ на 2014 г. в точке отбора пробы № 2 (рис.). Направление ветра — юго-восточное, расстояние $r=870$ м (расстояние принимаем до границы промплощадки параллельно направлению ветра).

Из климатологических данных принимается $u=1,5$ м/с, $L_0=7\%$, также из данных по климатологии вычисляем $b=0,098$, $L_A=7,33\%$, $L_s=6\%$, $t_{BA}=0,353$, $t_{B3}=0,099$, $t_{c3}=3456 \times 10^3$ с, $t_{cA}=12268,8 \times 10^3$ с.

По табл. 2 принимаем — для мелких частиц $y_i=0,7 \times 10^{-4}$, $V_{iz}=0,007$, $V_{ia}=0,013$,

для средних и крупных частиц — $y_i=3,83 \times 10^{-4}$, $V_{is}=0,042$, $V_{ia}=0,043$.

Как указано выше, $m_i=0,55$ и 0,45 для мелких и крупных фракций соответственно, $k=2$.

$M=0,65$ т/год $=650000$ г/год — по свинцу согласно форме 2ТП-воздух за 2014 г. для ОАО «Электроцинк».

Вычисленная по программе на ЭВМ для данной точки местности по свинцу с учетом его выбросов в атмосферу в 2014 г. среднегодовая приземная концентрация свинца (содержащегося в пыли) составит $q_i=0,9618 \times 10^{-5}$ мг/м³ $=0,9618 \times 10^{-8}$ г/м³.

в том числе — для мелких частиц $q_i=0,52899 \times 10^{-8}$ г/м³, для крупных частиц $q_i=0,43281 \times 10^{-8}$ г/м³.

Подставляя вышеуказанные значения величин в ф-лу (2) получаем:

$$P_M=0,006921 \text{ г/м}^2\text{год};$$

Подставляя соответствующие значения величин в ф-лу (3) получаем:

$$P_C=0,003883 \text{ г/м}^2\text{год};$$

Суммарное годовое осаждение свинца от обоих потоков в этой точке (№ 2) за 2014 г., вычисленное по ф-ле (1), составит:

$$P=P_M+P_C=0,006921+0,003883=0,010804 \text{ г/м}^2\text{год}.$$

При этом необходимо отметить, что при вычислении P значения величин b , M , u , t_{BA} , t_{B3} , k , m_i , y_i , V_{iz} , V_{is} , t_{c3} , t_{cA} для всех точек данной местности в текущем году будут одинаковые, изменяются лишь значения величин L_0 , L^A , L_s , r , в зависимости от дислокации на местности точек отбора проб, соответственно изменяется и рассчитываемая q_i для каждой из точек. Величина M , принимаемая по форме 2 ТП-воздух для каждого рассчитываемого года, естественно, также меняется.

Подобным образом были вычислены величины полных потоков осаждения для всех 13 точек местности г. Владикавказ (см. рис.) по исследуемым веществам — кадмий, медь, свинец, цинк и мышьяк, содержащихся в пыли согласно параметрам выбросов в атмосферу по ОАО «Электроцинк» за 2014 г. Данные расчетов полных потоков осаждения приведены в табл. 3, из которой видно, что максимальные годовые значения потока осаждения приходятся на точку №3, так как она находится ближе всех остальных точек отбора проб к промплощадке предприятия. Указанное подтверждается и данными исследований, приведенных в табл. 1, из которой видно, что в данной точке имеет место максимальное загрязнение почвы вредными веществами.

ОАО «Электроцинк» вошло в состав ООО «УГМК-Холдинг» в 2004 г., на протяжении всех последующих лет планомерно осуществлялись мероприятия по сокращению вредных выбросов в атмосферу. В 2012 г. предприятием были достигнуты утвержденные нормативы ПДВ по всем ингредиентам и их суммациям, выбрасываемым в атмосферу, в период 2010–2013 гг. были получены положительные санитарно-эпидемиологические заключения на проекты санитарно-защитной зоны предприятия. Со-

Таблица 3

Величина расчетного полного потока осаждения в местах отбора проб почвы за 2014 г., г/год

№ точки отбора проб	Загрязняющие вещества				
	Кадмий	Медь	Свинец	Цинк	Мышьяк
1	0,00030	0,00011	0,00433	0,09222	0,00009
2	0,00072	0,00029	0,01080	0,21569	0,00025
3	0,01082	0,00306	0,13364	2,52676	0,00372
4	0,00080	0,00032	0,01232	0,27325	0,00028
5	0,00104	0,00053	0,01505	0,32274	0,00040
6	0,00094	0,0004	0,01555	0,31844	0,00035
7	0,00061	0,00025	0,01007	0,22198	0,00020
8	0,00038	0,00017	0,00620	0,13500	0,00013
9	0,00047	0,00017	0,00688	0,12486	0,00016
10	0,00087	0,00033	0,01315	0,28163	0,00029
11	0,00054	0,00020	0,00813	0,17347	0,00018
12	0,00099	0,00036	0,01447	0,31570	0,00034
13	0,00011	0,00035	0,00149	0,03400	0,00033

крашение вредных выделений в воздушный бассейн от предприятия до нормативных также прослеживается из отчетов по форме 2ТП-воздух за 2004–2014 гг., где выбросы в атмосферу по указанным выше веществам — кадмию, свинцу, цинку, меди и мышьяку сократились.

Зная вычисленную величину осаждения по каждому веществу в 2014 г. (табл. 3) и валовые выбросы в атмосферу этих веществ от предприятия в 2014 и других годах (из отчетов по 2ТП-воздух предприятия), можем определить (в первом приближении) величины осадений в точках отбора для других годов, так как из ф-л (2) и (3) следует, что величины потоков прямо пропорциональны величине М (массе валовых выбросов в атмосферу, причем также прямо пропорциональна М).

Например, для меди полный поток на подстилающую поверхность (почву) для точки №3 (где имеет место максимум осаждения) в 2004 г. составит:

$$(0,00306/0,014) \times 0,117 = 0,02561 \text{ (г/год)},$$

где: 0,00306 г/год — полный поток частиц меди в точке № 3 в 2014 г. (табл. 3);

0,014 т/год– валовые выбросы в атмосферу по меди в 2014 г. согласно отчета 2ТП-воздух;

0,117 т/год– валовые выбросы в атмосферу по меди в 2004 г. согласно отчета 2ТП-воздух.

Аналогично определяем потоки всех остальных веществ в точке №3 по каждому году с 2004 по 2014 г., затем определяем суммарные значения потоков по каждому веществу за 11-летний период 2004–2014 гг., т. е. за период нахождения ОАО «Электроцинк» в составе ООО «УГМК-Холдинг».

Таким образом определили массу осаждаемых на землю вредных веществ от выбросов ОАО «Электроцинк» за 11-летний период на площадке отбора проб № 3.

В соответствии с требованиями по выполнению анализов загрязнения почвы — отбор проб почвы производится на площади 5×5 м (см. выше) на глубине до 0,2 м, соответственно объем исследуемой почвы составит 5×5×0,2=5 м³. При плотности почвы (в среднем) 1600 кг/м³ масса исследуемой почвы для каждой площадки отбора проб составит 1600×5=8000 кг. Масса вредного вещества, содержащегося в исследованной пробе почвы определяется как произведение его концентрации в почве (см. табл. 1) на указанную массу пробы (8000 кг). Так, например, содержание свинца в пробе почвы на площадке (точке) отбора №3

Таблица 4

Величина расчетного полного потока осаждения в точке №3 отбора проб почвы за 11-летний период (2004–2014 гг.)

Год	Вещество, г/год				
	Кадмий	Медь	Свинец	Цинк	Мышьяк
2004	0,017960	0,025610	1,379580	7,907918	0,017789
2005	0,015103	0,005691	0,839026	7,759770	0,017168
2006	0,018777	0,020138	0,475696	6,508646	0,027510
2007	0,023471	0,021233	0,498830	6,362764	0,025442
2008	0,018573	0,020576	0,300537	6,187829	0,008481
2009	0,018573	0,020576	0,215643	5,353747	0,010756
2010	0,020614	0,012258	0,235266	5,794896	0,007653
2011	0,022450	0,004159	0,233407	5,946753	0,006826
2012	0,016532	0,004159	0,188585	3,990121	0,008687
2013	0,583710	0,002846	0,133641	2,597236	0,004551
2014	0,010817	0,003065	0,133641	2,526767	0,003723
В сумме за период 2004–2014 гг., г	0,766578	0,140310	4,633852	60,936446	0,138586

Таблица 5

Доля вредных веществ в почве, накопленная от выбросов ОАО «Электроцинк»

Вещество	Масса вредного вещества в пробе почвы (точка № 3) по инструментальным замерам, г	Масса осаждаемых частиц из воздуха от выбросов ОАО «Электроцинк» за 11-летний (в точке 3, табл. 4)		Кларки элементов в земной коре	
		г	% к массе вредного вещества в пробе почвы по инструментальным замерам	г	% к массе вредного вещества в пробе почвы по инструментальным замерам
Кадмий	58,134	0,766	1,3	0,042	0,07
Медь	230,14	0,140	0,06	15,04	6,53
Свинец	3310,88	4,634	0,14	5,12	0,15
Цинк	955,36	60,936	6,38	26,56	2,78
Мышьяк	35,26	0,138	0,39	0,544	1,54

(на 25 м²) составит 10346,5 мг/кг × 8000 кг = 82772000 мг = 82772 г, тогда на 1 м² — 3310,88 г.

Согласно [2] для оценки уровня загрязнения почв применяется значение фоновой концентрации вещества в почвах региона или кларков. Установленные кларки почв населенных пунктов являются их эколого-геохимической характеристикой, отражающей совместное воздействие техногенных и природных процессов, происходящих в определенном временном срезе.

Теперь определяем возможную долю массы накопления свинца в почве от выбросов ОАО «Электроцинк» от общей массы свинца в почве по результатам анализов (на 1 м²) в точке 3.

За 11-летний период (2004–2014 гг.) масса осаждаемого на землю свинца составляет 4,633852 г (табл. 4), содержание свинца в пробе почвы 3310,88 г (см. выше), тогда доля от выпадения выбросов свинца составит $4,633852:3310,88=0,0014$ или 0,14%.

Затем вычисляем массы загрязнений в пробе почвы по всем остальным веществам и доли накоплений для каждого вещества, данные расчетов приведены в табл. 5.

Из табл. 5 видно, что доля (вклад) вредных веществ, накопленных в почве путем их осаждения от выбросов ОАО «Электроцинк» составляет от 0,06% (по меди) до 6,38% (по цинку), а доли кларков составляют от 0,07% (кадмий) до 6,53% (медь).

При этом, как указано выше, для расчета принята масса загрязнений в ближайшей к предприятию точке отбора №3, где по результатам анализов имеет место максимальное загрязнение почвы. Если же принять для расчета другие точки отбора проб в городе, то доля от такого загрязнения почвы из воздушных выбросов предприятия, получится намного меньше.

Эффективность модернизации производства с использованием передовых технологий, проводимых ООО «УГМК-Холдинг» на ООО «Электроцинк» в период 2004–2014 гг., показывало снижение воздействия предприятия на почву.

Выводы. 1. Предложенная методика позволяет оценить долю вклада выбросов промышленного предприятия в формирование загрязнения почвы для целей обеспечения санитарно-гигиенического мониторинга, выполнения требований санитарных норм и правил, оценки эффективности мероприятий по модернизации производства. 2. Для изучения вопроса о реальном загрязнении почвы необходимо выявление всех возможных источников ее загрязнения, в том числе учет минералогического и природного состава почв города.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быков А.А., Шастливцев Е.А., Пушкин С.Г., Смирнова О.В. Моделирование загрязнения почвы атмосферными выбросами от промышленных объектов угледобывающего региона. // Ползуновский вестник. — 2006. — №2.
2. Виноградов А.П. Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры. // Геохимия. — 1962. — №7. — С. 555–571.
3. ГН 2.1.7.2511–09 «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве», утв. Постановлением гл. гос. сан. врача РФ от 18.03.2009 г. №32.
4. Рапопорт О.А., Копылов И.Д., Рудой Г.Н. К вопросу о нормировании выбросов мелкодисперсных частиц размерами менее 10 мкм (PM10) и менее 2,5 мкм (PM2,5). // Экология производства. — 2012. — №8. — С. 38–43.

REFERENCES

1. Bykov A.A., Shastlivtsev E.L., Pushkin S.G., Smirnova O.V. Models of soils pollution with industrial releases into atmosphere in coal mining region // Polzunovskiy vestnik. — 2006. — 2 (in Russian).
2. Vinogradov A.P. Average chemical elements contents of main types of erupted rocks // Geokhimiya. — 1962. — 7. — P. 555–571 (in Russian).
3. GN 2.1.7.2511–09 «Approximately allowable concentrations of chemicals in soil» approved by Resolution of RF Chief State Sanitary officer on 18/03/2009 N 32 (in Russian).
4. Rapoport O.A., Kopylov I.D., Rudoy G.N. On regulation of releases of low-dispersed particles measuring under 10 mkm (RM10) and under 2,5 mkm (RM2,5) // Ekologiya proizvodstva. — 2012. — 8. — P. 38–43 (in Russian).

Поступила 15.08.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Копылов Игорь Дмитриевич (Kopylov I.D.),
нач. Упр. экологич. безопасности ООО «УГМК-Холдинг».
E-mail: i.kopylov@ugmk.com.
- Березина Рано Файзыевна (Berezina R.F.),
гл. спец. Упр. экологич. безопасности ООО «УГМК-Холдинг». E-mail: r.berezina@ugmk.com.
- Рапопорт Олег Аронович (Rapoport O.A.),
нач. отд. экологич. нормирования Упр. экологич. безопасности ООО «УГМК-Холдинг». E-mail: o.rapoport@ugmk.ru.
- Рудой Григорий Николаевич (Rudoy G.N.),
дир. по горному пр-ву ООО «УГМК-Холдинг»,
канд. тех. наук. E-mail: luea@ugmk.com.
- Кузьмин Дмитрий Вячеславович (Kuz'min D.V.),
науч. сотр. лаб. СГМ и УР ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора. E-mail: dmitryk@ymrc.ru.

УДК 615.9:614.7

И.А. Минигалиева¹, Л.И. Привалова¹, М.П. Сутункова¹, В.Я. Шур², И.Е. Валамина³, О.Г. Макеев³, В.Г. Панов⁴,
Е.В. Григорьева¹

КОМБИНИРОВАННАЯ СУБХРОНИЧЕСКАЯ ТОКСИЧНОСТЬ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДОВ НИКЕЛЯ И МАРГАНЦА И ЕЕ ОСЛАБЛЕНИЕ ОТ КОМПЛЕКСА БИОПРОТЕКТОРОВ

¹ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий»
Роспотребнадзора, ул. Попова, д. 30, Екатеринбург, Россия, 620014

²Уральский центр коллективного пользования «Современные нанотехнологии» Уральского федерального университета, пр.
Ленина, д. 51, Екатеринбург, Россия, 620000

³Центральная научно-исследовательская лаборатория Уральского государственного медицинского университета, ул.
Ключевская, д. 5, Екатеринбург, Россия, 620109

⁴Институт промышленной экологии Уральского Отделения РАН, ул. Софьи Ковалевской, д. 20, Екатеринбург, Россия, 620219

Стабильные суспензии наночастиц NiO и/или Mn₃O₄ со средним диаметром 16,7±8,2 нм и 18,4±5,4 нм соответственно, полученные путем лазерной абляции металлов 99,99% чистоты в деионизированной воде, вводились крысам в/б в дозе 0,50 мг или 0,25 мг трижды за неделю вплоть до 18 раз отдельно или в разных дозовых комбинациях. Группа крыс получала комбинированные инъекции наночастиц в наивысшей дозировке или только воды на фоне перорального назначения «биопротекторного комплекса» (БПК), в состав которого входили пектин, витамины А, С, Е, глютамин, глицин, N-ацетилцистеин, селен, йод и ПНЖК класса омега-3. Развитие интоксикации оценивалось по большому числу функциональных показателей, а также по гистологической картине печени, селезенки, почек и головного мозга. Накопление никеля и марганца в этих органах было измерено с помощью методов АЭС и ЭПР. Оба вида металло-оксидных наночастиц оказывали вредное действие на организм, но наночастицы Mn₃O₄ найдены более вредными по большинству неспецифических проявлений токсичности. К тому же, они вызывали более выраженное повреждение нейронов хвостатого ядра и гиппокампа, которое может рассматриваться как экспериментальная модель марганцевого паркинсонизма. Математический анализ на основе построения поверхности отклика выявил неоднозначность типа комбинированной токсичности, зависящего от того, по какому эффекту она оценивается, а также от его уровня. На фоне действия БПК органо-системная токсичность и генотоксичность комбинации наночастиц Mn₃O₄ и NiO были ослаблены.

