

# ***Медицина труда и экология человека***

***2017. №1***

***Сетевое издание ISSN 2411-3794***



**12+**

**uniimtech.ru**

# Медицина труда и экология человека

2017, №1

ISSN 2411-3794

## Occupational health and human ecology

2017, №1

### **Учредитель**

Федеральное бюджетное учреждение науки

«Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»

**Главный редактор** - А.Б. Бакиров, д.м.н., проф., академик АН РБ – директор ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека»

**Зам. главного редактора** - Г.Г. Гимранова, д.м.н.

### **Редакционный совет:**

А.Ю. Попова, д.м.н. проф. (Россия, Москва)  
С.П. Алиев, д.м.н., проф. (Таджикистан, Душанбе),  
И.В. Бухтияров, д.м.н., проф. (Россия, Москва),  
А.И. Верещагин, к.м.н. (Россия, Москва),  
Н.В. Зайцева, д.м.н., ак. РАН (Россия, Пермь),  
Н.Ф. Измеров, д.м.н., ак. РАН (Россия, Москва),  
И.З. Мустафина, к.м.н. (Россия, Москва),  
В.Н. Ракитский, д.м.н., ак. РАН (Россия, Москва),

Ю.А. Рахманин, д.м.н., проф. (Россия Москва),  
Р.С. Рахманов, д.м.н., проф. (Россия, Н.Новгород),  
А.Я. Рыжов, д.б.н., проф. (Тверь, Россия),  
К.З. Сакиев, д.м.н., проф. (Казахстан, Караганда),  
Е.Г. Степанов, к.м.н. (Россия, Уфа),  
В.Ф. Спиринов, д.м.н. проф. (Россия, Саратов)  
В.А. Тутельян, д.м.н., проф. (Россия, Москва)  
Х.Х. Хамидулина, д.м.н., проф. (Россия, Москва)  
С.А. Хотимченко, д.м.н., проф. (Россия, Москва).

### **Редакционная коллегия:**

Г.Р. Башарова д.м.н. (Россия, Уфа)  
Л.Н. Белан, д.г.-м.н., (Россия, Уфа),  
Э.Т. Валеева, д.м.н. (Россия, Уфа),  
Т.В. Викторова, д.м.н., проф. (Уфа, Россия)  
М.Г. Гайнуллина, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),  
Н.Н. Егорова, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),  
Т.Р. Зилькарнаев, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),  
Л.К. Ибраева, д.м.н., проф. (Казахстан, Караганда),  
Л.М. Карамова, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),  
Л.К. Каримова, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),

В.О. Красовский, д.м.н. (Россия, Уфа),  
А.М. Колбин, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),  
А.Р. Мавзютов, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),  
Г.Г. Максимов, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),  
В.А. Мышкин, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),  
Х.А. Саидов, к.м.н. (Таджикистан, Душанбе),  
О.В. Сивочалова, д.м.н., проф. (Россия, Москва)  
Р.А. Сулейманов, д.м.н. (Россия, Уфа),  
З.Р. Терегулова, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),  
М.Р. Яхина, к.б.н. (Россия, Уфа)

### **Редакция**

зав. редакцией – Каримов Д.О.  
научный редактор – Ларионова Т.К.  
технический редактор – Даукаев Р.А.

технический редактор – Кутлина Т.Г.  
технический секретарь – Кудояров Э.Р.  
переводчики – Полюткина З.Р., Башарова Г.М.  
корректор – Нургалиева Р.Р.

Адрес редакции: Российская Федерация, 450106, Республика Башкортостан,  
город Уфа, улица Степана Кувыкина, дом 94

Тел.: (347) 255-19-57, Факс: (347) 255-56-84

**E-mail: [journal@uniimtech.ru](mailto:journal@uniimtech.ru)**

**Электронная версия журнала — на сайте <http://uniimtech.ru/>**

**ЗАРЕГИСТРИРОВАН В ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЕ ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ СВЯЗИ, ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ 27.07.2015, НОМЕР СВИДЕТЕЛЬСТВА ЭЛ № ФС77-62546**

Перепечатка текстов без разрешения редакции запрещена.

При цитировании материалов ссылка на журнал обязательна.

Возрастное ограничение: 12+. Подписано в печать: 28.03.2017

©ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», 2017

# СОДЕРЖАНИЕ

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПЕРВИЧНОЙ ОНКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН ЗА 1990-2013 гг.

**Бакиров А.Б., Бадамшина Г.Г., Каримов Д.О., Гимранова Г.Г.....4**

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ХАРАКТЕРА КОМБИНИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

**Соколов С.М., Ганькин А.Н., Пшегорода А.Е.....9**

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ НА ИЗУЧАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ ПРИАРАЛЬЯ

**Ибраева Л.К., Отарбаева М.Б., Хантурина Г.Р., Гребенева О.В., Жанбасинова Н.М.....14**

МЕТОД СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

**Креймер М.А., Трофимович Е.М.....24**

РАЗРАБОТКА ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПЫЛИ ЗЕРНО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

**Шевляков В.В., Эрм Г.И., Чернышова Е.В.....31**

ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК

**Сейткасымова Г.Ж.....38**

ОЦЕНКА ПИТЬЕВЫХ ВОД, ПОТРЕБЛЯЕМЫХ НАСЕЛЕНИЕМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, ПО МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНОМУ СОСТАВУ

**Дроздова Е.В., Бурая В.В., Суровец Т.З., Фираго А.В., Гирина В.В.....44**

ДОЗОВЫЕ НАГРУЗКИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА НАСЕЛЕНИЕ ПОСЕЛКА ЖОСАЛЫ

**Кызылтаева Т.А.....50**

ПАСПОРТИЗАЦИЯ КАНЦЕРОГЕНООПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

**Степкин Ю.И., Платунин А.В., Каменева О.В., Колнет И.В., Каменев В.И.....58**

ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА НАСЕЛЕНИЕ П. АТАСУ

**Русяев М.В.....63**

ОСОБЕННОСТИ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА ШКОЛЬНИКОВ, СФОРМИРОВАВШЕГОСЯ В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ

**Поляков А.Я., Сорокина А.В., Гигуз Т.Л., Богачанов Н.Д.....73**

СОСТОЯНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПО ДАННЫМ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА (ВСР) У ЖИТЕЛЕЙ ЗОНЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КАТАСТРОФЫ ПРИАРАЛЬЯ

**Баттакова Ш.Б., Козлова С.Н., Балтаева Ж.Е.....79**

СЫВОРОТОЧНЫЙ ОКСИД АЗОТА И АДАПТАЦИЯ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ НА ФОНЕ ПРИЕМА ПРОДУКТА СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ

**Колесов С.А., Рахманов Р.С., Блинова Т.В., Страхова Л.А., Чумаков Н.В.....84**

УДК 616.006:312.6 (470.57)

## **АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПЕРВИЧНОЙ ОНКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН ЗА 1990-2013 гг.**

**Бакиров А.Б.<sup>1</sup>, Бадамшина Г.Г.<sup>1,2</sup>, Каримов Д.О.<sup>1</sup>, Гимранова Г.Г.<sup>1</sup>**

1-ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», Уфа, Россия

2-ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан (Татарстан)»,  
Казань, Россия

*В связи с высокой смертностью от злокачественных новообразований, в целях разработки принципов профилактики проанализированы показатели первичной онкологической заболеваемости в различных городах Республики Башкортостан за пятнадцатилетний период. Для большинства территорий выявлена динамика роста первичной онкологической заболеваемости, рассчитаны темпы прироста. Обозначены территории с высокими показателями первичной онкологической заболеваемости. Проведен однофакторный дисперсионный анализ степени влияния промышленного города на значения показателей первичной онкологической заболеваемости.*

**Ключевые слова:** *первичная онкологическая заболеваемость, динамика, состояние здоровья*

## **ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF PRIMARY CANCER INCIDENCE IN THE REPUBLIC BASHKORTOSTAN BETWEEN 1990 AND 2013**

**Bakirov A.B.<sup>1</sup>, Badamshina G.G.<sup>1,2</sup>, Karimov D.O.<sup>1</sup>, Gimranova G.G.<sup>1</sup>**

1-Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia

2-FBHA «Hygienic and Epidemiological Center in Republic of Tatarstan (Tatarstan)», Kazan,  
Russia

*Due to high mortality rates from malignant neoplasms, we have analyzed primary cancer incidence in various Bashkortostan towns during fifteen years in order to develop principles of prevention. The dynamics of growth of the primary cancer incidence in most areas has been detected. Growth rates have been calculated. The areas with high indicators of primary cancer incidence have been designated. An ANOVA degree of influence of an industrial city on the values of the primary cancer incidence has been conducted*

**Key words:** *primary cancer incidence, dynamics, health status*

Для населения Российской Федерации заболеваемость новообразованиями является острой медицинской и социальной проблемой [4]. В структуре смертности населения в России злокачественные новообразования (ЗНО) занимают второе место (15,0%). С каждым годом доля ЗНО как причины смерти постепенно увеличивается примерно на 0,1% [1].

Высокий рост онкологической заболеваемости в последние годы ученые связывают с качественным изменением состояния внешней среды [6]. Показатели онкологической заболеваемости исследователи рассматривают как индикатор вредного воздействия окружающей среды на человека [5]. По данным авторов, различная экологическая обстановка в регионах страны по-разному влияет на возникновение онкологических заболеваний [3].