Ключевые слова: наночастицы, оксиды марганца и никеля, субхроническая комбинированная токсичность, биопротекторы.

I.A. Minigalieva¹, L.I. Privalova¹, M.P. Sutunkova¹, V.Ya. Shur², I.E. Valamina³, O.G. Makeyev³, V.G. Panov⁴, E.V. Grigor'eva¹. **Combined subchronic toxicity of nickel and manganese oxides nanoparticles, and its decrease due to bioprotectors complex**

¹Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, 30, Str. Popova, Yekaterinburg, Russia, 620014

²The Ural Shared Experimental Facility «Modern nanotechnologies», The Ural Federal University, Pr. Lenina 51, Ekaterinburg, Russia, 620000

³The Central Research Laboratory, The Ural State Medical University, Str. Klyuchevskaya 5, Ekaterinburg, Russia, 620109

⁴Institute of Industrial Ecology, the Urals Branch of the Russian Academy of Sciences, Str. Sofii Kovalevskoy 20, Ekaterinburg, Russia, 620219

Stable suspensions of NiO and/or Mn₃O₄ nanoparticles with average diameter 16,7±8,2 nm and 18,4±5,4 nm respectively, obtained via laser ablation of the metals with 99,99% purification in deionized water, were injected intraperitoneally into rats in dose of 0,5 mg or 0,25 mg three times per week up to 18 times separately or in various dose combinations. A group of rats received combined injections of nanoparticles in the highest dose or merely water with oral «bioprotector complex» containing pectin, vitamins A, C and E, glutamate, glycine, N-acetylcysteine, selenium, iodine and polyunsaturated fatty acids of omega-3 class. Intoxication development was assessed through multiple functional parameters and histologic changes in liver, spleen, kidneys and brain. Nickel and manganese accumulation in these organs was measured via various methods. Both types of metallic oxide nanoparticles appeared to be hazardous for body, but Mn₃O₄ caused more harm according to major nonspecific toxicity manifestations. Moreover, they caused more intense injury to caudate nucleus and hippocamp neurons — that can be considered as an experimental model of manganese parkinsonism. Mathematic analysis based on response pattern revealed ambiguity of the combined toxicity type, depending

on the effects assessed and on its level. Due to the bioprotector complex, organic and systemic toxicity and genotoxicity of Mn_3O_4 and NiO nanoparticles combined were diminished.

Key words: nanoparticles, manganese and nickel oxides, subchronic combined toxicity, bioprotectors.

На фоне активного развития общей и частной нанотоксикологии, характеризующего последние примерно десять лет, обращает на себя внимание почти полное отсутствие исследований, посвященных комбинированной токсичности разных веществ в наноразмерном состоянии [28]. Между тем, чем более широким становится внедрение наноматериалов в различные сферы промышленности, науки и медицины, тем выше вероятность того, что человек оказывается под комбинированным воздействием этих материалов.

Поэтому, получив определенный опыт токсикологической характеристики острого и субхронического действия обособленных НЧ серебра, золота, оксидов железа и меди и подтвердив, в частности, что они опаснее своих микрометровых и даже субмикронных «двойников», но в то же время, имеют некоторые общие с ними (то есть зависящие от химической природы металла) специфические особенности и механизмы действия [3,9,12,15,23] наш коллектив естественно обратился к изучению комбинированной токсичности металлосодержащих НЧ. Второй предпосылкой к планированию этих работ послужили теоретический багаж, экспериментальные материалы и подходы к их математическому описанию, накопленные за долгие годы изучения закономерностей комбинированной токсичности химических веществ, действующих не в нано-, а в ионно-молекулярном состоянии [1,2,13,19,22,29,30].

С этой целью мы выбрали никель- и марганецсодержащие НЧ, которые часто сочетаются в воздухе рабочих помещений как при выплавке легированных сталей и некоторых лигатур, так и при электросварке. Никель в составе этих НЧ обычно представлен оксидом NiO, а марганец — рядом кислородсодержащих соединений, одним из которых является марганец (II, III) оксид (Mn_3O_4) [4,17,27].

Параллельно с этим в настоящем исследовании решалась другая задача, связанная с широкой проблематикой биологической профилактики профессиональных и экологически обусловленных интоксикаций [9]. Эта задача была практически решена в отношении действия НЧ серебра [14, Патент РФ № 2013125265] и НЧ оксида меди [23, Патент РФ № 2560682].

Материалы и методы. В экспериментах использовались суспензии сферических наночастиц NiO и Mn_3O_4 со средним ($\pm\sigma$) диаметром $16,7\pm 8,2$ нм и $18,4\pm 5,4$ нм соответственно, полученные лазерной абляцией соответствующего металла 99,99% чистоты в деионизированной воде с последующим упариванием до концентрации 0,5 мг/мл. Будучи практически нерастворимыми в деионизированной воде, оба типа НЧ, но в особенности, Mn_3O_4 относительно быстро растворяются в модельной биологической среде (бывшей сыворотке).

Каждый тип НЧ вводился внутрибрюшинно аутбредным крысам-самкам с исходной массой тела 150–220 г 3 раза в неделю в течение 6 недель в дозировке 0,5 мг или 0,25 мг либо обособленно, либо в четырех различных дозовых комбинациях. Дополнительная группа получала по 0,5 мг каждого вида НЧ на фоне перорального воздействия биопрофилактического комплекса (БПК), в составе которого были включены яблочный пектин, глютамат натрия, глицин, N-ацетилцистеин, витаминно-микроэлементные добавки (витамины А, Е и С, селен, йод), а также препарат рыбьего жира с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот класса омега-3, а одиннадцатая группа — тот же БПК без воздействия НЧ.

После завершения экспозиционного периода состояние организма оценивалось по большому числу функциональных, биохимических и гисто-морфометрических показателей, а также по степени фрагментации геномной ДНК в ядерных клетках крови (с помощью ПДАФ-теста). Накопление никеля и марганца в органах измерялось с помощью атомно-эмиссионной спектроскопии (АЭС), а с помощью электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) оценивался вклад NiO и Mn_3O_4 в это накопление.

Математический анализ типа комбинированной токсичности по всем показателям действия при различных уровнях соответствующего эффекта был осуществлен с помощью изобол на основе построения поверхности отклика. Этот подход (так называемая Response Surface Methodology) успешно использовался ранее как нами [18,19,22], так и другими исследователями [5,6,21,26].

Результаты и их обсуждение.

А. Сравнительная и комбинированная токсичность наночастиц.

Оба вида НЧ, действуя изолированно даже в меньшей из испытанных доз (0,25 мг на крысу) вызвали немалое число статистически значимых сдвигов и при том неблагоприятных сдвигов показателей состояния организма, причем в случае Mn_3O_4 -НЧ их больше, чем в случае NiO-НЧ (соответственно, 21 и 12 из 48). По 15 показателям было отмечено статистически значимое различие между эффектами разных НЧ, действующих в равной дозировке, причем по всем этим показателям действие Mn_3O_4 -НЧ оказывается более выраженным по сравнению с NiO-НЧ.

Сопоставление с этими результатами соответствующих результатов комбинированного действия показало, что те или иные дозовые соотношения в комбинации NiO-НЧ и Mn_3O_4 -НЧ дали в сумме всего в 8 случаях эффект, статистически значимо более высокий по сравнению с соответствующим эффектом обособленного действия такой же дозы Mn_3O_4 -НЧ, но в 25 случаях — по сравнению с эффектом обособленного

действия NiO-НЧ. Наоборот, статистически значимо *менее* существенные эффекты комбинированного действия по сравнению с обособленным отмечены в 28 и в 12 случаях, соответственно.

Таким образом, комбинированное действие изученных НЧ скорее усиливает, чем ослабляет эффект обособленного действия NiO-НЧ, в то время как сравнение комбинированной интоксикации с вызванной обособленным действием Mn_3O_4 -НЧ дает зеркально противоположную картину.

При математическом моделировании мы, как и в ранее исследовавшемся случае субхронической токсичности растворимых солей марганца, никеля и хрома в разных бинарных комбинациях [11], нашли многообразие типов комбинированного действия наночастиц оксидов никеля и марганца. В зависимости от характера и уровня рассматриваемого эффекта, оно могло быть как однонаправленным (при этом аддитивного типа либо отклоняющимся от него в сторону супер- или субаддитивности), так и противоположенным.

Б. Эффективность биопрофилактического комплекса (БПК).

Включение в состав биопрофилактического комплекса веществ, перечисленных в Разделе «Материалы и методы», было обусловлено как теоретическими предпосылками, так и опытом предыдущих исследований. Глутамат, глицин и цистеин включены в него как предшественники биосинтеза восстановленного глутатиона, который является системным протектором от оксидативного и свободно-радикального повреждения клетки и субклеточных структур, характеризующего первичные механизмы цитотоксичности и генотоксичности различных металлосодержащих наночастиц [7]. Кроме того, глутамат через его участие в цикле Кребса, связанном с образованием АТФ, является мощным стабилизатором клеточных мембран, повреждаемых мембранолитическим дей-

ствием различных цитотоксичных частиц [16,20,24], а также важнейшим нейромедиатором центральной нервной системы, и эта его функция подвержена повреждению марганцем [8]. Антиоксидантным действием обладают также селен и витамины А, Е и С, а включение йода в комплекс обусловлено тем, что марганцевая интоксикация связана с нарушениями функции щитовидной железы [18]. Пектиновый энтеросорбент в составе БПК предназначен для блокирования кишечной абсорбции ионов металлов, образующихся при растворении наночастиц, перенесенных в желудочно-кишечный тракт после отложения в дыхательных путях, а также кишечной реабсорбции ионов, выделенных печенью с желчью. Последний названный механизм также особо важен в токсикокинетике марганца, который элиминируется из организма указанным путем в значительно большей степени, чем почками. Испытанный БПК содержал также препарат рыбьего жира, богатый полиненасыщенными жирными кислотами класса омега-3, внутриклеточными производными которых являются эйкозаноиды, активирующие репликацию ДНК, тем самым играя важную роль в репарации ее повреждений, что ранее было показано нами при различных интоксикациях [10,16,23].

Можно полагать, что именно многообразием механизмов и разными точками приложения защитного действия этого набора биопротекторов объясняется найденное существенное ослабление ряда проявлений комбинированной интоксикации наночастицами NiO и Mn_3O_4 при сочетании их в наиболее высокой из испытанных дозировок. В таблице приведены только те функциональные показатели состояния организма, по которым при действии этой комбинации были выявлены неблагоприятные сдвиги по сравнению с контрольными величинами, которые были статистически ослаблены на фоне действия БПК. В то же время, ни

Таблица

Некоторые функциональные показатели состояния организма крыс, подвергавшихся комбинированной субхронической загрузке наночастицами (НЧ) NiO и Mn_3O_4 или тому же воздействию на фоне приема БПК ($X \pm S_x$)

Показатель	Группы, получавшие:			
	Воду (контроль)	NiO-НЧ+ Mn_3O_4 -НЧ	NiO-НЧ+ Mn_3O_4 -НЧ и БПК	Воду и БПК
Лейкоциты крови, 10^3 /мкл	4,3±0,4	6,1±0,5*	5,7±0,6 ⁺	4,3±0,4
Билирубин в сыворотке крови, мкмоль/л	2,02±0,4	1,15±0,1*	1,5±0,1 ⁺	1,7±0,1
Альбумин в сыворотке крови, г/л	46,6±0,8	38,6±0,8*	41,8±1,1 ⁺	47,3±1,2
Диурез, мл	32,7±1,8	17,9 ±2,9*	30,2±2,7 ⁺	31,2±4,5
Удельный вес мочи	1,017 ±0,001	1,023 ±0,001*	1,019 ±0,001 ⁺	1,019 ±0,001
Креатинин в моче, ммоль/л	1,09±0,1	1,8±0,2*	1,2 ±0,1 ⁺	1,2±0,1
δ — АЛК в моче, мкмоль/сутки	0,23±0,07	0,54±0,13	0,22±0,02 ⁺	0,25±0,08
Коэффициент фрагментации геномной ДНК лейкоцитов крови	0,424±0,0002	0,499±0,005, $p < 0,01$ *	0,452±0,005 κ * ⁺	0,412±0,005

Примечания: *различия статистически значимы ($p < 0,05$ по t Стьюдента с поправкой Бонферони для множественных сравнений) в сравнении с контролем; + — то же в сравнении с группой, получавшей НЧ без БПК.

один из 48 измеренных функциональных показателей интоксикации не был под влиянием БПК усилен. Отмечено также значимое снижение генотоксического эффекта, оцененного по коэффициенту фрагментации геномной ДНК ядерных клеток крови.

Выводы. 1. Гистологическое изучение тканей печени, почек, селезенки и головного мозга, сочетавшееся с морфометрией, выявило у крыс, подвергавшихся воздействию наночастиц, ряд выраженных патологических изменений, существенно ослабленных при том же воздействии на фоне приема БПК. 2. Благоприятный эффект БПК подтвержден большим количеством характерных морфометрических показателей со стороны канальцев почек и подкорковых отделов головного мозга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 4–30)

1. Кацнельсон Б.А. Комбинированное действие химических веществ. В книге «Общая токсикология» (ред. Б.А. Курляндский и В.А. Филлов). — Москва: «Медицина», 2002. — С. 497–520.
2. Кацнельсон Б.А., Казмер Ю.И., Вараксин А.Н. и др. // Токс. Вест. — 2011. — №3. — С. 2–6.
3. Привалова Л.И., Сутункова М.П., Пичугова С.В. и др. // Мед. труда пром. экол. — 2012. — №11. — С. 42–46.

REFERENCES

1. Katsnelson B.A. Combined effects of chemicals. In: B.A. Kurlyandskiy, V.A. Filov, eds. General toxicology. — Moscow: «Meditsina», 2002. — P. 497–520 (in Russian).
2. Katsnel'son B.A., Kazmer Yu.I., Varaksin A.N., et al. // Toks. Vest. — 2011. — 3. — P. 2–6 (in Russian).
3. Privalova L.I., Sutunkova M.P., Pichugova S.V., et al. // Industr. med. — 2012. — 11. — P. 42–46 (in Russian).
4. Andujar P., Simon-Deckers A., Galateau-Salle F. et al. // Part. Fibre Toxicol. — 2014. — №13. — P. 11–23.
5. Box G.E.P., Draper N.R. Response Surfaces, Mixtures, and Ridge Analyses. John Wiley & Sons, Inc. — New Jersey. 2007.
6. Euling S., Gennings C., Wilson E.M. et al. // Toxicol. Sci. — 2002. — №69 (2). — P. 332–343.
7. Fröhlich E. // Curr. Drug Metab. — 2013. — №14 (9). — P. 976–88.
8. Karki P., Lee E., Aschner M. // Ann. Occup. Environ. Med. — 2013. — №25. — P. 4.
9. Katsnelson B.A., Degtyareva T.D., Minigalieva I.A. et al. // Int. J. Toxicol. — 2011. — №30. — P. 60–67.
10. Katsnelson B.A., Makeev O.H., Kochneva N.I. // Central Eur. J. Occup. Environ. Med. — 2007. — №13. — P. 251–264.
11. Katsnelson B.A., Panov V.G., Minigaliyeva I.A. et al. // Toxicology. — 2015. — №334. — P. 33–44.
12. Katsnelson B.A., Privalova L.I., Degtyareva T.D. et al. // Cent. Eur. J. Occup. Environ. Med. — 2010. — №16 (1–2). — P. 47–63.
13. Katsnelson B.A., Privalova L.I., Gurvich V.B. // J. Environ. Protect. — 2014. — №5. — P. 1435–1449.
14. Katsnelson B., Privalova L.I., Gurvich V.B. et al. // Int. J. Mol. Sci. — 2013. — №14 (2). — P. 2449–2483.