Республика Башкортостан (РБ) – один из субъектов страны, центр нефтедобывающей, химической промышленности и машиностроения. В городах республики базируются крупные предприятия, загрязняющие окружающую среду и ухудшающие экологическую ситуацию в регионе в целом. Так, в городах республики (Салават, Агидель, Нефтекамск, Кумертау и др.) предприятия нефтехимической, машиностроительной, нефтеперерабатывающей отраслей, металлообработки и пищевой промышленности выбрасывают в воздух до 350 тысяч т химических веществ в год. Для промышленных центров региона отмечены разные уровни выбросов химических веществ [2].

В докладе «О состоянии здоровья населения за 2013 год», в разделе «Проблемы и приоритеты развития системы здравоохранения в субъектах Российской Федерации» для РБ отмечены высокие показатели смертности от ЗНО, в связи с чем изучение онкологической заболеваемости населения в регионах республики является актуальным.

#### **Материалы и методы исследования.**

Для решения поставленной задачи в работе применялись ретроспективные эпидемиологические исследования первичной онкологической заболеваемости на территории РБ. Сбор эпидемиологических данных осуществлялся путем выкопировки сведений из данных статистических отчетов «Здоровье населения и деятельность учреждений здравоохранения Республики Башкортостан» медицинского информационно-аналитического центра Министерства здравоохранения РБ. Прогностические тенденции (тренд) заболеваемости изучались методом линейного приближения кривой динамического ряда показателей за пятнадцатилетний период с расчетом коэффициента достоверности аппроксимации. Базовой точкой отсчета был определен уровень 1999 г. (2011–2013 гг.). Статистическая обработка данных осуществлена с использованием программы IBM SPSS Statistics 21.0.

В целях проверки гипотезы о влиянии экологической ситуации в городах республики на уровень показателей первичной онкологической заболеваемости был использован метод однофакторного дисперсионного анализа по Фишеру. Результаты дисперсионного анализа выражались через коэффициент силы влияния фактора  $\eta^2$  и критерии достоверности влияния F. Уровень значимости статистических показателей считался достоверным при  $p < 0,05$ .

#### **Результаты и обсуждения.**

Средний уровень первичной онкологической заболеваемости в РБ за указанный период повысился в 1,2 раза и составил 270,8 на 100 тысяч населения ( $p < 0,001$ ). Максимальные уровни, зафиксированные в РБ (287,8 на 100 тысяч населения), ниже, чем показатели, зарегистрированные в РФ в 2013 г. (374,2 на 100 тысяч населения). Однако при анализе интервального динамического ряда первичной онкологической

заболеваемости установлена положительная динамика роста показателей за последние 15 лет ( $R^2=0,867$ ). При выравнивании ряда получена тенденция к увеличению показателей первичной онкологической заболеваемости, темп прироста показателя в 2013 г., по сравнению с 1999г., составил 18,3% (рис. 1).

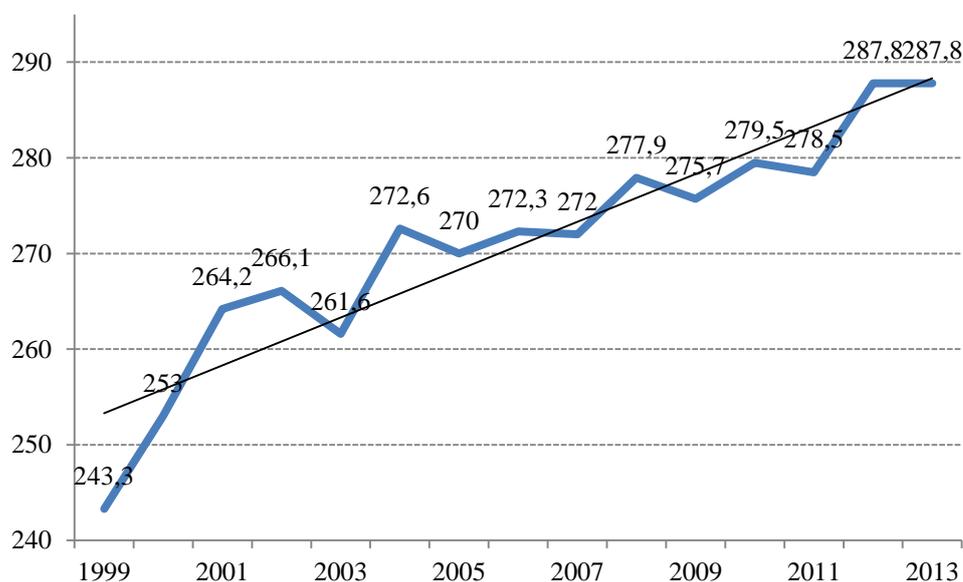


Рисунок 1. Динамика показателей первичной онкологической заболеваемости в Республике Башкортостан за 1999–2013 гг. (на 100 тысяч населения)

Кроме того, выявляемость больных ЗНО на ранних стадиях опухолевого процесса в РБ характеризуется менее благоприятной картиной, чем по стране в целом. Так, в Российской Федерации большинство случаев ЗНО выявлено на I (25,6%), II этапах развития (25,2%), в то время как в республике новообразования чаще диагностируются на III стадии (26,1%).

Средние уровни показателей заболеваемости, рассчитанные для указанного периода, в различных городах республики значительно отличались (рис. 2). Так, наиболее высокие значения были отмечены в гг. Салават, Кумертау, Уфа, Октябрьский и Стерлитамак, показатели ниже среднего отмечались в остальных исследуемых городах.

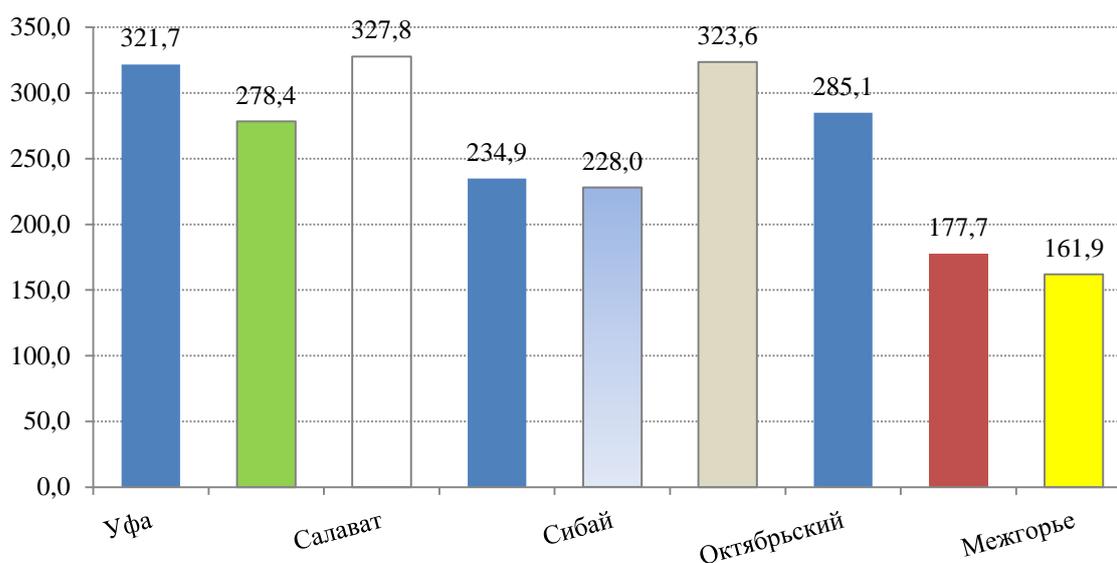


Рисунок 2. Средний уровень показателей первичной онкологической заболеваемости в городах Республики Башкортостан на 100 тысяч населения за 1999–2013 гг.

При проведении дисперсионного анализа установлено сильное статистически значимое влияние фактора промышленного центра (города республики) на уровень показателей первичной онкологической заболеваемости ( $\eta^2=73\%$ ,  $F=42,4$ ,  $p<0,01$ ).

Различные исследователи в последние годы предполагают влияние атмосферного воздуха на развитие онкологии у населения. В связи с этим, мы обратили внимание на экологическую ситуацию в указанных регионах.

По данным государственного доклада, определяющим фактором качества воздуха в указанных городах являлось поступление в атмосферу загрязняющих веществ в результате деятельности предприятий и автотранспортных средств. На долю выбросов вредных веществ от транспортных средств в указанных городах в среднем приходилось 45% от общего объема выбросов. Помимо загрязнений веществами от транспорта, обладающими различным характером действия (в т.ч. канцерогенным), атмосферный воздух городов с наиболее высокими показателями первичной онкологической заболеваемости был загрязнен выбросами от промышленных предприятий. Основными приоритетными загрязнителями являлись следующие предприятия: в г. Уфа – нефтеперерабатывающей промышленности (83,7% выбросов вредных веществ в атмосферу от общего объема выбросов от стационарных источников в городе) и электроэнергетики (5,4%); в г. Салават – нефтехимической промышленности ОАО «Газпром нефтехим Салават» (63,2%); в г. Кумертау – ООО «Башкирская генерирующая компания» Кумертауская ТЭЦ (около 97,8%), в г. Стерлитамак – химической и нефтехимической отрасли (78%); в г. Октябрьский – электроэнергетики (68%) [2]. Из чего следует, что необходимо дальнейшее изучение качественного состава выбросов промышленных предприятий с учетом исследования других неучтенных в данной работе факторов риска развития онкологических заболеваний у населения, проживающего на указанных территориях (питания, образа

жизни населения, воды и почвы территории), в целях проведения многофакторного дисперсионного анализа.