15. Katsnelson B.A., Privalova L.I., Sutunkova M.P. et al. // Int. J. Nanomed. — 2015. — №10. — P. 3013–3029.
16. Katsnelson B.A., Yermenko O. S., Privalova L. I. et al. // Med. lav. — 2009. — №100 (6). — P. 455–470.
17. Keane M., Stone S., Chen B. // J. Environ. Monit. — 2010. — №12 (5). — P. 1133–1140.
18. Minigalieva I.A., Katsnelson B.A., Privalova L.I. et al. // Int. J. Mol. Sci. — 2015. — №16 (9). — P. 22555–22583.
19. Minigaliyeva I.A., Katsnelson B.A., Privalova L.I. et al. // Int. J. Toxicol. 2014. — №33 (6). — P. 498–505.
20. Morosova K.I., Aronova G.V., Katsnelson B.A. et al. // Brit. J. Industr. Medic. — 1982. — № 39 (3). — P. 244–252.
21. Myers R.H., Montgomery D.C., Anderson-Cook C.M. Response Surface Methodology. Process and Product Optimization Using Designed Experiments. 3rd ed. John Wiley & Sons. — New York, 2009.
22. Panov V.G., Katsnelson B.A., Varaksin A.N. et al. // Toxicol. Rep. — 2015. — №2. — P. 297–307.
23. Privalova L.I., Katsnelson B.A., Loginova N.V. et al. // Int. J. Mol. Sci. — 2014. — №15 (7). — P. 12379–12406.
24. Privalova L. I., Sutunkova M. P., Valamina I. E. et al. // Central Eur. J. Occup. Environ. Med. — 2007. — №13 (3–4). — P. 265–276.
25. Soldin O.P., Aschner M. // Neurotoxicology. — 2007. — №28 (5). — P. 951–956.
26. Tallarida R.J. // J. Pharmacol. Exp. Therapeutics. — 2001. — №298 (3) — P. 865–872.
27. Taube F. // Ann. Occup. Hyg. — 2012. — №57. — P. 6–25.
28. Tong T., Wilke C.M., Wu J. et al. // Environ. Sci. Technol. — 2015. — №49 (13). — P. 8113–8123.
29. Varaksin A.N., Katsnelson B.A., Panov V.G. et al. // Food Chem. Toxicol. — 2014. — №64. — P. 144–156.
30. Zhang Q., Yukinori K., Sato K. et al. // J. Toxicol. Environ. Health. — 1998. — №53. — P. 423–438.

Поступила 15.08.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Минигалиева Ильзира Амировна (Minigalieva I.A.),
ст. науч. сотр., зав. лаб. пром. токсикол. ФБУН ЕМНЦ
ПОЗРПП Роспотребнадзора, канд. мед. наук. E-mail ilziraminigalieva@yandex.ru.

Привалова Лариса Ивановна (Privalova L.I.),
гл. науч. сотр., зав. лаб. научных основ биопрофилактики
ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, д-р мед. наук,
проф. E-mail privaloval@yandex.ru.

Сутункова Марина Петровна (Sutunkova M.P.),
ст. науч. сотр., зав. лаб. токсикологии окружающей среды
ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, канд. мед. наук.
E-mail marinasutunkova@yandex.ru.

Шур Владимир Яковлевич (Shur V.Ya.),
дир. Центра коллективного пользования «Современные
нанотехнологии» Института естественных наук ФГАОУ
ВПО «УрФУ им. Б.Н. Ельцина», д-р физико-мат. наук,
проф. E-mail vladimir.shur@urfu.ru.

Валамина Ирина Евгеньевна (Valamina I. E.),
ст. науч. сотр., зав. лаб. ЦНИЛ ФГБОУ ВО «УГМУ», канд.
мед. наук. E-mail ivalamina@mail.ru.
Макеев Олег Германович (Makeyev O.G.),
зав. лаб. клеточной и генной терапии Института медицин-
ских клеточных технологий ФГБОУ ВО «УГМУ», д-р мед.
наук, проф. E-mail ommt305@mail.ru.

Панов Владимир Григорьевич (Panov V.G.),
зав. лаб. матем. моделирования в экологии и медицине Ин-
ститута промышленной экологии УО РАН, канд. физико-
мат. наук. E-mail vpanov@ecko.uran.ru.
Григорьева Екатерина Витальевна (Grigor'eva E.V.)
мл. науч. сотр. отдела токсикологии и биопрофилактики
ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора. E-mail: grigorieva@ymrc.ru.

УДК 615.9

Л.И. Привалова¹, Б.А. Кацнельсон¹, М.П. Сутункова¹, И.А. Минигалиева¹, В.Б. Гурвич¹, В.Я. Шур², О.Г. Макеев³, И.Е. Валамина³

ПОВЫШЕНИЕ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ОРГАНИЗМА К ВРЕДНОМУ ДЕЙСТВИЮ МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИХ НАНОЧАСТИЦ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ РИСКАМИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ

¹ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий»
Роспотребнадзора, ул. Попова, д. 30, Екатеринбург, Россия, 620014

²Институт естественных наук ФГАОУ ВПО «УрФУ им. Б.Н. Ельцина», ул. Куйбышева, д. 48а, г. Екатеринбург,
Россия, 620026

³Центральная научно-исследовательская лаборатория Уральского государственного медицинского университета, ул.
Ключевская, д. 5, г. Екатеринбург, Россия, 620109

Особо высокая токсичность металлосодержащих наночастиц делает необходимым поиск путей повышения устойчивости организма к их вредному действию. Эксперименты авторов, обобщенные в этой статье, продемонстрировали, что на фоне приема комбинаций некоторых биологически активных веществ, подобранных исходя из здоровых теоретических предпосылок, и назначаемых в безвредных дозах, интегральные и специфические проявления органо-системной токсичности и даже генотоксичности таких наночастиц могут быть заметно ослаблены. Дальнейшее развитие этого направления исследований следует рекомендовать для практического внедрения.

Ключевые слова: металлосодержащие наночастицы, биопротекторы.

L.I. Privalova¹, B.A. Katsnel'son¹, M.P. Sutunkova¹, I.A. Minigalieva¹, V.B. Gurvich¹, V.Ya. Shur², O.G. Makeyev³, I.E. Valamina³. **Increasing resistance against hazardous effects of metals-containing nanoparticles as a prospective approach to health risks management**

¹Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, 30, Str. Popova, Yekaterinburg, Russia, 620014

²The Institute of Natural Sciences, the Ural Federal University, Str. Kuybysheva 48a, Ekaterinburg, Russia, 620026

³The Central Research Laboratory, the Ural State Medical University, Str. Klyuchevskaya 5, Ekaterinburg, Russia, 620109

Extremely high toxicity of metal-containing nanoparticles necessitates search of methods to increase body resistance against its harmful effects. The authors' experiments summarized in the article demonstrated that some combinations of certain biologically active substances selected according to sound theoretic background and prescribed in harmless doses can significantly decrease integral and specific manifestations of organ and system toxicity and even genotoxicity of such nanoparticles. Further development of this research direction should be recommended for practical implementation.

Key words: metal-containing nanoparticles, bioprotectors.

Искусственные металлические и метало-оксидные наночастицы, находящие себе широкое применение в науке, технике и медицине, и те их аналоги, которые образуются при различных пирометаллургических,

химических и сварочных технологических процессах, могут быть отнесены к числу особо опасных вредных факторов в силу их высокой токсичности и почти облигатной генотоксичности, заставляющей подо-

зреть связанную с ней канцерогенность. Хотя эксперименты, проводившиеся с наночастицами серебра и золота, а также оксидами железа (Fe_3O_4 и Fe_2O_3), меди (CuO), никеля (NiO), марганца (Mn_3O_4), и продемонстрировали высокую активность физиологических защитных механизмов, направленных против их действия [2,7]. Поэтому мы поставили перед собой задачу попытаться повысить естественную резистентность организма к токсичности и генотоксичности данного класса наночастиц с помощью так называемой биопрофилактики.

Эта идея основывалась на накопленном на протяжении свыше 30 лет опыте разработки и успешной апробации (не только экспериментальной, но и на добровольцах) способов повышения резистентности организма к большому числу других токсиантов, включая минеральные микрочастицы [1,9]. Этот опыт и теоретические предпосылки, опирающиеся на научную литературу и собственные исследования, обосновывает развиваемый нами подход к пониманию принципиальных механизмов системно-организменного уровня, благодаря которым биопротекторные воздействия приводят к ослаблению интоксикации.

Однако один и тот же биопротектор может в различных ситуациях или действовать, в значительной степени, как специфический, или же помогать организму, главным образом, как агент, усиливающий неспецифические механизмы защиты и таким путем повышая устойчивость к разнообразным вредным экспозициям.

Биопротекторы с не полностью совпадающими механизмами действия оказываются, как было показано нашими экспериментами, наиболее эффективными, если применяются не обособленно, а в составе комбинаций, которые мы называем «биопрофилактическими комплексами» (БПК). Имея в виду возможность последующего их применения людьми, мы включаем в состав таких БПК только те вещества, которые сами по себе безвредны при длительном назначении в профилактически эффективной дозировке, уделяя особое внимание дополнительной проверке этой безвредности [1,9].

На большом числе хронических или субхронических экспериментальных интоксикаций различными неорганическими или органическими химическими веществами, действовавшими обособленно или в разных комбинациях (моделирующих реальные профессионально или экологически обусловленные химические экспозиции) мы продемонстрировали биопротекторную эффективность некоторых аминокислот, витаминов, эссенциальных макро- и микроэлементов, полиненасыщенных жирными кислотами (ПНЖК) класса омега-3, а также пектиновых энтеросорбентов. Во многих случаях благоприятный эффект и собственная безопасность экспериментально испытанных БПК были затем подтверждены испытанием на добровольцах, которое предшествовало широкому профилактическому применению этих БПК.

Что же касается биопрофилактики вредных эффектов воздействия именно наночастиц, то к настоящему времени мы имеем опыт теоретического обоснования и экспериментального испытания трех БПК, направленных на защиту от нано-серебра [8,12], нано-оксида меди [3,12] и комбинации нано-оксидов никеля и марганца [10].

Различаясь в некоторых существенных деталях соответственно специфическим токсикодинамическим и токсикокинетическим особенностям действия конкретных металлов, составы всех трех БПК имели и много общего, и мы полагаем, что подобные БПК, предназначенные для защиты от действия других металлических наночастиц, должны будут включать в себя те же самые главные компоненты. Такими компонентами выбора являются:

1. Глютамат как эффективный стабилизатор клеточных мембран в условиях их повреждения различными цитотоксическими частицами, действующий через интенсификацию синтеза АТФ [5,11]. Можно предположить, что его назначение специфически повышает устойчивость к нейротоксичности марганцевых, свинцовых и некоторых других металлосодержащих наночастиц благодаря его важнейшей роли в передаче сигналов возбуждения в центральной нервной системе млекопитающих и, таким образом, в нормальном осуществлении большинства функций головного мозга. Действительно, известно, например, что марганец ухудшает экспрессию и функцию главных глютамат-транспортеров в астроцитах [6] и что свинец препятствует релизу глютамата в гиппокампе [13]. Можно ожидать, что дополнительная поставка глютамата в мозг компенсирует такие неблагоприятные эффекты.

2. Два других прекурсора глютамина, а именно глицин и цистеин (последний в высоко активной и метаболически хорошо доступной форме N-ацетилцистеина) — принимая во внимание и вышеупомянутую важную роль оксидативного стресса как общего механизма токсичности металлосодержащих наночастиц, и экспериментальные данные, продемонстрировавшие, что дефицит глютамина потенцирует токсичность некоторых металлов — например, вызываемое марганцем повреждение полосатого тела и ствола мозга у крыс [4].

3. Другие агенты антиоксидантной системы организма (витамины А, Е, С, и селен).

4. ПНЖК класса омега-3, важными внутриклеточными производными которых являются эйкозаноиды, активирующие репликацию ДНК и тем самым способствующие ее репарации при генотоксическом повреждении.

5. Йод, принимая во внимание хорошо известные нарушения функции щитовидной железы, вызываемые свинцовой, марганцевой и некоторыми другими интоксикациями.

6. Пектиновый энтеросорбент, препятствующий кишечной реабсорбции токсичных металлов, выделенных печенью (после более или менее полного

растворения наночастиц «ин виво») с желчью, что особенно важно для тех металлов, для которых (как опять-таки для марганца) именно этот путь экскреции превалирует.

Во всех проведенных нами исследованиях было найдено, что органо-системная токсичность и даже генотоксичность металлосодержащих наночастиц действительно могут быть ослаблены на фоне приема таких БПК. Между тем, именно создание такой био-профилактической системы всегда служило основной целью нашего подхода, базирующегося на понимании как общих и частных механизмов токсичности, так и рассмотренных выше общих принципов подбора биопротекторов, и в этом отношении мы являемся действительно первыми.

Высокая профилактическая эффективность испытывавшихся БПК против металлосодержащих наночастиц была оценена по большому числу показателей токсичности и представлена детально в соответствующих публикациях, и здесь мы хотели бы только проиллюстрировать ее несколькими примерами.

Так, вышеперечисленные нанометаллы найдены высоко нефротоксичными, вызывая в особенности значительное повреждение эпителия проксимальных извитых канальцев почки. На окрашенных по Шиффу срезах почки у крыс, получавших в/б на протяжении 6–7 недель сублетальные дозы соответствующих наночастиц, мы видели выраженную дегенерацию этого эпителия с частичной потерей щеточной каемки и иногда с полной десквамацией клеток. При той же токсической экспозиции на фоне приема БПК выраженное ослабление этих нарушений бросалось в глаза и подтверждалось морфометрическими данными. В качестве иллюстрации, последние приведены в табл. 1, относящейся к интоксикации наночастицами CuO [12] и к комбинированной интоксикации наночастицами NiO + Mn₃O₄ [10].

Таблица 1

Некоторые морфометрические показатели повреждения тубулярного эпителия почек (% внутреннего периметра) у крыс после повторных внутрибрюшинных введений металло-оксидных наночастиц без или на фоне перорального назначения БПК ($X \pm \sigma$)

Группа крыс, которым вводили:	Потеря щеточной каемки	Потеря клеток
Наночастицы NiO + наночастицы Mn ₃ O ₄		
воду (контроль)	5,44 ± 0,9	0,00 ± 0
наночастицы	12,33 ± 2,3*	2,43 ± 1,0*
наночастицы + БПК	7,08 ± 1,7	0,00 ± 0 ⁺
Наночастицы CuO		
воду (контроль)	5,39 ± 0,42	0,33 ± 0,13
наночастицы	8,36 ± 0,76*	1,16 ± 0,38*
наночастицы + БПК	5,98 ± 0,46 ⁺	0,98 ± 0,35

Примечания к табл. 1–5: * статистически значимое отличие от контрольной группы; ⁺ то же от группы, получавшей наночастицы без БПК ($p < 0,05$ по t Стьюдента).

Другим неблагоприятным эффектом, который оказался специфичным для токсичности наночастиц оксидов меди и марганца, было выраженное повреждение некоторых структур головного мозга, в особенности, полосатого тела и гиппокампа [10,12], причем в обоих случаях оно было существенно ослаблено на фоне приема соответствующих БПК. На примере комбинированной интоксикации наночастицами NiO + Mn₃O₄ это иллюстрируется табл. 2.

Таблица 2

Некоторые морфометрические показатели состояния головного мозга у крыс после повторных внутрибрюшинных введений наночастиц NiO и Mn₃O₄ без или на фоне перорального назначения БПК ($X \pm \sigma$)

Нейроны гольджи, %	Группы крыс, получившие		
	воду (контроль)	наночастицы	наночастицы и БПК
Хвостатое ядро			
Без ядрышка	30,50 ± 2,77	60,30 ± 2,26*	37,15 ± 2,89 ⁺
С отчетливым центральным расположением ядрышком	25,12 ± 1,16	12,35 ± 0,95*	23,28 ± 1,09 ⁺
Гиппокамп (CA 1)			
Без ядрышка	30,50 ± 2,30	70,40 ± 3,75*	41,30 ± 2,14 ⁺⁺
С отчетливым центральным расположением ядрышком	46,4 ± 2,92	11,0 ± 1,13*	30,5 ± 1,96 ⁺⁺

В качестве иллюстрации эффективности биопротекторов по отношению к менее специфичным эффектам токсичности металлосодержащих наночастиц в табл. 3 приведены некоторые показатели, характеризующие ту же комбинированную интоксикацию [10]. Кроме того, данная таблица демонстрирует, что БПК, существенно ослабляющий неблагоприятные сдвиги показателей состояния организма, вызываемые действием наночастиц, сам по себе на эти показатели не влияет. Отметим, что эта особенность наших экспериментальных результатов является, за редкими исключениями, типичной для них.

Значительное ослабление токсических эффектов не обязательно связано со снижением нагрузки критических органов токсичным металлом, в том числе, в форме наночастиц, что свидетельствует о важной роли преимущественно токсикодинамических механизмов действия биопротекторов. Тем не менее, благоприятный токсикокинетический эффект последних в некоторых случаях также наблюдался, как это демонстрируется данными табл. 4 [12].

Последнее немаловажное обстоятельство, выявленное в наших исследованиях, состоит в том, что в то время как все пока изученные нами металлосодержащие наночастицы в той или иной степени геноток-

Таблица 3

Некоторые функциональные показатели состояния крыс после повторных внутрибрюшинных введений наночастиц NiO и Mn₃O₄ без или на фоне перорального назначения БПК (X±σ)

Показатель	Группы крыс, получавшие:			
	воду (контроль)	наночастицы	наночастицы + БПК	БПК
Лейкоциты, 10 ³ /мкл	4,3±0,4	6,1±0,5*	5,7±0,6 ⁺	4,3±0,4
Билирубин в сыворотке крови, мкмоль/л	2,02±0,4	1,15±0,1*	1,5±0,1 ⁺	1,7±0,1
Альбумин в сыворотке крови, г/л	46,6±0,8	38,6±0,8*	41,8±1,1 ⁺	47,3±1,2
Диурез, мл	32,7±1,8	17,9±2,9*	30,2±2,7 ⁺	31,2±4,5
Относительная плотность мочи	1,017±0,001	1,023±0,001*	1,019±0,001 ⁺	1,019±0,001
Креатинин в моче, ммоль/л	1,09±0,1	1,8±0,2*	1,2±0,1 ⁺	1,2±0,1
Суточная экскреция δ — АЛК с мочой, ммоль	0,23±0,07	0,54±0,13	0,22±0,02 ⁺	0,25±0,08

Таблица 4

Содержание меди в некоторых органах (мкг/г сухой ткани) у крыс после повторных внутрибрюшинных введений наночастиц CuO без или на фоне перорального назначения БПК (X±σ)

Группы крыс, получавшие	Почки	Печень	Селезенка	Головной мозг
Воду (контроль)	424±29	122±24	225±21	189±07
Наночастицы	625±71*	288±63*	242±15	215±17
Наночастицы и БПК	594±100	221±35*	180±25 ⁺	188±14
БПК	504±56	106±03	253±22	208±15

Таблица 5

Коэффициенты фрагментации геномной ДНК по данным ПДАФ-теста у крыс после повторных внутрибрюшинных введений наночастиц серебра без или на фоне перорального назначения БПК (X±σ)

Группы крыс, получавшие	Ткани				
	Печень	Костный мозг	Селезенка	Почки	Ядросодержащие клетки крови
Воду (контроль)	0,40±0,001	0,39±0,003	0,38±0,002	0,39±0,003	0,38±0,001
Наночастицы	0,46±0,002 *	0,46±0,032*	0,46±0,001*	0,42±0,008*	0,41±0,012*
Наночастицы и БПК	0,41±0,011 *	0,37±0,003**	0,42±0,003**	0,40±0,006**	0,39±0,007

сичны, все три испытанных БПК значительно ослабили его токсичность. Табл. 5 демонстрирует это на примере наночастиц серебра [3,8].

Выводы. 1. Высокая токсичность металлосодержащих наночастиц делает необходимым не только обеспечение минимально достижимых уровней экспозиции к ним, но и поиск путей повышения устойчивости организма к их вредному действию. 2. Прием адекватно подобранных комбинаций некоторых биологически активных веществ, назначаемых в безвредных дозах, интегральные и специфические проявления органо-системной токсичности и даже генотоксичности таких наночастиц могут быть заметно ослаблены. 3. Следует рекомендовать дальнейшее развитие исследований в этом направлении. Биологическая профилактика нарушений здоровья, вызываемых другими химическими факторами производственной и окружающей среды, позволяет рассчитывать, что она сможет оказаться эффективной и в сфере управления нанотоксикологическими рисками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES стр. 4–13)

1. Кацнельсон Б.А., Привалова Л.И., Гурвич В.Б. и др. // Токс. Вест. — 2015. — №1. — С. 10–12.

2. Кацнельсон Б.А., Привалова Л.И., Сутункова М.П. и др. // Токс. Вест. — 2015. — №3. — С. 26–39.

3. Привалова Л.И., Кацнельсон Б.А., Гурвич В.Б. и др. // Гиг. санит. — 2015. — №2. — С. 31–35.

REFERENCES

1. Katsnel'son B.A., Privalova L.I., Gurvich V.B., et al. // Toks. Vest. — 2015. — 1. — P. 10–12 (in Russian).

2. Katsnel'son B.A., Privalova L.I., Sutunkova M.P., et al. // Toks. Vest. — 2015. — 3. — P. 26–39 (in Russian).

3. Privalova L.I., Katsnel'son B.A., Gurvich V.B., et al. // Gig. Sanit. — 2015. — 2. — P. 31–35 (in Russian).

4. Desole M.S., Miele M., Esposito G. et al. // Arch. Toxicol. — 1994. — №68. — P. 566–570.

5. Fröhlich E. // J. Curr. Drug Metab. — 2013. — №14. — P. 976–988.

6. Karki P., Lee E., Aschner M. // Ann. Occup. Environ. Med. — 2013. — № 25 (4).

7. Katsnelson B.A., Privalova L.I., Gurvich V.B. et al. // J. Environ. Protect. — 2014a. — №5. — P. 1435–1449.

8. Katsnelson B.A., Privalova L.I., Gurvich V.B. et al. // Int. J. Mol. Sci. — 2013. — №14. — P. 2449–2483.

9. Katsnelson B.A., Privalova L.I., Sutunkova M.P. et al. // Int. J. Nanomed. — 2014. — №10. — P. 3013–3029.

10. Minigalieva I.A., Katsnelson B.A., Privalova L.I. et al. // Int. J. Mol. Sci. — 2015. — № 16. — P. 22555–22583.
11. Morosova K.I., Katsnelson B.A., Rotenberg Yu.S., Belobragina G.V. // Br. J. Ind. Med. — 1984. — № 41(4). — P. 518–525.
12. Privalova L.I., Katsnelson B.A., Loginova N.V. et al. // Int. J. Mol. Sci. — 2014. — № 15. — P. 12379–12406.
13. White L.D., Cory-Slechta D.A., Gilbert M.E. et al. // Toxicol. Appl. Pharmacol. — 2007. — № 225. — P. 1–27.

Поступила 15.08.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Привалова Лариса Ивановна (Privalova L.I.),
гл. науч. сотр., зав. лаб. научн. основ биопрофилактики
ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, д-р мед. на-
ук., проф. Е — mail: privalovali@yahoo.com
Кацнельсон Борис Александрович (Katsnel'son B.A.),
зав. отд. токсикологии и биопрофилактики ФБУН ЕМНЦ
ПОЗРПП Роспотребнадзора, д-р мед. наук., проф. Е —
mail: bkaznelson@etel.ru.
Сутункова Марина Петровна (Sutunkova M.P.),
зав. лаб. токсикол. окруж. среды ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП
Роспотребнадзора, канд. мед. наук. Е — mail: marinasu-
tunkova@yandex.ru.

Минигалиева Ильзира Амировна (Minigalieva I.A.),
ст. науч. сотр., зав. лаб. пром. токсикологии ФБУН ЕМНЦ
ПОЗРПП Роспотребнадзора, канд. биол. наук. Е — mail:
ilzira-minigalieva@yandex.ru.
Гурвич Владимир Борисович (Gurvich V.B.),
дир. ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, д-р мед.
наук. Е — mail: gurvich@ymrc.ru.
Шур Владимир Яковлевич (Shur V.Ya.),
дир. Центра коллективного пользования «Современные
нанотехнологии» Института естественных наук ФГАОУ
ВПО «УрФУ им. Б.Н. Ельцина», д-р физ.-мат. наук, проф.
Е — mail: vladimir.shur@urfu.ru.
Макеев Олег Германович (Makeyev O.G.),
зав. лаб. клеточной и генной терапии Института медицин-
ских клеточных технологий, ФГБОУ ВО «УГМУ», д-р мед.
наук., проф. Е -mail ommt305@mail.ru.
Валамина Ирина Евгеньевна (Valamina I. E.),
ст. науч. сотр., зав. лаб. патоморфологии и иммуногистох-
мии ЦНИЛ ФГБОУ ВО «УГМУ», канд. мед. наук. Е -mail
ivalamina@mail.ru.

УДК 614.7

О.А. Рапопорт, Г.Н. Рудой, И.Д. Копылов

ВОЗМОЖНОСТИ МИНИМИЗАЦИИ КАПИТАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА ОРГАНИЗАЦИЮ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

ООО «УГМК-Холдинг», пр. Успенский, д. 1, Верхняя Пышма, Свердловская обл., Россия, 624091

В статье рассмотрен вопрос санитарно-защитных зон с точки зрения принятых экологических решений и эконо-
мической составляющей и подход к расчету наиболее оптимального соотношения между ними.

Ключевые слова: расчетная санитарно-защитная зона, воздухоохраные мероприятия, минимизация капиталь-
ных затрат.

O.A. Rapoport, G.N. Rudoy, I.D. Kopylov. **Possibilities to minimize fundamental expenses for organizing sanitary
protective zone of enterprise**

UMMC Holding Company LLC, 1, pr. Uspenskiy, Verkhnyaya Pyshma, Sverdlovskaya obl., Russia, 624091

The article covers problem of sanitary protective zones, from a viewpoint of present ecologic decisions and economic
contents, and approach to calculation of more optimal relationships between them.

Key words: calculated sanitary protective zone, air protective measures, minimization of fundamental expenses.

В соответствии с п. 2.1 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 (с изменениями СанПиН 2.2.1./2.1.1.–2361–08) «для объектов, являющихся источниками воздей-
ствия на среду обитания, разрабатывается проект обоснования размера санитарно-защитной зоны ...»,

т. е. проекты санитарно-защитной зоны (СЗЗ), кото-
рые применяются при проектировании, строитель-
стве и эксплуатации вновь строящихся, реконстру-
ируемых и действующих промышленных объектов и
производств.

Специалистами отдела экологического нормирования Управления экологической безопасности ООО «УГМК-Холдинг» (г. Верхняя Пышма Свердловской обл.) разработаны и согласованы в установленном порядке проекты расчетных санитарно-защитных зон для 7 предприятий, что обеспечило практическую возможность дальнейшей их реконструкции и модернизации.

В соответствии с п. 3.12 вышеуказанных СанПиН «размеры санитарно-защитной зоны для проектируемых, реконструируемых и действующих промышленных объектов и производств устанавливаются на основании классификации, расчетов рассеивания загрязнения атмосферного воздуха и физических воздействий на атмосферный воздух (шум, вибрация, электромагнитные поля (ЭМП) и др.) по разработанным в установленном порядке методикам ...».

В соответствии с данным СанПиН проект санитарно-защитной зоны предприятия разрабатывается последовательно. Первой стадией проектирования является определение расчетной санитарно-защитной зоны, на границе которой должны обеспечиваться нормы ПДК (для атмосферного воздуха) и нормы ПДУ (для физических факторов воздействия) с учетом фонового загрязнения.

Наши отечественные предприятия, как правило, размещаются в черте населенных пунктов (городов, поселков), в окружении жилой застройки. Поэтому вынос объектов жилья и соцкультбыта с переселением жителей из санитарно-защитной зоны, как того требует п. 5.1 указанных СанПиН, является весьма проблематичным и очень затратным.

Накопленный опыт проектирования, согласования и прохождения Госэкспертизы проектов СЗЗ предпри-

ятий Холдинга позволяет предложить способ оптимизации капитальных затрат на организацию санитарно-защитной зоны предприятия, который состоит в сопоставлении затрат на внедрение воздухоохраных мероприятий (включая мероприятия по сокращению вредных физических воздействий) и затрат на отселение жителей из санитарно-защитной зоны (либо — компенсационных затрат).

Разработчикам природоохранной документации хорошо известно, что чем выше затраты на: воздухоохраные мероприятия, включающие в себя технологические решения по сокращению выбросов в атмосферу, газоочистные и пылеулавливающие сооружения, установки каталитической очистки и пр.; мероприятия по сокращению вредных физических воздействий, тем ближе к промплощадке предприятия располагаются расчетные изолинии нормативных ПДК вредных веществ и ПДУ физических факторов.

Результатирующая кривая, огибающая эти изолинии нормативных ПДК и ПДУ, и является, в первом приближении, границей расчетной санитарно-защитной зоной предприятия.

Чем ближе граница санитарно-защитной зоны к промплощадке, тем меньше объектов жилья и соцкультбыта из нее нужно переносить и тем меньше составят капитальные затраты на организацию СЗЗ.

В качестве примера рассмотрим некое предприятие N, для которого определены несколько вариантов затрат на воздухоохраные мероприятия (по нарастающей). Для каждого варианта определены выбросы в атмосферу (также влияние вредных физических воздействий) и проведены расчеты рассеивания этих выбросов, по результатам которых определены границы расчетных санитарно-защитных зон с соответствующими радиусами (рис. 1). При этом для каждого из вариантов также определена стоимость сноса/восстановления объектов жилья и соцкультбыта с переселением жителей.

Данные расчетов сведены в табл. 1, из которой видно, что чем выше затраты на воздухоохраные мероприятия (с мероприятиями по сокращению влияния физических факторов), тем меньше величины затрат на вынос жилья из санитарно-защитной зоны.

С целью определения оптимальных затрат на организацию СЗЗ на основании данной таблицы выполнен график (рис. 2), на котором построены:

- кривая K1 величин затрат на воздухоохраные мероприятия (с мероприятиями по физфакторам) в зависимости от радиуса расчетной санзоны;
- кривая K2 величин затрат на перенос жилья с переселением жителей из СЗЗ в зависимости от того же радиуса расчетной санзоны;
- результирующая кривая KS, представляющая собой величину суммы затрат на вышеуказанные мероприятия по организации СЗЗ для каждого ее расчетного радиуса.

Видно, что результирующая кривая имеет знакопеременный характер, где точка минимума суммарных

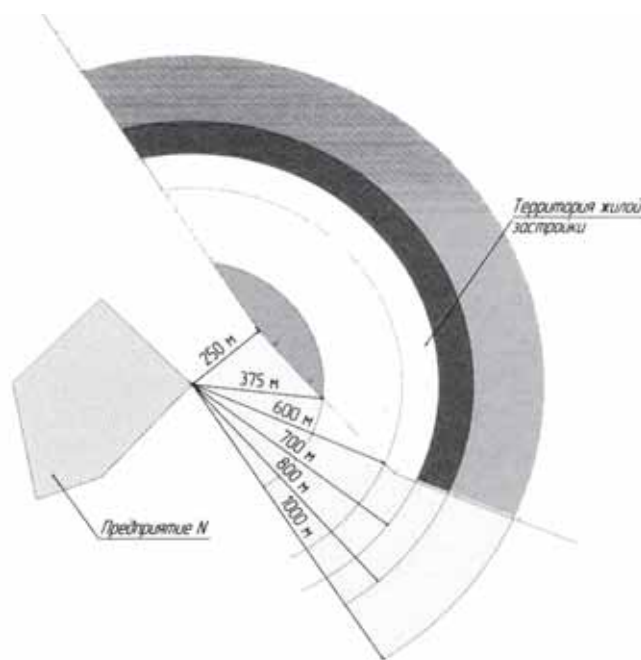


Рис. 1. Варианты размеров радиусов СЗЗ

Таблица 1

Капитальные затраты на мероприятия для организации СЗЗ

Радиус расчетной СЗЗ, м	Капитальные затраты, млн руб.		Суммарные затраты для обеспечения организации данной расчетной СЗЗ, млн руб.
	на воздухоохраные и технологические мероприятия (по сокращению влияния физфакторов)	на перенос жилья с переселением жителей из СЗЗ	
1000	0	1000	1000
800	100	700	800
700	150	560	710
600	250	400	650
375	550	150	700
250	800	0	800

Таблица 2

Среднеинтегральные размеры СЗЗ и капитальные затраты на ее организацию

Среднеинтегральный размер (ширина) расчетной СЗЗ ОАО «Электроцинк», м	Капзатраты на воздухоохраные и технологические мероприятия, млн руб.	Затраты на перенос жилья с отселением людей, озеленение и благоустройство СЗЗ, млн руб.	Сумма затрат для обеспечения данной СЗЗ, млн руб.	Год достижения
1000	0,5	7400	7400,5	2008
800	477,75	4530	5007,75	2010
500	559,55	1320	1879,55	2011
350	563,15	1000 *	1563,15	2012
200	2063,15	450*	2513,15	—

Примечание. * Только на озеленение и благоустройство СЗЗ..