**Выводы.**

1. Средний уровень первичной онкологической заболеваемости в РБ за период с 1999 по 2013 гг. составляет 270,8 на 100 тысяч населения. 2. Установлена динамика роста первичной онкологической заболеваемости в городах республики с 1999 по 2013 гг. с темпом прироста до 137,6%. 3. Доказано, что в зависимости от промышленного центра (города республики) значения показателей первичной онкологической заболеваемости различны. 4. Указанное требует изучения влияния экологической ситуации в городах республики с учетом исследования других факторов риска развития онкологических заболеваний у населения, проживающего на указанных территориях (питания, образа жизни населения, воды и почвы территории), в целях проведения многофакторного дисперсионного анализа.

**Список литературы:**

1. «О состоянии здоровья населения и организации здравоохранения по итогам деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации за 2013 г.».
2. «Об экологической ситуации на территории Республики Башкортостан в 2013 году».
3. Иванилов А.К. Структура онкологической заболеваемости в мире, РФ и отдельных ее регионах. Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2014: 1-2: 181-184.
4. Подушкина И.В., Квасов С.Е., Зубков В.М., Тамойкин А.В. Онкологическая заболеваемость как приоритетная медико-социальная проблема ведомственного здравоохранения. Медицинский альманах. – 2010; 3: 28-32.
5. Савченко А.В., Жияева А.Л. Онкологическая заболеваемость населения региона с высоким уровнем химического загрязнения. Фундаментальные исследования. – 2013; 12: 539-541.
6. Юдин С.В. Влияние антропогенных факторов на онкологическую заболеваемость населения Приморского края. Тихоокеанский медицинский журнал. – 2004; 3: 46-49.

УДК 614.71:632.15

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ХАРАКТЕРА КОМБИНИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Соколов С.М., Ганькин А.Н., Пшегорода А.Е.

РУП «Научно-практический центр гигиены», Минск, Республика Беларусь

*Целью работы являлась разработка метода оценки характера комбинированного действия атмосферных загрязнений по их влиянию на показатели состояния здоровья в условиях населенных мест (на примере четырех населенных пунктов республики). Определены уровни загрязнения атмосферного воздуха, выраженные различными значениями комплексного показателя «Р», и заболеваемость населения.*

*Установлено, что характер комбинированного действия загрязняющих химических веществ (ЗХВ) в натуральных условиях проявляется по типу «неполной» суммации, близкой к корню квадратному из числа веществ, содержащихся в атмосферном воздухе.*

**Ключевые слова:** комбинированное действие, здоровье населения, атмосферный воздух

## APPROACHES TO THE ASSESSMENT OF THE NATURE OF THE COMBINED AIR POLLUTION

Sokolov S.M., Gankine A.N., Pshegroda A.E.

Republican unitary enterprise «Scientific practical centre of hygiene», Minsk, Belarus

*The aim of the article was to develop a method for assessing the nature of the combined effect of air pollution by their effect on the state of health in populated areas (for instance, the four settlements of the Republic). Identified air pollution levels are expressed by different values of the complex index of «P» and morbidity.*

*It was found that the nature of the combined effect of chemical pollutants under natural conditions is shown in an «incomplete» summation close to the square root of the number of substances in the air.*

**Key words:** combined effect, public health, ambient air

Актуальность проблемы оценки характера комбинированного действия химических соединений, загрязняющих окружающую среду, общеизвестна [1, 3].

Несмотря на определенные достижения гигиенической науки в решении проблемы оценки характера комбинированного действия (КД) химических соединений, потребность практики в научно-обоснованных рекомендациях по данному вопросу удовлетворяются далеко не полностью [4]. Поскольку оценка КД

осуществляется преимущественно для решения количественных задач, все разнообразие видов КД можно свести к трем, используя следующие термины: «аддитивное», «более чем аддитивное» и «менее чем аддитивное».

В целях обеспечения гигиенических требований при совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких веществ сумма их допустимых концентраций рассчитывается по коэффициенту комбинированного действия ( $K_{кд}$ ) (формула 1).

$$\frac{\tilde{N}_1}{\tilde{I}\tilde{A}\tilde{E}_1} + \frac{\tilde{N}_2}{\tilde{I}\tilde{A}\tilde{E}_2} + \dots + \frac{\tilde{N}_n}{\tilde{I}\tilde{A}\tilde{E}_n} = \hat{E}_{\hat{e}\hat{a}} \quad (1)$$

где  $C_1, C_2, C_n$  – фактические концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе;

$ПДК_1, ПДК_2, ПДК_n$  – предельно допустимые концентрации тех же веществ при их изолированном действии.

Следовательно, при любом случае комбинированного действия атмосферных загрязнений гигиенические требования обеспечиваются только тогда, когда концентрация каждого вещества в смеси ( $C_i$ ) будет проанализирована по сравнению с его  $ПДК_i$  при изолированном действии, пропорционально отношению  $K_{кд}$  к числу веществ в смеси ( $N$ ) (формула 2).

$$\tilde{N}_i = \frac{\hat{E}_{\hat{e}\hat{a}}}{N} \tilde{I}\tilde{A}\tilde{E}_i \quad (2)$$

Оценка характера комбинированного действия в условиях эксперимента предполагает проверку его на практике в реальных условиях. Однако следует отметить, что методические приемы, используемые для оценки характера комбинированного действия в условиях эксперимента, не приемлемы для его оценки в реальных условиях воздействия атмосферных загрязнений на население, так как при этом отсутствует возможность непосредственного определения тех данных, которые нужны для расчета  $K_{кд}$ , в частности, изоэффективных концентраций веществ при их изолированном действии.

Таким образом, целью настоящей работы была разработка метода оценки характера комбинированного действия атмосферных загрязнений по их влиянию на показатели состояния здоровья.

**Материалы и методы.** Исследования проведены в четырех населенных пунктах (№ 1, 2, 3 и контрольный населенный пункт). Гигиеническая оценка опасности загрязнения выполнена согласно методическим рекомендациям [2]. Всего проанализировано 10 727 проб воздуха.

Ретроспективный эпидемиологический анализ заболеваемости детей острыми респираторными вирусными инфекциями верхних дыхательных путей (ОРВИ), органов

пищеварения, сердечно-сосудистой и мочеполовой систем проведен согласно инструкции [5].

На этапе планирования была сформулирована задача исследования – получение адекватных математических моделей, отражающих зависимость результативного признака ( $y$ ) заболеваемости от факторных признаков ( $x$ ) загрязнения атмосферного воздуха. Зависимость показателя состояния здоровья населения от суммарного загрязнения атмосферного воздуха, выраженного различными комплексными показателями, описывали следующими уравнениями регрессии:  $y=a+bx$  и  $y=a+blg x$  ( $a$  и  $b$  – коэффициенты регрессии) и аппроксимировали соответственно на сетках с равномерным и полулогарифмическим масштабом.

Расчет коэффициента комбинированного действия состоял в том, что одно и то же реальное загрязнение атмосферы представлялось разными комплексными показателями в зависимости от того, какой характер комбинированного действия заложен в их основу. Концентрации ( $C_i$ ) веществ, составляющие реальное суммарное загрязнение («Р»), выражали в виде нормированных по ПДК концентраций ( $K_i$ ). При этом если комбинированное действие проявляется по типу суммации, комплексный показатель загрязнения ( $P_{\text{сум}}$ ) равен сумме нормированных концентраций веществ, входящих в смесь ( $P_{\text{сум}}=\sum K_i$ ).

При независимости действия комплексный показатель ( $P_{\text{нд}}$ ) представляет собой сумму нормированных концентраций, деленную на число веществ ( $n$ ) в смеси (формула 3).

$$D_{\text{ia}} = \sum \frac{K_i}{n} \quad (3)$$

Однако реально действующим веществом считали то, нормированная концентрация которого являлась наибольшей. При ослаблении комбинированного действия по типу корня квадратного из числа веществ в смеси ( $N_n$ ) комплексный показатель ( $P_{\text{кк}}$ ) принимали равным корню квадратному, из суммы квадратов нормированных концентраций (формула 4).

$$D_{\text{ee}} = \sqrt{\sum \hat{E}^2} \quad (4)$$

В случае суммации, усиления и независимого действия за нормативное значение комплексного показателя принимали 1, а в случае ослабления комбинированного действия по типу  $\sqrt{n}$  – само значение корня. Математическую обработку результатов исследования проводили в программах MS Excel и STATISTICA 6.0.

**Результаты и обсуждение.** Источниками загрязнения атмосферного воздуха в населенных пунктах являлись ТЭС, автомобильный транспорт и промышленные предприятия. Выбросы в атмосферу (тыс. тонн/год) составляли: в населенном пункте 1

– 181,6; в населенных пунктах 2 и 3 – 129,403 и 64,51 соответственно; в контрольном районе – 12,6.