капзатрат — 640 млн руб., соответствующая санитарной зоне радиусом 530 м.

Таким образом, минимальная сумма затрат на организацию СЗЗ для данного предприятия составит 640 млн руб. Исходя из этой суммы, необходимо определить сколько денег составят затраты на вынос жилья и сколько — на воздухоохраные мероприятия.

Методом последовательного приближения решаем обратную задачу, т. е. выполняем расчеты рассеивания (с расчетом влияния физфакторов), при которых обеспечивается расчетная СЗЗ радиусом 530 м, какой набор воздухоохраных мероприятий для этого требуется и какая получится величина затрат на них. Затем определяем затраты на вынос жилья как разность между 640 млн и полученными затратами на воздухо-

охраные мероприятия. Для проекта расчетной санитарной зоны ОАО «Электроцинк» (г. Владикавказ) определены капзатраты на осуществление воздухоохраных и технологических мероприятий с целью достижения среднеинтегрального размера СЗЗ 350 м, которая проходит по границе жилой застройки, и при организации которой выселения жителей не требуется (только благоустройство и озеленение). Для данного предприятия также определены ориентировочные затраты на:

- вынос жилья из нормативной СЗЗ размером 1000 м,
- организацию промежуточных санитарных зон размерами 800 и 500 м,
- теоретически возможные воздухоохраные и технологические мероприятия с целью теоретического достижения санитарной зоны размером 200 м.

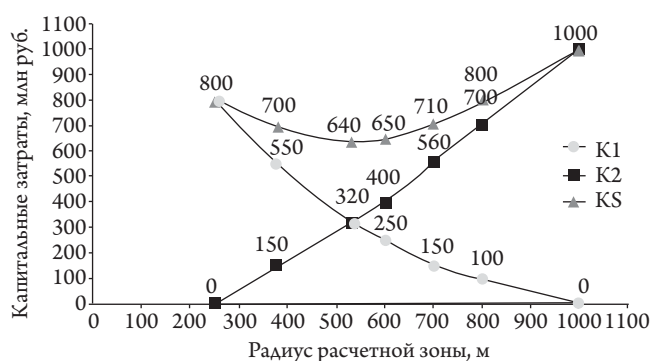


Рис. 2. Зависимость капитальных затрат от радиуса расчетной СЗЗ

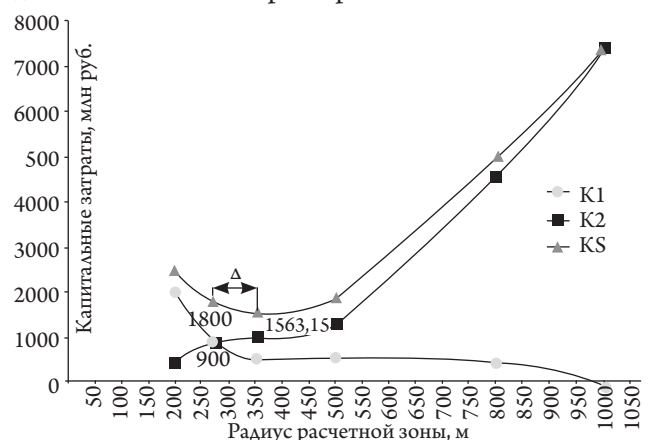


Рис. 3. Определение оптимальных затрат на организацию СЗЗ ОАО «Электроцинк»

Все указанные затраты сведены в табл. 2, на основании которой построен график (рис. 3). Из него видно, что полученный оптимум по минимальным суммарным капзатратам на организацию СЗЗ (1563,15 млн руб.) и соответствует установленной расчетной санитарной зоне размером 350 м для данного предприятия.

Достижение санитарно-защитной зоны размером 200 м для данного предприятия является не только экономически нецелесообразным, но и практически нереальным, поскольку для этого требуется организация утилизации сернистого ангидрида и пр.

Из рис. 3 также видно, что для данного предприятия точка пересечения кривых К1 и К2 (капитальных затрат, равных 900 млн руб.), соответствующая ширине СЗЗ 270 м с суммарными капитальными затратами 1800 млн руб., смещена от точки оптимума на 80 м (350–270). Указанная величина смещения от точки оптимума Δ в общем случае зависит от типа и конфигурации жилой застройки и является дальнейшим предметом изучения.

Выводы. 1. Данный способ минимизации капитальных затрат рекомендуется, в основном, для

крупных предприятий, расположенных вблизи жилой застройки либо садово-огородных товариществ. 2. В таких случаях предлагается рассчитать стоимостные показатели по выносу жилья и внедрению воздухоохраных мероприятий при их вариантном рассмотрении.

Поступила 15.08.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Рапопорт Олег Аронович (Rapoport O.A.),
нач. отд. эколог. нормирования Управления экологической безопасности ООО «УГМК-Холдинг». E-mail: o.rapoport@ugmk.ru.

Рудой Григорий Николаевич (Rudoy G.N.),
дир. по горному пр-ву ООО «УГМК-Холдинг», канд. тех. наук. E-mail: luea@ugmk.com.

Копылов Игорь Дмитриевич (Kopylov I.D.),
нач. управления экологич. безопасности ООО «УГМК-Холдинг». E-mail: i.kopilov@ugmk.com.

УДК 502.2:622

В.А. Почечун¹, В.В. Кульнев^{2,3}

ГЕОСИСТЕМНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ КАК ОСНОВА ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (НА ПРИМЕРЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА)

¹ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет», ул. Куйбышева, д. 30, г. Екатеринбург, Россия, 620144

²ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», Университетская площадь, д. 1, г. Воронеж, Россия, 394006

³ООО НПО «Альгобиотехнология», г. Воронеж, Ленинский пр-т, д. 15, г. Воронеж, Россия, 394029

Рассмотрена методика районирования природно-техногенной геосистемы (на примере территории расположения шлаковых отвалов металлургического комбината — одного из крупнейших металлургических предприятий России). Методика базируется на основных принципах системного подхода и позволяет объективно оценить пространственно-временное распространение загрязнения для принятия эффективных управленческих решений. Показано, что данная территория относится к категории загрязнения «опасная» и требует разработки и внедрения эффективных природоохраных мероприятий, начальным этапом которых должен быть системный мониторинг всех компонентов окружающей среды, включая биоту, что позволит учитывать его результаты при изучении развития геосистемы и даст информацию для прогноза экологического состояния окружающей среды.

Ключевые слова: шлаковые отвалы, тяжелые металлы, отходы производства, районирование территории, компоненты окружающей среды, системный мониторинг.

V.A. Pochechun, V.V. Kul'nev. **Geosystemic zoning as a basis for rehabilitation environmental measures of mining and smelting complex (exemplified by metallurgic plant)**

¹Federal State Institution of Higher Professional Education «Ural State Mining University», 30, Str. Kuybysheva, Yekaterinburg, Russia, 620144

²Federal State Institution of Higher Professional Education «Voronezh State University», 1, Universitetskaya ploshchad, Voronezh, Russia, 394006

³Algotekhnologiya Research and Production Association, 15, Leninskiy pr-t, Voronezh, Russia, 394029

The article covers a method for zoning of natural technogenic geosystem (exemplified by territory of ash-heap from metallurgic enterprise — one of the major metallurgic enterprises in Russia). The method is based on main principles of systemic approach and enables objective evaluation of space-time spread of pollution for effective management solutions. The studied territory appeared to be assigned to “dangerous” pollution category and requires specification and implementation of effective nature protection measures, with primary step of systematic monitoring of all environmental components including biota — that enables consideration of its results in geosystem studies and gives information for forecasting ecologic state of environment.

Key words: *ash-heap, heavy metals, industrial waste, territory zoning, environmental components, systemic monitoring.*

Управление экологической обстановкой в геосистеме (ГС) базируется на выявлении степени изменения природной среды в результате техногенных воздействий. Характеристикой этого изменения служит наличие тяжелых металлов, например, в съедобных растениях (кормовых растениях, грибах, плодах) [6]. Накопление загрязняющих веществ в этих растениях зависит от ареала распространения, времени воздействия. Поэтому загрязняющие вещества по территории изучаемой ГС распределены неравномерно. Для разработки природоохранных мероприятий необходим комплексный анализ пространственно-временного распределения загрязнения.

Целью исследования является повышение эффективности проведения мониторинговых работ, направленных на выработку эффективных природоохранных мероприятий.

Материал и методики. При районировании использованы данные геохимических съемок территории расположения шлаковых отвалов металлургического комбината, проведенных в период 2010–2014 гг. При осуществлении геохимических съемок было проведено сквозное опробование по профилям следующих компонентов окружающей среды: снежного покрова, почв, съедобных растений (кормовые растения, грибы, плоды).

Методика проведения комплексных исследований для определения состояния различных компонентов среды предполагает два этапа. Первый (получение априорной информации) — преследует цель создания ландшафтно-геохимической основы, на которой должна быть помещена информация о типовых элементарных ландшафтах, отражающих строение изучаемого района. Для характеристики ландшафтной ситуации необходимо иметь сведения в картографическом исполнении о геологии и геохимических аномалиях, рельефе, почвах, растительности и других параметрах. В этот период исследуются основные изучаемые компоненты окружающей среды (снежный покров, почвы, растительность), а также список основных загрязняющих элементов. Второй этап включает в себя получение оперативной информации в процессе полевых и лабораторных исследований [2].

Исследование территории проводилось на основе маршрутов по профилям, которые закладывались с учетом господствующего простираения геологических комплексов, основных элементов рельефа и розы ветров.

При отборе проб снега учитывались ландшафтно-геохимические условия. Поэтому на 1-м этапе работ, до наступления зимнего периода, проводилась ре-

когносцировочная оценка местности и выполнялся предварительный анализ ландшафтно-геохимической информации. Особое внимание уделялось литогенной основе ландшафта и характеру растительного покрова. В итоге выделялись ландшафты, типичные для изучаемой местности. Пробы снега отбирались методом «конверта». Размер элементарной площадки единичной снеговой пробы составляет обычно 0,01 м², сборной — 0,05 м². Количество талой воды на 1 пробу составляло не менее 5 л, а количество взвеси (пыли) — не менее 1 г. Снег опробовался в конце февраля на всю мощность покрова. Нижний слой снега толщиной 5 см отбрасывается, чтобы исключить влияние почвенных частиц. При документировании данных указывались: номера пикетов (проб), топографическая привязка, дата отбора проб, площадь и мощность опробованного снегового покрова, визуальные особенности снега, погодные условия, виды анализов. Снег упаковывался в полиэтиленовые мешки и оперативно доставляется в лабораторию. При анализе проб талой воды и взвеси применялась высокочувствительная аппаратура атомно-адсорбционного анализа.

Опробование почв проводилось на детальной топооснове при помощи полиинструментальной привязки пикетов с использованием следующей методики: для обеспечения необходимой представительности на каждом пикете отбиралось пять проб почв методом «конверта» (по углам и в центральной части с 1 м² поверхности), объединяемых в одну сборную пробу почв, которым присваивался номер пикета. Вес единичной пробы 0,2 кг, объединенной — до 1 кг.

Проводилось документирование: номера пикетов, их топографическая привязка, глубина отбора, тип ландшафта, тип почвы, описывался опробуемый почвенный горизонт, его цвет, другие визуальные особенности, дата отбора. Особо отмечались характерные ландшафтные особенности местности, проводился абрис местности с указанием углов наклона поверхности, других характерных элементов ландшафта. При опробовании почв руководящим документом являлся ГОСТ 17.4.4.02–84. Подготовка проб почв производилась в соответствии с известными методическими рекомендациями (РД 52.18.191–89, РД 52.18.289–89 и др.). Для определения валового содержания элементов пробы почв образцы высушивались, просеивались через сито 1 мм и растирались до состояния пыли (200 мкм).

В качестве растительного тест-объекта необходимо было выбрать доминирующий вид изучаемой террито-

рии. Как правило, это древесные виды растительности. С ведущего вида растительности отбирались листовно-веточная проба — толщина веток, включая раздувы на них, не превышала 1 см. Отбирались только молодые побеги (текущего года) с деревьев, растущих на открытых полянах, с признаками «морф». Вес пробы — 250–300 г. Ветки срезались ножом или садовыми ножницами, промывались и высушивались. В связи с тем, что влажные пробы не подлежали длительному хранению, они подвергались сушке в помещениях или под навесом. Во избежание загрязнения не допускалась сушка на земле, а во время ветра и дождя пробы закрывались полиэтиленовой пленкой. Дальнейшая подготовка проводилась с учетом особенностей отобранного материала. Сухие растительные пробы измельчались ножницами до фрагментов длиной 1–5 мм. Навеска воздушно-сухого материала массой около 10 г помещалась в сушильный шкаф, где при $t=80\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение шести часов доводилась до постоянного веса. Кварцевые чашки с пробой ставились в холодный муфель, где температуру сначала постепенно повышали до 250–300 °C при открытой дверце для обеспечения свободного доступа воздуха к озоляемому материалу. Конечное озоление производилось при температуре 450–500 °C при закрытой дверце муфеля до достижения постоянного веса золы. Выход золы учитывался количественно и использовался в дальнейших расчетах. Обычно для получения однородной золы, лишенной примеси углей, требуется от 5 часов до нескольких суток.

Расчет зольности растительной пробы (S) проводился по формуле

$$S = (MЗ/МСВ)100\%,$$

где МЗ — масса золы; МСВ — масса сухого вещества.

Золу извлекали из чашки, навеску с массой 100–200 мг перетирали в агатовой ступке 1:1 с K_2SO_4 и упаковывали в пакеты, которые хранили в эксикаторе [5].

Результаты исследования и их обсуждение. Так как основными загрязняющими веществами, рассеивающимися в компоненты окружающей среды, являются тяжелые металлы V, Cr, Mn, Co, то в основу районирования территории по степени загрязнения положены поля рассеяния этих элементов в компонентах окружающей среды по суммарному показателю загрязнения Z_c , с целью выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия.

Районирование предполагает: 1 — метод членения исследуемой территории на такие таксономы, которые должны отвечать хотя бы двум критериям: критерию специфики выделяемых территориальных ячеек и критерию взаимосвязанности насыщающих их элементов; 2 — способ дифференциации единого мероприятия по существующим районам с учетом специфики последних.

Под геосистемным районированием понимается выделение индивидуальных территориальных единиц,

сходных по любому системообразующему признаку. Данное районирование попадает в разряд частного, основным показателем которого являются вещества, загрязняющие компоненты окружающей среды за счет пыления с отвалов. Эти вещества имеют качественную (химический состав) и количественную (концентрация) характеристики, в связи с чем можно говорить об использовании двух таксономических единиц районирования: более крупного района, выделяемого по качественному признаку, и более мелкого (участка), выделяемого по количественным показателям. В поставленной задаче — выделение участков рассеивания загрязняющих элементов в компонентах окружающей среды — применение дробных таксономических единиц (геосистем разного порядка) не представляется возможным, так как большая часть загрязняющих элементов не имеет четко выраженных границ рассеивания за счет переноса ветровыми потоками. В связи с этим районирование территории проводилось только по одной таксономической единице — участку, который выделялся в зависимости от величины концентрации элементов. При этом использованы следующие принципы: объективность районирования, однородность компонентов, учет закономерностей дифференциации (осуществляется на основе применения расчетных полей рассеяния) [1].

В качестве основного метода выделения районов принят метод ведущего фактора. В качестве ведущего фактора использовался суммарный показатель загрязнения Z_c тяжелых металлов V, Cr, Mn, Co. Физиономическими индикаторами ведущих факторов служат сами изолинии, а основной фактор — источник загрязнения (шлаковые отвалы металлургического комбината). По результатам выполненных работ построена



Рис. Районирование территории по суммарному показателю загрязнения

результатирующая карта районирования по суммарному показателю загрязнения Z_c (рис.).

Анализ рисунка показывает, что практически вся территория относится к категории загрязнения «опасная». Такое значение суммарного показателя загрязнения характеризуется увеличением уровня общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушением функционального состояния сердечно-сосудистой системы человека [4].

На этой территории расположены участки с категорией загрязнения «умеренно опасная» и «чрезвычайно опасная». Наибольший участок с категорией загрязнения «умеренно опасная» находится с южной стороны отвала, в районе расположения коллективных садов. Участки с категорией загрязнения «чрезвычайно опасная» находятся с юго-восточной (в местах расположения коллективных садов), восточной, северной и западной сторон отвала (в местах выгрузки доменных и мартеновских шлаков).

Следует отметить, что в целях расширения сети мониторинга и его совершенствования целесообразна структуризация организации мониторинга (табл.).

Таблица

Организация мониторинга

Структура организации мониторинга			Система сбора информации			Система представления информации		
Вид наблюдений (измерения)	Анализ (оценка)	Прогноз (с помощью компьютерных технологий)	Место измерений	Время измерений (периодичность)	Средства измерений	Справочники, таблицы в традиционной форме	Информационные системы	Литературный обзор (отчеты, доклады)

Полная реализация действий по организации системы мониторинга позволит автоматически учитывать ее результаты при изучении развития геосистемы, даст информацию для прогноза с целью внедрения эффективных природоохранных мероприятий.

Данную систему мониторинга можно применить на любом предприятии горно-металлургического комплекса Среднего Урала [3].

Выводы. 1. Проведенное районирование территории расположения шлаковых отвалов металлургического комбината показало необходимость внедрения эффективных природоохранных мероприятий для улучшения экологического состояния природной подсистемы. 2. Для правильного выбора этих мероприятий необходим мониторинг состояния природной подсистемы. На начальном этапе мониторинг должен включать наблюдение, оценку и прогноз состояния атмосферного воздуха,

поверхностных водных объектов, почв, биоты. 3. Мониторинг за компонентами окружающей среды необходимо проводить регулярно и ежегодно: снежный покров, почвы, биоту необходимо опробовать 1 раз в год, поверхностные воды ежеквартально.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Двинских С.А., Бельтюков Г.В. Возможности использования системного подхода в изучении географических пространственно-временных образований. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1992. — 245 с.
2. Кульнев В. В. и др. // Вестник МГОУ. Сер. естеств. науки, разд. Науки о Земле. Экология. — 2011. — №1. — С. 143–148.
3. Почечун В.А. // Вопросы совр. науки и практики. — 2013. — № 1(45). — С. 10–17.
4. Семьячков А.И. и др. Мониторинг и защита окружающей среды железорудных горно-металлургических комплексов. — Екатеринбург: Ин-т экономики УрО РАН, 2008. — 243 с.
5. Семьячков А.И., и др. Продовольственный рынок регионов России в системе глобальных рисков / Под общ. ред. академика РАН А.И. Татаркина. — Екатеринбург: УрО РАН, 2012. — С. 375–381.
6. Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг. — Томск: Изд-во ТПУ, 2004. — 276 с.

REFERENCES

1. Dvinskikh S.A., Bel'tyukov G.V. Possibilities of systemic approach in studies of geographic space-time formations. — Irkutsk: Izd-vo Irkut. un-ta, 1992, 245 p. (in Russian).
2. Kul'nev V. V., et al. // Vestnik MGOU. Seriya estestvennye nauki, razdel Nauki o Zemle. Ekologiya. — 2011. — 1. — P. 143–148 (in Russian).
3. Pochechun V.A. // Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. — 2013. — 1 (45). — P. 10–17 (in Russian).
4. Semyachkov A.I., et al. Monitoring and environmental protection in iron ore metallurgic complexes. — Ekaterinburg: Institut ekonomiki UrO RAN, 2008. — 243 p. (in Russian).
5. Academician RASc A.I. Tatarkin, ed. Semyachkov A.I., et al. Food market of Russian regions in global risks system. — Yekaterinburg: UrO RAN, 2012. — P. 375–381 (in Russian).
6. Yazikov E.G., Shatilov A.Yu. Geoecologic monitoring. — Tomsk: Izd-vo TPU, 2004. — 276 p. (in Russian).

Поступила 15.08.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Почечун Виктория Александровна (Pochechun V.A.), доц. ФГБОУ ВО «УрГУ», канд. геолого-мин. наук. E-mail: viktoriyapoechechun@mail.ru.

Кульнев Вадим Вячеславович (Kul'nev V.V.), дир. по науке ООО НПО «Альгобиотехнология», доц. ФГБОУ ВПО «ВГУ», канд. геогр. наук. E-mail: kulnev@geol.vsu.ru.

Дискуссии

УДК 613.6: 614.8-01

О.Д. Доронина, А.А. Сафонов

НОВЫЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТАНДАРТ ИСО 45001:2016 «СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА И ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ РАБОТАЮЩИХ»

Образовательное учреждение профсоюзов высшего образования «Академия труда и социальных отношений», ул. Лобачевского, д. 90, Москва, Россия, 119454

Обоснована актуальность и значимость применения нового Международного стандарта ИСО 45001, содержащего универсальные требования к системам менеджмента безопасности труда и охраны здоровья трудящихся. Проанализированы концептуальные и ключевые положения проекта стандарта ISO/DIS 45001:2016. Приведена сравнительная характеристика содержаний стандартов ИСО 45001:2016, ИСО 9001:2015 и ИСО 14001:2015. Показана целесообразность применения интегрированной системы менеджмента в качестве превентивной меры, позволяющей предотвратить возникновения травматизма и профессиональных заболеваний в процессе производственной деятельности. Особое внимание уделено необходимости использования риск-ориентированного мышления при принятии решений по обеспечению безопасных условий труда.

Ключевые слова: гигиена и безопасность труда, системы менеджмента, стандарты ИСО, риск-ориентированное мышление, опасные производственные и экологические факторы, травматизм и профессиональные заболевания.

O.D. Doronina, A.L. Safonov. **New International Standard ISO 45001:2016 «Occupational health and safety management systems — Requirements»**

Academy of Labour and Social Relations, Russia, 90, Lobachevskogo Str., Moscow, Russia, 119454

The authors justified actuality and significance of new International Standard ISO 45001, containing universal requirements to management systems for work safety and workers' health preservation. Analysis covered conceptual and key theses of ISO/DIS 45001: 2016 standard project. Comparative evaluation covered contents of standards ISO 45001: 2016, ISO 9001: 2015 and ISO 14001: 2015. The authors demonstrated expedience of using integrated system of management as a preventive measure helping to prevent traumatism and occupational diseases in occupational activity. Special attention was paid to risk-oriented thinking in decision making for safe work conditions.

Key words: work hygiene and safety, management systems, ISO standards, risk-oriented thinking, occupational and ecologic hazards, traumatism and occupational diseases.

Глобализация мировой экономики, интернационализация хозяйственной деятельности, рост перемещения рабочих мест, мобильность трудовых ресурсов, распространение инновационных технологий потребовали новых форм организации трудовой деятельности, совершенствования механизмов охраны труда, принятия новых обязательств и унифицированных требований к охране здоровья работающих.

12 февраля 2016 г. Международная организация по стандартизации (ИСО) опубликовала для публичного обсуждения проект Международного Стандарта ISO/DIS 45001:2016 «Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use» (Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья — Требования и руководство по применению). Официальная публикация Международ-

ного стандарта ИСО 45001:2016 планируется в конце 2016 — начале 2017 гг.

Целесообразность создания нового Международного стандарта ИСО обусловлена тем, что современные процессы глобализации способствовали увеличению потенциальных факторов риска здоровью работающих, что стало одной из важнейших проблем для хозяйственной деятельности любой организации. В то же время до сих пор наблюдаются существенные различия в принятии соответствующих мер по обеспечению производственной безопасности и охраны здоровья трудящихся, как в самих странах, так и на межстрановом уровне.

На современном этапе развития решение вопросов, связанных с повышением производительности труда и конкурентоспособности организации напря-

мую зависит от эффективности систем менеджмента, которые использует организация для обеспечения безопасных условий труда и охраны здоровья ее сотрудников.

Однако, несмотря на постоянное ужесточение во всем мире, в том числе и в России, законодательных и нормативных документов в сфере производственной и экологической безопасности, совокупные издержки на выплату штрафов и компенсаций за возникновение производственных инцидентов продолжают ежегодно увеличиваться.

По оценкам экспертов ООН большинство стран ежегодно теряют от 4 до 6% ВВП по причинам, связанным со здоровьем трудящихся. Прямые и косвенные расходы от профессиональных заболеваний и производственных инцидентов в мировом масштабе оцениваются в 2,8 трлн долларов США.

Согласно статистическим данным ВОЗ и МОТ, в мировом масштабе условия труда более 85% работников малых и средних предприятий, особенно в сельском хозяйстве и неформальном секторе, не соответствуют требованиям гигиены и безопасности труда и только около 15% работников, главным образом в крупных компаниях, обеспечены необходимыми специализированными услугами.

В настоящее время в результате профессиональных заболеваний или производственного травматизма в мире каждые 15 с умирает один работник, а более 150 человек получают производственные травмы. Ежедневно погибает более 5 тыс. трудящихся, а 860 тыс. работников становятся жертвами производственных инцидентов. Ежегодно умирает 2,3 млн трудящихся, а 300 млн работающих становятся жертвами несмертельных производственных инцидентов. Кроме того, рост сердечно-сосудистых заболеваний и депрессий, обусловленных профессиональными стрессами, увеличивает продолжительность нетрудоспособности работников.

Сложившаяся ситуация привела к изменению основных принципов МОТ и ВОЗ относительно механизмов реализации принятых ими решений в области безопасности труда и охраны здоровья работающих. В официальных документах ООН отмечается, что на современном этапе развития «снижение уровня производственного травматизма и заболеваемости профессионального характера во всем мире — одна из приоритетных задач международного сообщества».

Вопросы гигиены и безопасности труда сегодня рассматриваются в ООН как неотъемлемая составляющая устойчивого развития, которая обеспечивает основу для экономического роста, социальной справедливости и сохранения целостности экосистем. Специализированные организации системы ООН принимают меры в отношении всех детерминантов здоровья, включающих не только производственные риски, но и состояние окружающей работника среды как на рабочем месте, так и в месте его проживания.

Мировая практика показала, что среди существующих превентивных мер, предотвращающих возникно-

вление травматизма и профессиональных заболеваний, наиболее эффективная — применение стандартов на системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья работающих (БТиОЗ).

Необходимость защиты прав работников с помощью международных стандартов охраны труда зафиксирована в Уставе МОТ, в конвенциях и рекомендациях МОТ, в том числе в Конвенции МОТ о безопасности и гигиене труда (№ 155), Конвенции МОТ о службах гигиены труда (№ 161) и Глобальной стратегии охраны труда и в программе МОТ «За достойный труд».

Важность использования международных трудовых стандартов для защиты прав трудящихся сформулированы также в Уставе ВОЗ, Глобальной стратегии ВОЗ в области профессиональной гигиены для всех, Глобальном плане действий по охране здоровья работающих на период 2008–2017 гг., а также в других межправительственных документах.

Согласно принятой ВОЗ резолюции «Международная торговля и здоровье» (WHA59.26) проблема охраны здоровья работающих должна соответствующим образом учитываться в контексте развития политики в области торговли. В правилах и многосторонних соглашениях Всемирной торговой организации (ВТО) обеспечение безопасных условий труда при производстве продукции является одним из основных требований, определяющих ее конкурентоспособность.

Однако в настоящее время все большее число международных и национальных стандартов на системы менеджмента охраны труда стали терять свою эффективность. Во многом это связано с тем, что при создании интегрированной системы менеджмента, для которой организации, как правило, используют стандарты ИСО 9001, ИСО 14001, международные стандарты МОТ или стандарт OHSAS 18001, часто возникают серьезные проблемы. Одна из основных причин заключается в том, что существующие международные стандарты МОТ на системы менеджмента не координируются со стандартами ИСО, так как имеют различные структуры. Данные обстоятельства также создают большие проблемы при оценке соответствия интегрированной системы менеджмента, которая используется в организации.

В условиях современных процессов глобализации роль стандартизации, как эффективного инструмента реализации социально-экономической политики, обеспечения безопасности, снижения технических барьеров в торговле существенно возрастает. В связи с этим на межправительственном уровне было принято решение о необходимости разработки единых универсальных стандартизированных требований к системам менеджмента безопасности труда и охраны здоровья работающих.

В марте 2013 г. Международная Организация по стандартизации приступила к разработке таких унифицированных требований к системам менеджмента безопасности труда и охраны здоровья (СМБТиОЗ).

Работа по подготовке первого стандарта ИСО 45001 на системы менеджмента БТиОЗ осуществляется Программным комитетом ИСО/ПК 283 (*ISO/PC 283 Occupational health and safety management systems*), который был создан именно для этих целей. Функции секретариата Программного комитета ИСО/ПК 283 исполняет Британский институт стандартов (*British Standards Institution — BSI*). Стандарт разрабатывается с привлечением экспертов более чем из 70 стран и при активном участии МОТ.

При создании Международного стандарта ИСО 45001 в качестве базовой основы использовались следующие международно-правовые документы:

Стандарт OHSAS 18001:2007 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования» (*OHSAS 18001:2007 «Occupational health and safety management systems — Requirements»*). В Российской Федерации с 01.01. 2013 г. введен в действие идентичный национальный стандарт ГОСТ Р 54934–2012/OHSAS 18001:2007 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования».

Руководство МОТ по системам менеджмента безопасности труда и охраны здоровья (*ILO-OSH 2001 «Guidelines on occupation safety and health management systems»*). В РФ с 01.07. 2009 г. введен в действие идентичный Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.0.230–2007 «Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования ILO-OSH2001».

Принципы ИСО к системам менеджмента, содержащиеся в стандартах ИСО 9001:2015 Системы менеджмента качества. Требования (*ISO 9001:2015 Quality management systems — Requirements*) и ИСО 14001:2015 Системы менеджмента окружающей среды — Требования с руководством по применению (*ISO 14001:2015 Environmental management systems -- Requirements with guidance for use*).

В процессе разработки стандарта ИСО 45001 везде, где возможно, были найдены компромиссы, позволяющие предотвратить возникновение конфликтов с уже существующими и широко применяемыми стандартами и руководствами по данной проблематике. В частности, участие представителей МОТ в работе над стандартом помогает достигнуть согласованности Международного стандарта ИСО 45001 с международными трудовыми нормами и руководящими принципами МОТ. В дальнейшем МОТ планирует использовать стандарт ИСО 45001 в качестве основы для совершенствования механизмов обеспечения производственной безопасности.

Стандарт ИСО 45001:2016 разработан в соответствии с Директивой «*ISO/IEC Directives, Part 1 Consolidated ISO Supplement — Procedures specific to ISO*» (приложение AnnexSL), обеспечивающей идентичную структуру, общие термины и определения для всех стандартов ИСО на системы менеджмента. Приведение всех стандартов ИСО на системы менеджмента к единой структуре необходимо для того,

чтобы обеспечить их совместимость и более простое применение интегрированной системы менеджмента в конкретной организации, а также чтобы предотвратить вероятность появления какой-либо путаницы во время последовательного внедрения различных стандартов ИСО на системы менеджмента на одном и том же предприятии.