Результаты анализа структуры валовых выбросов свидетельствуют о том, что наибольший удельный вес приходится на диоксид серы 87,1–92,3 %, оксид азота 4,1–11,6 % и диоксид азота 10,7–22 %.

Значения максимальных разовых, среднесуточных и среднегодовых концентраций варьировали от «допустимых» (в контрольном районе) до превышающих уровни соответствующих ПДК в десятки раз (в опытных районах).

Анализ структуры загрязнения показал (по кратности превышений ПДК), что наибольший удельный вес приходится на диоксиды серы, азота и оксид углерода. Уровень суммарного загрязнения атмосферного воздуха в среднем за наблюдаемый период по показателям  $P_{\text{кк}}$  и  $P_{\text{сум}}$  составил: в районе 1 – 12,36 и 17,35 %, в районе 2 – 5,70 и 7,72 %, в районе 3 – 36,8 и 4,48 % и в контрольном районе – 2,16 и 3,36 % соответственно.

Заболеваемость детского населения ОРВИ существенно варьировалась в различных населенных пунктах в зависимости от уровней загрязнения атмосферного воздуха. Так, в среднем за изученный период в первом районе она составила  $874 \pm 17,7$  %, во втором районе –  $564,5 \pm 27,7$  %, в третьем –  $424,4 \pm 13,1$  %, в контрольном районе –  $358,96 \pm 11,37$  %. Установлено, что в формировании заболеваемости детей ОРВИ ведущая роль принадлежит диоксиду серы – 31,9 % ( $r=0,94$ ) и диоксиду азота – 30,1 % ( $r=0,91$  %).

В целях определения характера комбинированного действия загрязнителей атмосферного воздуха зависимость заболеваемости детей ОРВИ от уровней загрязнения атмосферного воздуха, выраженных различными комплексными показателями «Р» ( $P_{\text{сум}}$ ,  $P_{\text{нд}}$ ,  $P_{\text{кк}}$ ), аппроксимировали на сетке с равномерным масштабом в виде прямых, согласно следующим уравнениям регрессии:  $P_{\text{сум}} - y = 274,34 + 25,35x$  ( $r=0,96$ );  $P_{\text{нд}} - y = 233,07 + 73,43x$  ( $r=0,93$ );  $P_{\text{кк}} - y = 274,44 + 47,47x$  ( $r=0,98$ ). Экстраполировав указанные прямые до нормального значения комплексного показателя загрязнения (в случае суммации и независимого действия, в случае ослабления по типу  $N_n$ ), определили, что характер комбинированного действия загрязнителей в реальных условиях проявляется как неполная суммация по типу  $N_n$ . В результате проведенных исследований получены уравнения регрессии, позволяющие прогнозировать уровни детской заболеваемости ОРВИ в зависимости от суммарного загрязнения атмосферного воздуха.

#### **Выводы.**

1. В населенных пунктах с уровнями загрязнения атмосферы по показателю « $P_{\text{кк}}$ » – 12,36 отмечается ( $p < 0,01 - 0,001$ ) повышенная заболеваемость детей ОРВИ, болезнями мочеполовой системы и органов пищеварения. Заболеваемость детей острыми респираторными инфекциями может служить в качестве наиболее чувствительного индикаторного показателя, характеризующего неблагоприятное влияние загрязняющих химических веществ на здоровье населения.

2. Зависимость заболеваемости детей острыми респираторными инфекциями от уровней загрязнения атмосферы может быть аппроксимирована в виде прямых на сетке с равномерным масштабом в соответствии с уравнением  $y=(cx_i)$ .

3. Характер комбинированного действия загрязняющих химических веществ в природных условиях проявляется по типу неполной суммации, близкой к корню квадратному из числа компонентов, содержащихся в атмосферном воздухе.

**Список литературы:**

1. Винокуров М. В. Современное состояние контроля загрязнения атмосферного воздуха населенных мест / М. В. Винокуров // Гигиена и санитария. – 2014. – № 5. – С. 29–33.
2. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха и эколого-эпидемиологическая оценка риска для здоровья населения: методич. рекомендации: утв. постановлением Главного гос. сан. врача Респ. Беларусь 10.02.1998 № 113-9711 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [med.by/methods/pdf/1.1.11-8-7-2003](http://med.by/methods/pdf/1.1.11-8-7-2003). – Дата доступа: 06.07.2016.
3. Леванчук А.В. Количественная характеристика уровня загрязнения окружающей среды автомобильно-дорожным комплексом / А.В. Леванчук, О.И. Копытенкова, Н.С. Башкетова // Приоритеты профилактического здравоохранения в устойчивом развитии общества: состояние и пути решения проблем: материалы пленума Науч. совета по экологии человека и гигиене окружающей среды Российской Федерации / под ред. академика РАМН Ю.А. Рахманина. – М., 2013. – С. 209–211.
4. Пинигин М.А. О понятии «характер комбинированного действия» как основе гигиенической оценки / М.А. Пинигин // Гигиена и санитария. – 1986. – № 1. – С. 48–50.
5. Эпидемиологическая оценка риска влияния окружающей среды на здоровье населения: инструкция: утв. Главным гос. сан. врачом Респ. Беларусь 11.06.2002.

УДК 613.63:612.015(574.54)

## **ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ НА ИЗУЧАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ ПРИАРАЛЬЯ**

**Ибраева Л.К., Отарбаева М.Б., Хантурина Г.Р., Гребенева О.В., Жанбасинова Н.М.**

РГКП «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний» МЗ СР РК, Караганда, Казахстан

*Цель работы заключалась в оценке воздействия различных химических веществ в атмосферном воздухе на здоровье населения Приаралья. Деградация растительного покрова на столь обширной территории вызывает глобальные и региональные изменения климата вследствие усиления парникового эффекта и увеличения концентрации углекислого газа в атмосфере, эоловых пылевых выносов. Это приводит к истощению биологического разнообразия флоры и фауны Приаралья, нарушает среду обитания человека. Кроме этого, количество выбросов в атмосферу непрерывно увеличивается. За последние десятилетия оно удвоилось. Если не будут приняты необходимые меры, в следующем десятилетии оно может увеличиться еще в 2 раза (окружающая среда и человеческое здоровье). Все натурные исследования проведены на территориях Актюбинской, Южно-Казахстанской и Карагандинской областей, утвержденными в дизайне НТП. В фазе кейс контроля определили загрязняющие факторы в компонентах окружающей среды: в воздухе в холодный и теплый периоды года. Результаты исследований показали, что загрязнение атмосферного воздуха в гг. Шалкар, Арысь, пп. Иргиз, Улытау, Атасу, по данным многолетних наблюдений, было низким. Как в зимнее время, так и в летнее время года в большинстве населенных пунктов Приаралья уровень загрязнения воздуха тяжелыми металлами был низким (кроме п. Шиули).*

**Ключевые слова:** атмосферный воздух, химические вещества, Приаралье

## **THE ASSESMENT OF INFLUENCE OF CHEMICALS IN FREE AIR IN THE STUDIED ARAL REGION**

**Ibraeva L.K., Otarbaeva M.B., Hanturina G.R., Grebeneva O.V., Zhanbasinova N.M.**

State Enterprise «National Centre of Labour Hygiene and Occupational Diseases» of the Ministry of Health and Social Development of the Republic of Kazakhstan, Karaganda, Kazakhstan

*The objective of this work was to evaluate the effects of various chemical substances in the atmospheric air on health of Aral Sea region population. Degradation of the vegetative cover on such a vast territory calls for global and regional climate changes due to enhanced greenhouse effect and increasing the concentration of carbon dioxide in the atmosphere, Aeolian dust offsets. This leads to depletion of biological diversity of flora and fauna of the*

*Aral sea region, violates the human environment. In addition, the number of emissions increases continuously. Over the past decade it has doubled. If not taken necessary measures in the next decade it may increase 2 times (environment and human health). All field studies conducted in the territories of Aktobe, South Kazakhstan and Karaganda regions, approved in the scientific and technological advancement design. In the phase case-control identified the polluting factors in the components of the environment: in the air in cold and warm periods of the year. The results of the research showed that air pollution in the city of Shalkar, Irgiz village, Arys, Ulytau r., Atasu r. according to long-term observations was low. In the winter, and in summer, in most settlements of the Aral sea region the level of air pollution with heavy metals was low (except Shiely r.).*

**Key words:** atmospheric air, chemicals, Aral region

Прогрессирующее ухудшение природной среды в Приаралье в настоящее время столь значительно, что данный регион рассматривается как район экологического бедствия. Сюда относятся территории Кызыл-Ордынской и юга Актюбинской областей Казахстана, Каракалпакия, территории по среднему течению рр. Амударьи и Сырдарьи, вдоль Каракумского канала и др. В зоне экологического бедствия выделяется зона катастрофы, где произошли необратимые качественные изменения природной среды (обсохшее дно и акватория Арала, дельты Сырдарьи и Амударьи, некоторые территории интенсивного орошения вдоль Сырдарьи и Амударьи).

Дополнительную нагрузку на окружающую среду в этом регионе оказывает промышленная разработка нефтегазовых месторождений, таких как Кумколь, Бектас, Коныс и др. А данные литературы свидетельствуют о негативном влиянии факторов, сопровождающих добычу нефти и газа, как на экологию прилегающих регионов, так и на здоровье человека [70].

В Приаралье полностью утрачено качество водных и земельных ресурсов, нарушены состав и устойчивость экосистем, возросла токсичность окружающей среды. Около 300 дней в году по региону гуляют песчаные солевые бури. С высохшего дна ежегодно поднимаются в атмосферу миллионы тонн песка и пыли. Со всего осушенного дна моря каждый год выдувается около 39 млн т солей. Наступающая новая пустыня Аралкум уже поглотила 2 млн га пахотных земель, привела к деградации пастбищ, тугайных лесов, другой растительности. На космических снимках видно, что «грязевые» шельфы, заполненные пылью и солью Арала, проникают на 800–1000 км вглубь густонаселенных оазисов. Есть данные, что они оседают и на ледники там, где берут начало главные реки Центральной Азии [71, 72].

Основными видами промышленного производства, оказывающими неблагоприятное влияние на экологическую обстановку и на здоровье человека, являются нефтеперерабатывающая, нефтегазодобывающая, химическая, машиностроительная, горнодобывающая, хлопко-перерабатывающая, мукомольная, строительная промышленности и энергетика. Так, по данным Национального доклада

по охране окружающей среды Туркменистана (2000 г.), в 1998 г. в атмосферу выброшено 844,859 тыс. т загрязняющих веществ (Окружающая среда и человеческое здоровье) [72].

Санитарная и экологическая обстановка в Приаралье в настоящее время продолжает ухудшаться. Уровень Аральского моря продолжает падать, происходит процесс дальнейшего опустынивания дельты р. Сырдарьи. К 2000 г. из 1,5 млн га почв здесь высохло, засолилось и опустынилось более половины. Общая аридизация климата Приаралья ведет к усилению его континентальности, увеличению перепада между летними и зимними температурами воздуха, что ухудшает и без того тяжелые условия проживания населения на равнинных территориях [68]. Вышеизложенное послужило основанием проведения исследований на территории Приаралья. В связи с чем целью исследования явилась оценка воздействия различных химических веществ в атмосферном воздухе на здоровье населения Приаралья.

**Материалы и методы.** Методология исследований по санитарно-химическому фрагменту НТП была построена на основе поставленных задач. Все натурные исследования проведены на территориях Актюбинской, Южно-Казахстанской и Карагандинской областей, утвержденными в дизайне НТП.

Согласно концептуальной фазе программы был выбран и использован комплекс современных стандартизованных (сертифицированных) эколого-гигиенических, химических, картографических и статистических (вариационная статистика, критерий Стьюдента) методов исследования. В фазе кейс контроля определили загрязняющие факторы в компонентах окружающей среды: в воздухе в холодный и теплый периоды года.

В атмосферном воздухе проводили круглосуточный (6-12-18-24 часовой) мониторинг на протяжении 3 суток в г. Аральск (23 точки), пп. Айтеке-Би (19 точек), Жосалы (11 точек), Жалагаш (13 точек), Шиели (20 точек), г. Шалкар (14 точек), п. Ыргыз (13 точек), г. Арысь (28 точек), пп. Улытау (8 точек), Атасу (11 точек). Отбор проб атмосферного воздуха проводили в определенных точках местности с помощью анализатора ГАНГ-4. Определение содержания в атмосферном воздухе загрязняющих веществ (фенол, диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы) проводили стандартными методами с привлечением аккредитованных и сертифицированных лабораторий гг. Кызылорды, Актюбинска.

В качестве основной переменной исследования атмосферного воздуха явилась максимально-разовая концентрация взвешенных веществ, фенола, диоксида азота, диоксида серы. Из полученных результатов просчитывали среднесуточные концентрации загрязняющих веществ с учетом стандартного отклонения и 95% доверительного интервала с применением программы «Statistica – 10». Оценку результатов проводили по отношению анализируемого вещества в воздухе к ПДК<sub>мр</sub> и ПДК<sub>сс</sub>. Кратность превышения ПДК<sub>сс</sub> загрязняющих веществ была использована при расчете индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) как интегрального показателя с учетом

пересчета на 3 класс опасности (к 1 классу – 1,7; 2 классу – 1,3; 3 классу – 1,0; 4 классу – 0,15). Величина ИЗА рассчитывалась по значениям среднегодовых концентраций, поэтому этот показатель характеризовал уровень хронического, длительного загрязнения воздуха. Установлены 4 категории качества воздуха в зависимости от уровня загрязнения. Уровень ИЗА считали низким при значениях менее 5, повышенным при 5–8, высоким при 8–13, очень высоким при ИЗА более 13.

Общее количество исследований проб атмосферного воздуха составило 960. Моделирование поведения вредных веществ в окружающей среде, т.е. количественное распределение концентраций или уровней факторов в населенных поселках проводили путем расчета ожидаемых уровней в множестве точек (до 800) по данным фактических измерений на 10–30 любого поселка или города. Точками наблюдения становились места пересечения регулярных сеток (квадрат со стороной в 500–800 м), нанесенных на карту города или поселка. Отображение загрязнения на схематической карте города выполнено в виде цветowych пятен (полигонов), соответствующих заданным уровням либо отдельного показателя, либо интегрального (ИЗА и др.), либо нескольких показателей. Выделение зон с различным экологическим риском проживания населения проводилось в разработанном нами программном продукте (ПП). Статистический расчет протяженности зоны загрязнения от комбинации точек с различными уровнями загрязнителя был выполнен методом экстраполяции данных (метод отклика поверхности с учетом рельефа).

Для деления селитебной территории поселков на различные зоны были использованы несколько интегральных показателей: индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА<sub>5</sub>). Для оценки ИЗА<sub>5</sub> выбрана шкала с 4 уровнями чистоты: до 5 у.е. – низкий уровень, при 5–7 у.е. – повышенный, при 7–14 у.е. – высокий, при выше 14 у.е. – очень высокий уровень.

**Результаты и обсуждение.** Ретроспективная оценка загрязнения атмосферного воздуха Приаралья: согласно данным с 2006 по 2013 гг., в г. Шалкар Актюбинской области уровень диоксида серы превышал норму и в среднем был равен 3,3 кратности ПДК. Наблюдалось превышение в 2006, 2011 и 2012 гг. среднесуточной концентрации диоксида азота, равное 1,2 кратности ПДК. Индекс загрязнения атмосферы был равен 4,6 у.е., что характеризует низкий уровень загрязнения. Превышение уровня фенола в воздухе не наблюдалось и было в пределах санитарных норм (табл. 1).

Данные собственных исследований показали, что в атмосферном воздухе г. Аральск в холодный период года среднесуточное содержание взвешенных веществ, диоксида азота, диоксида серы и фенола было в пределах нормы. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА4 по г. Аральск зимой в среднем равен 1,4, что соответствует низкому уровню загрязнения. Среднесуточные показатели концентрации взвешенных веществ, диоксида азота, диоксида серы и фенола в атмосферном воздухе п. Айтеке-Би в холодный период года были в пределах ПДК. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА4 по п. Айтеке-Би в среднем равен 1,3 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения. В

холодный период года во всех точках забора атмосферного воздуха в п. Жосалы среднесуточное содержание взвешенных веществ, диоксида серы, диоксида азота не превышало санитарных норм, среднее содержание фенола в атмосферном воздухе находилось на уровне ПДК и составляло 1,02 кратности к ПДКсс. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА4 по п. Жосалы в среднем был равен 2,02 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения.

Таблица 1

**Ретроспективные данные загрязнения атмосферного воздуха г. Шалкар**

Показатели	Сред- нее	-95% ДИ	+95% ДИ	Мин.	Макс.	Ошибка	ПДК	Кратное ПДК
<b>Атмосферный воздух</b>								
диоксид азота, мг/м <sup>3</sup>	0,049	0,018	0,08	0,017	0,085	0,013	0,04	1,2
диоксид серы, мг/м <sup>3</sup>	0,165	0,02	0,3	0,073	0,5	0,058	0,05	3,3
взвешенные вещества, мг/м <sup>3</sup>	0,4	0,17	0,63	0,2	0,5	0,08	0,5	0,07
фенол, мг/м <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0

Во всех точках забора атмосферного воздуха п. Жалагаш в холодный период года среднесуточное содержание взвешенных веществ, диоксида азота, диоксида серы и фенола не превышало ПДК. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА4 по п. Жалагаш в среднем равен 1,8 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения. Среднесуточные показатели концентрации диоксида серы и фенола в атмосферном воздухе п. Шиелы в холодный период года были в пределах санитарных норм, однако отмечали превышение взвешенных веществ, среднее содержание которых составило 0,34 мг/м<sup>3</sup> при ПДК взвешенных веществ 0,15 мг/м<sup>3</sup> и превышение диоксида азота в 5,5 мг/м<sup>3</sup> кратности ПДК. В холодный период года индекс загрязнения атмосферы ИЗА4 по п. Шиелы в среднем был равен 8,6 у.е., что соответствует повышенному уровню.