Как правило, после опубликования текста стандарта ИСО на стадии DIS (*Draft International Standard*) существенных изменений в нем уже не происходит, что позволяет получить достаточно полное представление об окончательной версии Международного Стандарта ИСО 45001:2016. Сравнительная характеристика содержаний стандартов ISO/DIS 45001:2016, ISO 9001:2015 и ISO 14001:2015 показывает, что все три новых стандарта ИСО содержат 10 одинаковых разделов, изложение материала осуществлено в одинаковой последовательности. Использование в этих стандартах идентичной структуры менеджмента, основанной на оценке рисков, облегчает процесс их интеграции в систему управления деятельностью организации.

Структура стандарта ISO/DIS 45001:2016 основана на процессной модели «Plan-Do-Check-Act» (планируй-делай-проверяй-действуй) — PDCA. Стандарт обеспечивает концептуальную базу для организации по планированию деятельности, позволяющей минимизировать потенциальные факторы риска здоровью работающих (рис.).

Процессный подход позволяет организации также осуществлять рациональное планирование процессов, координацию их взаимодействия и контролировать приоритетность их исполнения. Кроме того, цикл PDCA позволяет организации гарантировать, что все используемые процессы системы менеджмента БТиОЗ обеспечены ресурсами, осуществляются надлежащим образом, и возможности организации по улучшению своей деятельности реализуются на должном уровне.

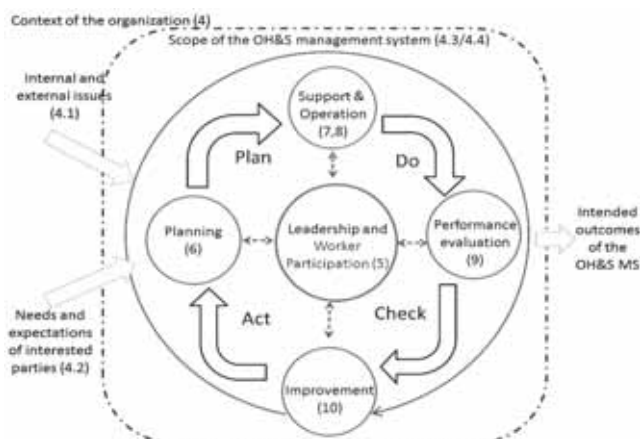


Рис. Структура Международного стандарта ISO/DIS 45001:2016

Примечание. * Числа, приведенные в скобках, относятся к номерам разделов в ISO/DIS 45001:2016

Особо следует подчеркнуть, что Международный стандарт ИСО 45001 устанавливает требования только к системам менеджмента БТиОЗ и не содержит требований к продукции. Различия между этими требованиями заключаются в следующем:

- требования к системам менеджмента БТиОЗ устанавливаются в Стандартах ИСО и являются универсальными для всех отраслей экономики и не зависят от вида деятельности хозяйствующего субъекта. Эти требования одинаково применимы к организациям любых видов, размеров и форм собственности во всех странах мира;

- требования к продукции устанавливаются исходя из требований технических регламентов, которые применяются только в пределах отдельно взятой страны. На межстрановом уровне эти требования могут различаться в зависимости от национальных особенностей технического регулирования.

Несмотря на то, что основная цель Международного стандарта ISO/DIS 45001:2016 осталась той же самой, что и в стандарте OHSAS 18001:2007, он существенно отличается от стандарта OHSAS 18001:2007 и содержит ряд изменений, которые переводят этот стандарт ИСО на принципиально новый уровень, а именно:

1. В Стандарте ISO/DIS 45001:2016 вводится новое терминологическое понятие «контекст» (среда, окружение) организации, который расширяет требования к внутренним и внешним взаимодействиям организации, имеющим теперь равную значимость. Согласно требованиям нового стандарта ИСО организация обязана не только обеспечивать безопасные условия труда непосредственно для своего персонала, но и учитывать безопасность труда своих подрядчиков и поставщиков, а также влияние своей деятельности на местные сообщества и прилегающие территории. Эти требования гораздо шире, чем в стандарте OHSAS 1800. Новые требования означают, что организация не может заключать контракты, если существует высокий риск возникновения инцидентов, которые могут привести к потере здоровья и жизни не только своих работников, но и подрядчиков, а также людей, проживающих на прилегающих территориях.

2. В стандарте ISO/DIS 45001:2016 введены особые требования по лидерству руководства, которые обязывают высшее руководство организации создавать условия, позволяющие системе менеджмента БТиОЗ стать частью общей системы управления организацией, а не быть формальным приложением к ней. Эти требования привнесут большие изменения для тех руководителей, которые обычно передают полномочия по обеспечению безопасности труда в службу техники безопасности, вместо того чтобы интегрировать их в общую систему стратегического управления организацией.

В стандарте используется подход «сверху вниз», что существенно повышает статус стандарта ИСО 45001 в глазах вышестоящего руководства. Установ-

ленные стандартом ИСО требования позволяют обеспечить интеграцию процессов системы менеджмента БТиОЗ с бизнес-процессами организации, при этом значимость этих двух процессов для деятельности организации должна стать одинаково равной. Именно поэтому оценка эффективности деятельности по обеспечению БТиОЗ должна быть приравнена к оценке эффективности экономической деятельности организации.

3. С целью единообразия требований к системам менеджмента, в стандарте ISO/DIS 45001:2016 вводится понятие «документированная информация», заменяющая ранее используемые в стандартах такие понятия, как документированные процедуры и записи.

4. В стандарте ISO/DIS 45001:2016 введено новое терминологическое понятие — «риск-ориентированное мышление» (risk-based thinking). Ориентация на мышление, основанное на оценке рисков, позволяет организации своевременно выявлять угрозы, способные вызвать отклонения системы менеджмента БТиОЗ от запланированных результатов, задействовать механизмы по предупреждению и снижению потенциальных факторов риска здоровью работающих, а также повысить эффективность реализации появившихся у организации возможностей для развития своей деятельности. Однако принятие решений по реализации появившихся возможностей всегда должно основываться на анализе и оценке потенциальных факторов риска здоровью работающих.

Более того, риск-ориентированное мышление определяет первоочередность принятия мер предосторожности. Именно такой подход, сконцентрированный на неопределенности последствий воздействия производственной деятельности на здоровье работающих, способствует созданию безопасных условий труда.

В стандарте ИСО 45001:2016 отмечается, что организация может по собственной инициативе избрать наиболее развернутый и формализованный подход к менеджменту риска, воспользовавшись для этого стандартом ИСО 31000:2009 «*Risk management. Principles and guidelines*». В России идентичный стандарт ГОСТ Р ИСО 31000–2010 «Менеджмент риска. Принципы и руководство» введен в действие 01.09.2010 г.

Следует заметить, что внедрением идеологии широкого понимания задач охраны труда и сохранения здоровья работающих активно занимается Международная ассоциация социального обеспечения (МАСО). В 2015 г. МАСО выпустила Руководство по охране труда. В данном Руководстве, Рекомендации 8 «Включение охраны труда в концепцию и стратегию организации», четко обозначено, что администрация предприятия должна обеспечить «интегрирование обязательств организации по охране труда в официальную концепцию деятельности организации». Кроме того, организация должна взять на себя обязательства регулярно анализировать эффективность системы охраны труда.

Особенность данного Руководства заключается в том, что в нем шире рассматриваются задачи охраны труда. В частности, в Рекомендации 10 «Достижение эффекта синергии в области охраны труда» МАСО предлагает пользоваться в качестве инструментария не только оценкой рисков, но, прежде всего, выявлять «потребности» в области охраны труда. Это второй уровень организации системы безопасности труда.

Термин «потребность» включает в себя понимание запросов работников во-первых, в области предотвращения рисков, связанных с характером производства, а во-вторых, рисков, которые возникают в «смежных» секторах (система оплаты труда, внутренний корпоративный климат, вредные привычки, социальные и экологические проблемы).

Очевидно, что применение менеджмента риска, как эффективного инструмента предупреждения опасности, требует иной подготовки специалистов, чем например, в случае применения менеджмента качества. Однако в нашей стране до сих пор существует дефицит квалифицированных специалистов, обладающих риск — ориентированным мышлением, что может привести к возникновению непредвиденных проблем при внедрении стандарта ИСО 45001:2016 на отечественных предприятиях.

Одно из главных преимуществ нового стандарта ИСО 45001:2016 «*Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use*» (Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья — Требования с руководством по применению) заключается в том, что он имеет одинаковую структуру с такими широко применяемыми стандартами ИСО на системы менеджмента, как Стандарт ИСО 9001:2015 Системы менеджмента качества. Требования (ISO 9001:2015 *Quality management systems — Requirements*) и Стандарт ИСО 14001:2015 Системы менеджмента окружающей среды — Требования с руководством по применению (ISO 14001:2015 *Environmental management systems — Requirements with guidance for use*). Это значительно облегчает их совместное применение и позволяет создать действенный механизм, обеспечивающий интеграцию процессов менеджмента гигиены и безопасности труда в

бизнес-процессы организации, необходимые для достижения ее стратегических целей.

Внедрение Стандарта ИСО 45001 — это прямой путь к повышению производительности труда, лояльности сотрудников, клиентов и партнеров, а также резкому снижению различных издержек и росту капитализации предприятия. Реализация требований стандарта ИСО 45001 позволяет минимизировать производственный травматизм, снизить расходы на медицинское обслуживание сотрудников, сократить общее количество технологических и технических издержек, избежать дорогостоящих судебных исков, а также сократить расходы на страхование.

Особо следует отметить, что применяя новый стандарт ИСО 45001, важно не просто принимать к руководству и выполнять его требования, а подходить творчески, адаптировать его к конкретному производственному процессу и интегрировать требования стандарта ИСО 45001 в единую стратегическую систему менеджмента производственной деятельности организации.

Именно поэтому оценка эффективности деятельности предприятия по обеспечению безопасности труда и охраны здоровья персонала приравнивается к оценке эффективности его экономической деятельности. Иными словами, от эффективности системы менеджмента БТиОЗ напрямую зависит вопрос существования компании на рынке, конкурентоспособность его продукции, что сегодня является практически главным определяющим фактором для развития деятельности предприятия.

Поступила 13.04.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Доронина Ольга Дмитриевна (Doronina O.D.),

проф. каф. охр. труда, пром. безопасности и экологии Академии труда и социальных отношений, д-р биол. наук. E-mail: rodep@mail.ru.

Сафонов Александр Львович (Safonov A.L.),

проректор по развитию, зав. каф. охраны труда, пром. безопасности и экологии Академии труда и социальных отношений, д-р экон. наук, проф. E-mail: razvitie@atiso.ru.

УДК 613.6

Э.И. Денисов¹, Л.В. Прокопенко¹, В.Ф. Пфаф², А.А.Сальников³**ЗДОРОВЬЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТНИКА
(Комментарии к проекту стандарта ИСО 45001)**¹ ФГБНУ «НИИ медицины труда», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275² Научный клинический центр ОАО «РЖД», Часовая ул., 20, Москва, Россия, 125315³ ООО УК «Металлоинвест», Рублевское ш., 28, Москва, Россия, 121609

Рассмотрен стандарт ИСО 45001 и неадекватный перевод его названия. Сравнена смертность от профзаболеваний и травм, а также риск внезапной сердечной смерти. Обоснован приоритет охраны здоровья перед безопасностью и намечены пути совершенствования этой системы.

Ключевые слова: *здоровье, безопасность труда, профессиональная заболеваемость, смертность.*

E.I. Denisov¹, L.V. Prokopenko¹, V.F. Pfaf², A.A. Sal'nikov³ **Health and safety of worker (commentary to the draft ISO 45001)**

¹FSBSI «Research institute of occupational health», 31 prosp. Budennogo, Moscow, Russia, 105275²Scientific clinical center of «Russian railways», 20 Chasovaya Str., Moscow, Russia, 125315³LLC Management company «Metalloinvest», 28, Rublevskoye sh., Moscow, Russia, 121609

The standard ISO 45001 and poor translation of its title in Russian are discussed. The mortality rates from occupational diseases and injuries are compared as well as risk of sudden cardio-vascular death. The priority of occupational health as compared to safety is proven and some ways of amelioration of the system are suggested.

Key words: *health, safety, occupational morbidity, mortality.*

В статье Дорониной О.Д. и Сафонова А.А. «Новый Международный Стандарт ИСО 45001:2016 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья работающих» авторы приводят неаутентичный перевод названия проекта стандарта. Англоязычный оригинал названия («Occupational health and safety management systems — Requirements») должен быть переведен как «Системы управления охраной здоровья и безопасностью труда. Требования». Тем самым авторы указанной статьи переставили местами термины «охрана здоровья» и «безопасность труда», поставив на первое место «безопасность труда», что противоречит как духу проекта стандарта, так и *общемировому тренду на приоритет охраны здоровья перед безопасностью труда.*

По данным МОТ [1], во всем мире профессиональные заболевания — главная причина смертности, связанной с работой. Ежегодно из 2,34 млн смертей работников лишь 321 тыс. происходит вследствие несчастных случаев. Причина оставшихся 2,02 млн смертельных случаев (или 5500 смертей в день) — различные виды профессиональных заболеваний (в частности, 660 тыс. случаев заболевания раком), т. е. смертность от профзаболеваний в 6 раз выше, чем от травматизма. Общее число случаев профессиональных заболеваний, не приводящих к смертельному исходу, составляет 160 млн в год [1].

Приоритет здоровья над безопасностью отражен в книге теоретика МОТ Б. Алли «Фундаментальные принципы охраны здоровья и безопасности труда» [4].

В Великобритании принята новая стратегия: «Помогая Великобритании хорошо работать. Новая стратегия по здоровью и безопасности». Инспекция по здоровью и безопасности страны под лозунгом «Время здоровья!» призывает уделять больше внимания «здоровью» в системе «здоровья и безопасности» [6].

Охрана здоровья часто воспринимается как более сложный объект управления, чем безопасность труда. Причины и последствия недостаточной безопасности на работе проявляются немедленно и заметно. Связанные с работой нарушения здоровья обнаружить труднее. Симптомы могут развиваться длительное время, поэтому связь между причиной и следствием часто не очевидна [6].

Серьезной проблемой является не только преждевременная смерть от профзаболеваний, но и внезапная сердечная смерть. Анализ историй болезни 189 тыс. женщин-медсестер в США показал, что длительная работа в скользящих сменах (дневных и ночных) по три и более ночных смен в месяц в течение 10 лет достоверно повышает на 15–18% вероятность сердечно-сосудистых событий, включая внезапную сердечную смерть, что авторы объясняют нарушением циркадных ритмов [7].

Аналогичные отечественные исследования обобщены в монографии [3], а также разработаны меры профилактики [2].

Эти данные аргументируют особые гигиенические требования при работе с ночными сменами, что

отражено в Конвенции МОТ 171 «О ночном труде» и Рекомендации 178 к ней, где для ночных смен показаны, в частности, более жесткие гигиенические нормативы.

В целом проект стандарта ИСО 45001:2016 «Системы управления охраной здоровья и безопасностью труда. Требования» безусловно прогрессивен. Он учитывает документы МОТ, отражает приоритет охраны здоровья перед безопасностью труда и улучшает управление рисками в организациях.

По нашему мнению, принятие стандарта ИСО 45001:2016 предполагает пересмотр раздела «Охрана труда» Трудового кодекса РФ (ст. 209 и др.) и ряда стандартов системы ССБТ, что возможно в рамках реализации решений Правительства РФ от 4 августа 2015 г. «О совершенствовании законодательного регулирования в области охраны труда».

Эти перемены в свете приоритета здоровья над безопасностью обусловлены необходимостью перехода от сырьевой экономики к экономике знаний. В стране взят курс на инновационное развитие, внедрение информационных технологий, роботизацию и т. п. Но инновации невозможны без здоровой и активной рабочей силы, а новые технологии сопряжены с новыми факторами риска для здоровья работников [5]. Могут появляться новые профессиональные заболевания и болезни, связанные с работой. В частности, все большую роль играют стрессы на работе, информационные и психосоциальные нагрузки, вызывающие депрессии и т. п.