По результатам замеров в атмосферном воздухе г. Шалкар в холодный период 2015 г. среднесуточное содержание взвешенных веществ, диоксида азота, диоксида серы, фенола были в пределах нормы. Отмечали превышение в воздухе оксида углерода в 1,007 кратности ПДК. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА5 по г. Шалкар в холодный период года в среднем равен 3,0 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения. Во всех точках забора атмосферного воздуха в п. Иргиз среднесуточное

содержание взвешенных веществ, диоксида серы, диоксида азота, фенола и оксида углерода не превышало санитарных норм. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА5 по г. Шалкар в среднем равен 2,5 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения. В холодный период года во всех точках забора атмосферного воздуха в г. Арысь среднесуточное содержание взвешенных веществ, диоксида серы, фенола и оксида углерода не превышало санитарных норм, среднее содержание диоксида азота в атмосферном воздухе находилось в пределах ПДК. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА5 по г. Арысь в среднем равен 3,6 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения. Среднесуточные показатели концентрации взвешенных веществ, диоксида азота, диоксида серы и фенола в атмосферном воздухе п. Улытау в холодный период года были в пределах ПДК. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА4 по п. Улытау в среднем равен 1,04 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения. По результатам замеров в атмосферном воздухе п. Атасу в холодный период года среднесуточное содержание взвешенных веществ, диоксида азота, диоксида серы и фенола было в пределах нормы. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА4 по п. Атасу в холодный период года в среднем равен 0,95 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения.

Данные собственных исследований населенных пунктов Приаралья в теплый период года в г. Шалкар характеризовали по среднесуточным показателям, которые позволили выявить, что концентрации диоксида серы и фенола были выше уровня санитарных норм, соответственно 2,2 ПДК<sub>сс</sub> для диоксида серы и 1,1 ПДК<sub>сс</sub> для фенола. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА4 в г. Шалкар составил в среднем 3,6 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения.

Среднесуточные концентрации взвешенных веществ, диоксида азота, диоксида серы в атмосферном воздухе п. Иргиз в теплый период года были в пределах санитарных норм. Содержание фенола превышало уровни санитарных норм до 1,1 ПДК<sub>сс</sub>. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА4 был равен 1,7 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения.

Среднесуточные концентрации основных веществ в атмосферном воздухе г. Арысь в теплый период были в пределах санитарных норм, а фенола превышали ПДК<sub>сс</sub> в 1,7 раза. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА4 в г. Арысь в среднем был равен 2,6 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения.

В атмосферном воздухе п. Улытау в теплый период года не было отмечено превышения санитарных норм для анализируемых веществ и индекс загрязнения атмосферы в п. Улытау не превышал 1 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения.

Среднесуточные концентрации взвешенных веществ, диоксида азота, диоксида серы и фенола в атмосферном воздухе п. Атасу в теплый период года были в пределах санитарных норм, а индекс загрязнения атмосферы был равен 1 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения. Таким образом, на качество атмосферного воздуха в г.

Шалкар, п. Иргиз и г. Арысь влияло повышенное содержание фенола, наиболее высокие концентрации которого отмечали в летнее время в г. Арысь (рис. 1).

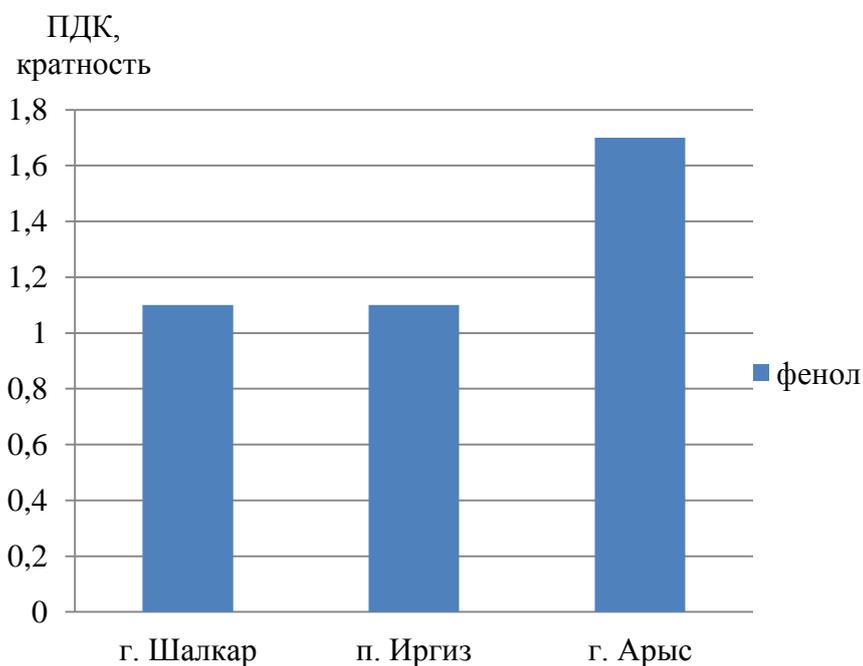


Рисунок 1. Содержание фенола в атмосферном воздухе в населенных пунктах Приаралья в летний период года

В атмосферу населенных пунктов Приаралья пыль попадает при выветривании горных пород, сдувании верхнего слоя почвы, сжигании топлива, автотранспорта и др. Содержание пыли в воздухе уменьшается после выпадения осадков и с увеличением высоты. Известно, что чем меньше величина пылинок, тем меньше задержка пыли в органах дыхания. В альвеолы наиболее заносятся пылевые частицы размером около или менее 1 мкм, которые преобладают среди взвешенных в атмосферном воздухе частиц.

При анализе дисперсного состава отобранных на фильтры частиц пыли в г. Аральск было выявлено, что основную часть составили частицы менее 1,5 мкм – 48,8%. Более крупные частицы от 1,5 до 2,5 мкм составили 17%, от 2,5 до 5 мкм – 15,7%, от 5 до 7,5 мкм – 9%, от 7,5 до 10 мкм – 6,2%, а более 10 мкм – 3,3%. Все частицы имели округлую форму с гладкой поверхностью, из чего можно сделать вывод о причине их образования за счет процессов конденсации или испарения жидкости (рис. 2). Именно такие частицы хуже всего задерживаются в дыхательных путях и проникают глубоко в альвеолы, что может приводить к развитию пульмонии.

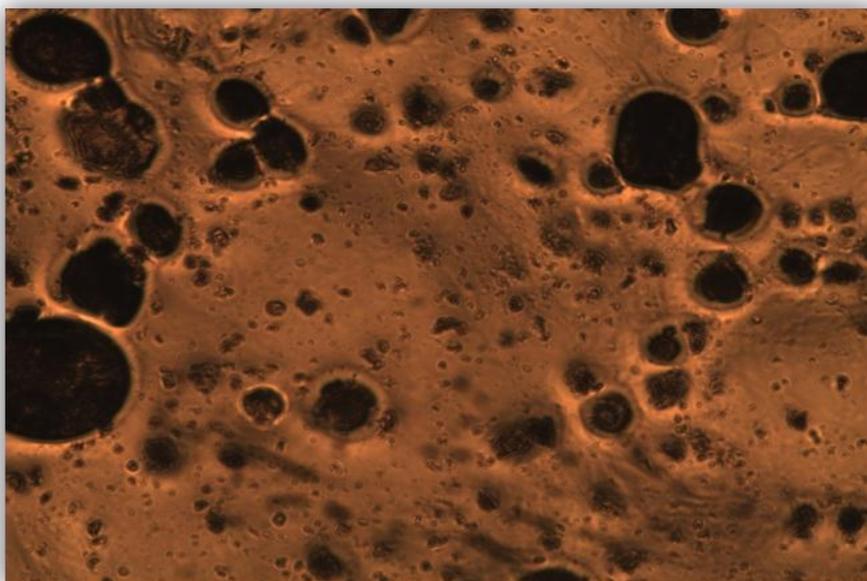


Рисунок 2. Частицы пыли в воздухе г. Аральск под микроскопом (ув.х10)

В п. Айтеке-би еще большая часть (69,2%) навески составила мелкодисперсная пыль размером до 1,5 мкм, 15,3% – от 1,5 до 2,5 мкм. Более крупные частицы встречаются относительно реже. Здесь кроме преимущественно частиц округлой формы и с гладкой поверхностью встречались частицы овальной и неправильной формы с гладкой поверхностью. 58% частиц пыли в п. Жосалы составила мелкодисперсная фракция до 1,5 мкм и 19,6% – до 2,5 мкм. Здесь также преобладали частицы округлой или овальной формы с гладкой поверхностью. Процентное соотношение частиц до 1,5 мкм составило 49,7%, от 1,5 до 2,5 мкм – 19,1%. В п. Жалагаш преобладали уже частицы неправильной формы, хотя в небольшом количестве присутствуют частицы овальной формы с гладкой поверхностью. Форма влияет на поведение пылинок в воздухе, при этом частицы неправильной формы способны более длительное время сохраняться в воздухе. Большинство является мелкодисперсной пылью размером от <1,5 до 5 мкм. Число мелкодисперсной пыли размером до 1,5 мкм в воздухе п. Шиели составило 72,4 %, от 1,5 до 2,5 мкм – 12,2 %. При этом крупные частицы пыли были чаще овальной формы, а более мелкие – неправильной формы, которые следует относить к аэрозолям дезинтеграции.

По результату проведенного исследования можно сказать, что основная часть пыли в г. Шалкар – это частицы неправильной формы, образующиеся под воздействием механического воздействия. Частица неправильной формы оседает медленно, так как она падает всегда в положении наибольшей своей поверхности, встречающей наибольшее сопротивление воздуха. Также встречаются фракции округлой формы с гладкой поверхностью, возникающие при испарении и последующей конденсации в воздухе паров. Дисперсность пыли в г. Шалкар только на 50,7% была

определена размером до 1,5 мкм и на 32,6% частицами от 1,5 до 2,5 мкм. Более крупные частицы размером больше 10 мкм составили лишь 0,2%.

В п. Иргиз в атмосферном воздухе преобладали частицы пыли неправильной формы, возникающие при механическом измельчении, дроблении твердых пород, редко встречались частицы округлой формы с гладкой поверхностью (рис. 3).

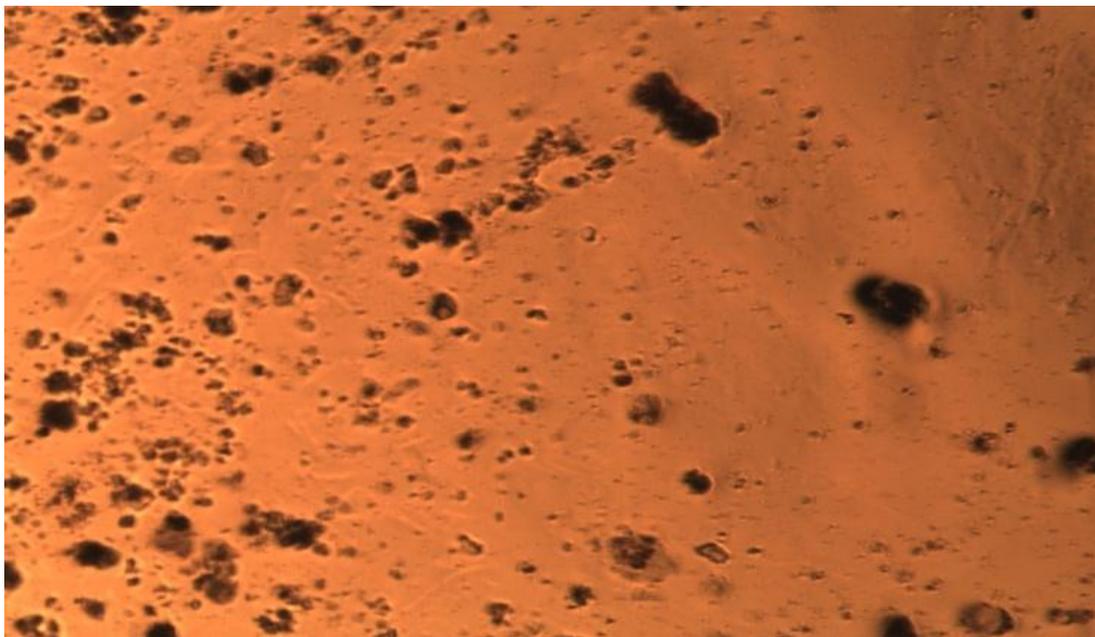


Рисунок 3. Частицы пыли в воздухе п. Иргиз под микроскопом (ув.х10)

Основная часть пыли и здесь состояла из частиц размером менее 1,5 мкм – 57,6%, от 1,5 до 2,5 мкм – 24,7%, фракции более 10 мкм были крайне редки – 0,1%.

Основное количество фракций пыли в г. Арысь имело неправильную форму и в процентном соотношении частицы менее 1,5 мкм составляли чуть более половины – 58,5%, от 1,5 до 2,5 мкм – 28,9%, а более 10 мкм – только 0,1%.

Более половины отобранной пыли в п. Улытау было представлено частицами неправильной формы, часть была округлой и овальной формы с гладкой поверхностью. При этом в процентном соотношении частицы менее 1,5 мкм составили только половину пыли – 50,7%, от 1,5 до 2,5 мкм – 30%, увеличена здесь доля частиц размером более 10 мкм – 0,6%. Основное количество частиц пыли в п. Атасу было неправильной формы, пылинки размером менее 1,5 мкм составляли 52,1%, от 1,5 до 2,5 мкм – 30,8%, число частиц более 10 мкм составило лишь 0,2%.

Таким образом, загрязнение атмосферного воздуха в гг. Шалкар, Арысь, пп. Иргиз, Улытау, Атасу, по данным многолетних наблюдений, было низким. Как в зимнее, так и в летнее время года в большинстве населенных пунктов Приаралья уровень загрязнения воздуха тяжелыми металлами был низким (кроме п. Шиели).

**Список литературы:**

1. Постановление Правительства Республики Казахстан. Об утверждении перечня социально значимых заболеваний и заболеваний, представляющих опасность для окружающих: утв. 30 марта 2000 года № 468.
2. Научные исследования в области охраны окружающей среды. Выявление причинно-следственных связей населения, проживающего в зоне экологического бедствия Приаралья: отчет по программе 003 / РГП «Информационно-аналитический центр охраны окружающей среды» МООС РК. Республика Казахстан. – Астана, 2008–2010.
3. Ахмедсафин У.М., Солнцев А.В. Кзылкумский артезианский бассейн // Формирование и гидродинамика артезианских вод Казахстана. – Алма-Ата, 1973. – 250 с.
4. Аральское море XXI век. <http://aral21.narod.ru/real.htm> 24.07.2015.
5. Шпаков А.Е., Дюсембаева Н.К., Салимбаева Б.М., Дробченко Е.А. Оценка уровня здоровья населения Приаралья // Гигиена труда и медицинская экология. – 2014. – № 3(44). – С. 43.

УДК 614

## МЕТОД СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Креймер М.А., Трофимович Е.М.

ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены», Новосибирск, Россия

*Обоснован метод применения санитарной и медицинской статистики долей в изучении задач гигиены. Рассмотрены подходы по применению прямоугольной системы координат: гигиеническое содержание абсциссы и ординаты.*

**Ключевые слова:** *здоровье, статистика, заболеваемость по обращаемости, прямоугольная система координат, классификация болезней*

## METHOD OF ASSESSMENT OF SOCIAL AND ENVIRONMENTAL HYGIENE AND HEALTH

Kreimer M.A., Trofimovich E.M.

FBUN «Novosibirsk Research Institute of Hygiene», Novosibirsk, Russia

*Based methods of application of sanitary and health statistics in the study share health problems. The approaches on the use of a rectangular coordinate system: hygienic maintenance of the abscissa and ordinate.*

**Key words:** *health, statistics, morbidity level and rectangular coordinate system, disease classification*

Анализ многолетних данных [1] позволяет сделать выводы, что применяемые в математической статистике понятия о здоровье и заболеваемости не отражают необходимые условия построения нулевой гипотезы и её альтернативной. Здоровье – это генетическая обусловленность устойчивых форм жизни, её социальная коррекция и наследование адаптационных свойств для будущих поколений. Гигиена, как и любые другие биологические и социальные науки, может зафиксировать закономерности отдельных процессов, которые едва ли способны отразить причины возрастающего поведения «живого вещества» по В.И. Вернадскому и угасание отдельных индивидуумов «по авторской программе».

Статистика, оперируя средними величинами, может предложить модель массового поведения, если «хорошо» выражен один негативный фактор и наблюдается типичная патологическая реакция. Единственно, что не подлежит усреднению – это время жизни населения на отдельно взятой территории, а также время действия негативных факторов или полученной дозы. Государственные статистические наблюдения привязаны к астрономическому году, хотя время возникновения жизни и её завершения у каждого из нас имеет свои горизонты.

Категория здоровья становится таким же эпистемологическим понятием, как и стоимость: необходимым на каждый день, но со своими историческими особенностями. Поэтому достичь здоровья в настоящее время не означает, что оно будет тождественно задачам по его расходованию в будущем. Поэтому прежде чем давать оценку среде обитания и здоровью различных групп населения, необходимо принять в каких жизненных случаях за основу берутся постоянство здоровья и допустимые изменения в среде обитания. Нельзя исключать управленческие решения, при которых принимается неизменной среда обитания и некоторые вариации населения по состоянию здоровья, регистрируемые как заболеваемость по обращаемости.

Санитарная статистика в прошедшем столетии так и не смогла выйти за рамки показателей, измеряемые как доли населения, признанные заболевшими, и доли проб, превышающие гигиенические нормы. Научно-технический прогресс, благодаря расходам на здравоохранение, не приводит к росту этих показателей, как и к снижению. В то же время многочисленные медицинские показатели, используемые в лечебно-профилактической деятельности, и гигиенические нормы, используемые в обосновании инженерных и градостроительных решений, не применяются в социально-экономическом прогнозировании и планировании. Хотя ежегодные доклады и обзоры направлены на участие в бюджетном процессе всех трех уровней управления.