Компромиссом могло быть сохранение служб охраны труда в сырьевых отраслях при постепенном преобразовании их в службы охраны здоровья работников в обрабатывающих и обслуживающих отраслях.

В заключение отметим, что конвенция МОТ 161, носившая много лет название «О службах гигиены труда» (т. е. без упоминания профпатологии), была недавно переименована по нашему настоянию в соответствии с оригиналом, получив название «О службах охраны здоровья работников»; осталось лишь пожелать ее скорейшей ратификации Россией. Эта конвенция в сочетании со стандартом ИСО 45001 могли бы быть правовой основой более совершенной системой охраны здоровья и безопасности работников.

Послесловие. После публикации проекта стандарта (DIS) в феврале 2016 г. в Торонто 6–10 июня 2016 г. состоялось заседание комитета-разработчика ISO/PC 283, на котором обсуждали более 3000 замечаний, поступивших на проект. Обсуждения сконцентрировались вокруг ключевых терминов, таких как «работник», «участие» и определения опасности. Незначительные изменения были также предложены к таким областям, как «участие и консультации», «осведомленность» и «иерархия мер управления».

На заседании было решено опубликовать вторую версию проекта (DIS2), который ожидается в декабре 2016 г. или в январе 2017 г. Таким образом, окон-

чательную версию стандарта следует ждать во второй половине 2017 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (см. REFERENCES пп. 4–7)

1. Профилактика профессиональных заболеваний. Женева: МОТ, 2013. — 18 с. (http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---europe/---ro-geneva/---sro-moscow/documents/genericdocument/wcms_312005.pdf).
2. Пфаф В.Ф. Профилактика внезапной смерти у лиц I категории работ. // Жел-дор. медицина и проф. биоритмология. — 2015. — №26. — С. 19–30.
3. Цфасман А.З. Внезапная сердечная смерть (и ее профессиональные аспекты). — М.: МЦНМО, 2002. — 247 с.

REFERENCES

1. Prevention of occupational diseases. Geneva: WLO, 2013; 18 p (http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---europe/---ro-geneva/---sro-moscow/documents/genericdocument/wcms_312005.pdf).
2. Pfaf V.F. Prevention of sudden death in I category work individuals // Zheleznodorozhnaya meditsina i professional'naya bioritmologiya. — 2015. — 26. — P. 19–30 (in Russian).
3. Tsfasman A.Z. Sudden cardiac death (and its occupational aspects) . — Moscow: MTsNMO, 2002. — 247 p. (in Russian).
4. Alli B.O. Fundamental principles of occupational health and safety. 2nd edition. — Geneva: International labour office, 2008. — 221 p.
5. Emerging risks and new patterns of prevention in a changing world of work. — Geneva: International labour office, 2010. — 22 p. (http://www.ilo.org/public/portugue/region/eurpro/lisbon/pdf/28abril_10_en.pdf).
6. Helping Great Britain work well: A new health and safety system strategy. HSE, 2016. — 12 p. (<http://www.hse.gov.uk/strategy/assets/docs/hse-helping-great-britain-work-well-strategy-2016.pdf>).
7. Vetter C., Devore E.E., Wegrzyn L.R. et al. Association between rotating night shift work and risk of coronary heart disease among women. — JAMA. — 2016. — 315(16). — P. 1726–1734 (doi:10.1001/jama.2016.4454).

Поступила 05.09.2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Денисов Эдуард Ильич (Denisov E.I.),
гл. науч. сотр., д-р биол. наук, проф. E-mail: denisov28@yandex.ru.
- Прокопенко Людмила Викторовна (Prokopenko L.V.),
зам. дир. по науч. работе ФГБНУ «НИИ МТ», д-р мед. наук, проф. E-mail: niimt@niimt.ru.
- Пфаф Виктор Франсович (Pfaf V.F.),
дир. НУЗ «НКЦ ОАО «РЖД», канд. мед. наук. E-mail: nkcrzd@gmail.com.
- Сальников Андрей Анатольевич (Sal'nikov A.A.),
нач. упр. по охране здоровья ООО УК «Металлоинвест», канд. мед. наук. E-mail: a.salnikov@metalloinvest.com

Юбилей

СОФРОНОВ ГЕНРИХ АЛЕКСАНДРОВИЧ
(К 80-летию со дня рождения)

28 сентября 2016 года исполнилось 80 лет со дня рождения академика РАН, Заслуженного деятеля науки РФ, генерал-майора медицинской службы в отставке, доктора медицинских наук, профессора Софронова Генриха Александровича.

Г.А. Софронов родился в 1936 году в г. Краснотурьинске Свердловской области. В 1954 году с золотой медалью окончил среднюю школу и поступил на факультет подготовки врачей для Сухопутных и Ракетных войск Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (ВМедА). После окончания в 1960 году ВМедА в течение четырех лет проходил службу в Ракетных войсках стратегического назначения в должности врача полка. С 1964 по 1967 год учился в адъюнктуре при кафедре военно-полевой терапии ВМедА под руководством профессоров Н.В. Саватеева и М.Я. Михельсона.

В 1967 году после окончания адъюнктуры и защиты кандидатской диссертации по изучению механизмов токсического действия фосфорорганических веществ, был назначен на должность младшего научного сотрудника научно-исследовательской лаборатории № 1 ВМедА, преобразованной в 1969 году в Научно-исследовательский институт военной медицины МО СССР. В 1978 году защитил докторскую диссертацию, посвященную изучению нейрохимических механизмов действия антихолинергических психотомиметических веществ и разработкой на этой основе средств медицинской защиты, в 1983 году ему было присвоено ученое звание профессора по специальности «токсикология». В 1986 году вернулся в ВМедА, где возглавлял кафедру военной токсикологии и медицинской защиты до 1996 года. За это время ее сотрудники защитили 8 докторских и 15 кандидатских диссертаций.

Одновременно Г.А. Софронов был Главным токсикологом Министерства обороны СССР (РФ), принимал непосредственное участие в испытаниях ядерного и химического оружия, в стратегических и тактических учениях, часто выезжал в командировки в войска и горячие точки. За время действительной службы в Вооруженных Силах он прошел путь от курсанта ВМедА до доктора медицинских наук, профессора, генерал-майора медицинской службы.

После увольнения в запас Г.А. Софронов создал и возглавил научно-исследовательскую лабораторию



перфторуглеродов ВМедА, преобразованную в 2006 году в НИЛ лекарственной и экологической токсикологии Научно-исследовательского центра академии. В 1995 году Генрих Александрович был удостоен почетного звания «Заслуженный деятель науки РФ» и избран Ученым секретарем Ученого совета ВМедА. На этом посту он проработал более 15 лет, и именно здесь особенно ярко проявилась широта его научных интересов, принципиальность и доброжелательность.

В 1993 году Г.А. Софронов был избран членом-корреспондентом РАМН и, по согласованному решению Президиумов РАН и РАМН,

стал руководителем научного направления «Тропическая медицина» в совместном Российско-Вьетнамском тропическом научно-исследовательском и технологическом центре (Социалистическая Республика Вьетнам, г. Ханой). В 2000 году он возглавил отдел экологической физиологии НИИ экспериментальной медицины РАМН, а с 2010 по 2015 год был директором этого института.

В 1997 году Генрих Александрович избран действительным членом (академиком) РАМН, в 1998 году — заместителем председателя, а в 2009 году — председателем Северо-Западного отделения РАМН. С 2011 года он вице-президент РАМН, с 2014 года — действительный член (академик) РАН. В настоящее время Г.А. Софронов является председателем ФГБУ «Северо-Западное отделение медицинских наук», научным руководителем ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», начальником научно-исследовательской лаборатории лекарственной и экологической токсикологии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова, членом Президиума РАН, заместителем академика-секретаря Отделения медицинских наук РАН.

Г.А. Софронов — известный отечественный ученый, внесший существенный вклад в изучение фундаментальных механизмов токсического действия синаптических ядов, в исследование токсического влияния хлорорганических экотоксикантов на здоровье человека, в решение проблем медицины труда и экологической безопасности населения, проживающего в загрязненных диоксинами регионах. Под руководством Г.А. Софронова и при его непосредственном участии проведены пионерские исследования и получены новые

научные данные, касающиеся диагностики и лечения отдаленных последствий воздействия на людей диоксинсодержащих ядохимикатов (диоксиновой болезни), примененных армией США во Вьетнаме в период войны 1962–1972 гг., эпидемиологии особо опасных тропических инфекций (чумы, птичьего гриппа), а также экологии человека в условиях тропиков.

Он автор и соавтор более 500 научных работ, 17 патентов на изобретения, нескольких учебников и учебно-методических пособий по токсикологическим проблемам медицины катастроф, экологической токсикологии, проблемам защиты биосферы, тропической медицины. Среди его учеников 26 докторов и 46 кандидатов наук, многие из которых руководят крупными научными и медицинскими центрами в нашей стране и за рубежом.

Г.А. Софронов — президент региональной общественной организации «Врачи Санкт-Петербурга», насчитывающей более 11 тыс. врачей, член редколлегии и редакционных советов ряда рецензируемых научных журналов, среди которых «Медицинский академический журнал» (главный редактор), «Биосфера», «Вестник РАМН», «Вестник Российской Военно-медицинской академии», «Морская медицина», «Общая реаниматология», «Радиационная гигиена». Признанием его заслуг является избрание почетным доктором Военно-медицинской академии, Медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова, Института детских инфекций ФМБА России, Института экспериментальной медицины. Г.А. Софронов награжден орденом Трудового Красного Знамени,

орденом Дружбы Социалистической Республики Вьетнам, 16 отечественными медалями и медалью «За боевое содружество» Республики Куба.

Более 30 лет он является председателем диссертационного совета при ВМедА, с 2009 года руководит работой Санкт-Петербургского отделения Всероссийской общественной организации токсикологов. Постоянно принимает участие в организации и проведении российских и международных научных форумов, выступая с яркими, запоминающимися докладами.

Свой юбилей Г.А. Софронов встречает в расцвете творческих сил, полным идей и стратегических планов их реализации на благо отечественной науки и здравоохранения. Многочисленные ученики и коллеги, его сотрудники и друзья поздравляют Генриха Александровича с юбилеем, желают крепкого здоровья, семейного счастья, благополучия и дальнейших успехов в его многогранной деятельности.

*Сотрудники ФГБНУ «НИИ медицины труда»,
Института экспериментальной медицины,
Северо-Западного научного центра гигиены
и общественного здоровья Роспотребнадзора,
члены Северо-Западного отделения
медицинских наук РАН и
Всероссийской общественной
организации токсикологов,
редакция журнала «Медицина труда
и промышленная экология»,
друзья, коллеги и ученики*

Гурвич В.Б., Корнилов А.С., Привалова Л.И., Лаврентьев А.Н., Ярушин С.В. Риски для здоровья населения, проживающего в городах с развитой мед-
ной промышленностью

Базарова Е.Л., Рослый О.Ф., Тартаковская А.Я., Рослая Н.А., Плотко Э.Г., Федорук А.А., Ошеров И.С., Порфирьева О.В. Совершенствование методологии оценки индивидуального профес-
сионального риска

**Рослый О.Ф., Федорук А.А., Рузаков В.О., Рос-
лая Н.А., Базарова Е.Л., Слышкина Т.В., Тарта-
ковская А.Я.** Медицина труда при производстве и
обработке сплавов на основе меди

Кузьмина Е.А., Липатов Г.Я., Адриановский В.И., Злыгостева Н.В., Русских К.Ю., Кочнева Н.И. Реализация системного подхода к оценке
канцерогенной опасности на примере металлур-
гии меди

**Шастин А.С., Газимова В.Г., Милованкина Н.О.,
Жовтяк Е.П., Пироговский М.Л., Кашанская Е.П.,
Рузаков В.О.** К вопросу управления рисками про-
фессиональных заболеваний на примере крупного
промышленного холдинга

**Копылов И.Д., Березина Р.Ф., Рапопорт О.А.,
Рудой Г.Н., Кузьмин Д.В.** Влияние выбросов вред-
ных веществ в атмосферу на загрязнение почвы

**Минигалиева И.А., Привалова Л.И., Сутунко-
ва М.П., Шур В.Я., Валамина И.Е., Макеев О.Г.,
Панов В.Г., Григорьева Е.В.** Комбинированная
субхроническая токсичность наночастиц оксидов
никеля и марганца и её ослабление от комплекса
биопротекторов

**Привалова Л.И., Кацнельсон Б.А., Сутункова М.П., Минигалиева И.А., Гурвич В.Б., Шур В.Я.,
Макеев О.Г., Валамина И.Е.** Повышение резистент-
ности организма к вредному действию металлосо-
держащих наночастиц как перспективный подход к
управлению рисками для здоровья

Рапопорт О.А., Рудой Г.Н., Копылов И.Д. Воз-
можности минимизации капитальных затрат на ор-
ганизацию санитарно-защитной зоны предприятия

Почечун В.А., Кульнев В.В. Геосистемное рай-
онирование как основа для реабилитационных ме-
роприятий окружающей среды горно-металлурги-
ческого комплекса (на примере металлургического
комбината)

ДИСКУССИИ

Доронина О.Д., Сафонов А.А. Новый Междуна-
родный Стандарт ИСО 45001:2016 «Системы ме-
неджмента безопасности труда и охраны здоровья
работающих»

**Денисов Э.И., Прокопенко Л.В., Пфаф В.Ф.,
Сальников А.А.** Здоровье и безопасность работни-
ка (комментарии к проекту стандарта ИСО 45001)

ЮБИЛЕИ

Софронов Генрих Александрович (к 80-летию со
дня рождения)

**Gurvich V.B., Kornilov A.S., Privalova L.I.,
Lavrent'ev A.N., Yarushin S.V.** Health risks for
residents of cities with developed copper industry

**Bazarova E.L., Roslyi O.F., Tartakovskaya L.Ya.,
Roslaya N.A., Plotko E.G., Fedoruk A.A., Oshero-
v I.S., Porfir'eva O.V.** Improvement in methodology of
occupational risk evaluation

**Roslyi O.F., Fedoruk A.A., Ruzakov V.O., Roslaya
N.A., Bazarova E.L., Slyshkina T.V., Tartakovskaya
L.Ya.** Industrial medicine in production and processing
of alloys based on copper

**Kuz'mina E.A., Lipatov G.Ya., Adrianovskiy
V.I., Zlygosteva N.V., Russkih K.Yu., Kochneva N.I.**
Implementation of systemic approach to evaluation
of carcinogenic jeopardy, exemplified by copper
metallurgy

**Shastin A.S., Gazimova V.G., Milovankina N.O.,
Zhovtyak E.P., Pirogovskiy M.L., Kashanskaya E.P.,
Ruzakov V.O.** On risk management for occupational
diseases, exemplified by major industrial holding

**Kopylov I.D., Berezina R.F., Rapoport O.A.,
Rudoy G.N., Kuz'min D.V.** Soil pollution influenced
by chemical hazards releases into atmosphere

**Minigalieva I.A., Privalova L.I., Sutunkova M.P.,
Shur V.Ya., Valamina I.E., Makeyev O.G., Panov V.G.,
Grigor'eva E.V.** Combined subchronic toxicity of nickel
and manganese oxides nanoparticles, and its decrease
due to bioprotectors complex

**Privalova L.I., Katsnel'son B.A., Sutunkova M.P.,
Minigalieva I.A., Gurvich V.B., Shur V.Ya., Makeyev
O.G., Valamina I.E.** Increasing resistance against
hazardous effects of metals-containing nanoparticles
as a prospective approach to health risks management

Rapoport O.A., Rudoy G.N., Kopylov I.D.
Possibilities to minimize fundamental expenses for
organizing sanitary protective zone of enterprise

Pochechun V.A., Kul'nev V.V. Geosystemic zoning
as a basis for rehabilitation environmental measures
of mining and smelting complex (exemplified by
metallurgic plant)

DISCUSSIONS

Doronina O.D., Safonov A.A. New International
Standard ISO 45001:2016 «Occupational health and
safety management systems – Requirements»

**Denisov E.I., Prokopenko L.V., Pfaf V.F., Sal'nikov
A.A.** Health and safety of worker (comments to project
of ISO 45001 standard)

JUBILEES

Sofronov Genrih Alexandrovich (to the 80th
birthday)