Возможно, виной такого отношения к медицинским и гигиеническим обзорам являются используемые показатели. При вычислении показателей только первая цифра является значимой, а все последующие являются остатком от деления. Не обосновано приведение доли к основанию на  $10^n$ , при  $n = 3, 4$  и  $5$ . При другом основании (не равным 2) справа у десятичной дроби будут другие цифры, свидетельствующие о прочей динамике. Поэтому все цифры после первой слева направо являются фантомными. Нет необходимости при вычислении показателя делать два противоположных арифметических действия: сначала делить, а потом умножать. В результате таких «подгонок» увеличивается ошибка вычислений и теряется возможность объяснений различий между территориями или изменениями динамики.

Величина риска, представленная в виде доли с равнозначной записью (цифра) $\times 10^{-n}$  или  $0, 0\dots$  (число нулей равно  $n$ ), и единственная значимая цифра или эта цифра / (деленная) на  $10^n$ , может быть только соотнесена с прогнозируемой шкалой. К сожалению, каждое ведомство имеет свою шкалу прогнозирования. Для естественных наук свойственен гелиоцентризм, т.е. применение математики и системы единиц SI. Для общественных наук, к которым относится здравоохранение, присущ антропоцентризм, т.е. применение статистики и системы единиц СГС. В нашем мире, масштабы которого определяются антропометрией человека и коллективным

поведением членов общества, применимы только сантиметры, граммы, секунды, проценты и рубли.

В качестве показателей в социальной гигиене и демографии используются доли и коэффициенты. Существенное отличие их между собой заключается в том, что доли характеризуют наличие абсолютных признаков с гигиенически значимыми атрибутивными свойствами, а коэффициенты – изменение величины признака в пространстве или во времени. Доля как часть от целого не может быть более 100 процентов. Когда расчет проводится с умножением на 1000 или 10000 и т.д., то получается индекс. Сущность доли объясняется синергетикой явления. При расчете коэффициента устанавливается пропорция без единиц измерения между прошлым и прошедшим. Что будет в будущем, относительно состоявшегося сегодня, коэффициенты ничего не говорят. Сущность коэффициента объясняется фрактальностью явления. Опыт применения долей и коэффициентов приведен в [1, разделы 1 и 2].

Демографические показатели (от рождаемости до смертности) имеют шкалы отраслевой оценки. Метод их построения прост. Диапазон возможных значений от минимального до максимального встречаемых событий делится на разумное число классов. Сравнить можно. Объяснить такую классификацию нельзя, так как мы не знаем принципы синергетического построения популяции людей. Атрибутивные признаки остаются вольной темой научного творчества в социологии, демографии и медицине. Опыт применения демографических критериев приведен в [1, раздел 3]. Принятые демографические шкалы не выявляют особенного различия по всем классам на территории одной отдельно взятой страны. Возможно, в пределах одного государства выраженной стратификации населения не наблюдается. Поэтому демографические критерии можно применять в межгосударственном сравнении стран, существенно различающихся социально-экономическим уровнем развития.

Под статистической обработкой данных отчетных материалов территориальных органов и организаций Роспотребнадзора следует понимать порядок сбора с типичных единиц наблюдения, вычисление показателей, отражающих патологическую пораженность и популяционную чувствительность со стороны здоровья населения на качество и условия проживания в формализованной единице наблюдения. Регистрируемые события в пространстве и во времени должны отражать процессы:

- а) адаптации,
- б) преморбидного состояния,
- в) патологического процесса. Показатели заболеваемости по обращаемости частично и специфично отражают приведенные выше три эволюционных закономерности. Опыт изучения этих эволюционных закономерностей приведен в [1, разделы 4 и 5].

В ряде работ нами обсуждались подходы по применению статистики долей в обработке данных отчетных материалов территориальных органов и организаций

Роспотребнадзора [2]. В проекте методических рекомендаций «Гигиеническая оценка динамики показателей состояния здоровья населения на основе анализа временных рядов (по данным фондов СГМ)» МР 2.1.10.–13 представлен прототип следующей двумерной модели.

На оси абсцисс (X) представляется показатель качества среды обитания, выраженный в долях проб, превышающих гигиеническую норму (ПДК). В математике X рассматривается как «отрезанная, оторванная линия» (из лат. *abscissa linea*). В корреляционном анализе линейное уравнение регрессии наличествует в диапазоне  $25\% < X < 75\%$ . В токсикологии этот диапазон расширен до 16 – 84%. На оси X в социологии выделяют отрезки до 0,0008% (критерий стабилизирующего отбора) и 6% (критерий необходимой дисгармонии).

При анализе долей по оси X методом сравнения выборочных долей вариант можно принять гипотезу о математическом различии или единой дозе (уровне негативного) действия на организм человека. При этом доли (нестандартных проб) не отражают принятые в токсикологическом эксперименте пороговые уровни. Системный подход свидетельствует о том, что помимо патологической пораженности дозой есть еще и популяционная чувствительность.

Для оси X применяются показатели, приведенные в статистических формах наблюдения: сведения о санитарном состоянии субъекта РФ (форма 18), о профилактических прививках (5), о дезинфекционной (27) и о медицинской деятельности (47), помощи беременным, роженицам и родильницам (32) и др.

На оси ординат (Y) представляется показатель заболеваемости по обращаемости. В математике Y рассматривается как признак, расположенный в порядке (от лат. *ordinatum applicatae* — «по порядку приложенная»). Заболеваемость и обращаемость населения, оказание медицинской помощи и исход лечения не привязываются к астрономическому календарю природы и социальных событий. Поэтому для регистрации статистически значимых событий ведется учет острой и хронической патологии [3, с. 35].

Показатели заболеваемости по обращаемости приводятся в двух шкалах: i) первичная заболеваемость новых, нигде ранее не учтенных обращений в данном календарном году (*in-cidence*); ii) болезненность населения как впервые выявленных случаев в данном календарном году, так и зарегистрированных в предыдущие годы и имеющих повторное обращение (*prevalence*). Единицей статистического наблюдения выступает патологическая выраженность: при этом к (i) относится хроническое заболевание, учитываемое только раз в год, а к (ii) – острое заболевание, которое может быть зарегистрировано в течение года несколько раз. Таким образом, при изучении заболеваемости по обращаемости за год число регистрируемых первичных обращений приравнивается к числу заболеваний [3, с. 34].

Для оси Y применяются показатели, приведенные в статистических формах наблюдения: сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у больных,

проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения (форма 12), инфекционных и паразитарных заболеваниях (2), числе лиц с впервые установленными профессиональными (отравлениями) заболеваниями (24), заболеваниях гриппом и другими острыми респираторными заболеваниями (3), туберкулезом (33), алкоголизмом, наркоманиями, токсикоманиями (37), о детях-инвалидах (19).

Эти показатели в интересах систематики медицины детализированы в МКБ-10 в XXI классе, 210 блоках и 10415 рубриках. Поэтому каждая нозология (учение о том, что такое болезнь, противоположное здоровью) представлена событиями менее 6%. Для придания доле аналитического смысла рассчитывается индекс – число обращений по причине заболевания в расчете на кратное число жителей населенного пункта ( $10^n$ ).

В аналитических целях на оси Y можно представлять оба показателя: (i) первичная заболеваемость (вновь выявленная заболеваемость, учитываемая только раз в год), (ii) общая заболеваемость (распространенность, включающая острое заболевание, зарегистрированное в течение года несколько раз). В этом случае анализируются:

- 1) эффекты, создаваемые негативными факторами, приведенные на оси X,
- 2) развитие клинического процесса (между i и ii),
- 3) эффективность медицинской систематики.

Приведенное обоснование применения математического метода «прямоугольной системы координат» отражает аналитические способности X в виде оси, представленной в гигиенически значимых отрезках, формирующих изучаемые эффекты. На оси Y должны быть представлены не один изучаемый эффект, а явления, расположенные в порядке усложнения многоуровневостью организма человека. Регистрируемые явления в долях необходимо рассматривать с учетом следующих диапазонов. Сопоставимость классов заболеваемости по обращаемости можно проводить по показателю «обращаемости половины жителей населенного пункта». Данный уровень должен нести такой же смысл, как в токсикологии  $DL_{50}$ ,  $CL_{50}$  и  $TL_{50}$ . Если показатель для нозологии менее 50%, то следует перейти от рубрик к блокам или классам.

Такое аналитическое движение оправдано тем, что международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем, разработана на основе классификации Уильяма Фарра. В таблице 1 приведена структура статистических данных У. Фарра «для всех практических и эпидемиологических целей» [4, с. 14], дополненная классами по МКБ-10 [5, с. 66]. Группировки Фарра позволят получить статистику долей более 6% и отразить на оси Y статистически значимые эффекты, обусловленные средой обитания и наследственностью.

Таблица 1

**Группировки показателей заболеваемости по обращаемости для СГМ**

	<b>Группировка У. Фарра</b>	<b>Классы МКБ-10</b>
<b>А</b>	Специальные группы	
<b>1</b>	Эпидемические болезни	I
<b>2</b>	Конституциональные или общие болезни	II, IV
<b>3</b>	Болезни, связанные с развитием	V, XV - XVII
<b>4</b>	Травмы	XIX
<b>Б</b>	Местные болезни, сгруппированные по анатомической локализации	III, VI - XIV

Для показателей, характеризующих обращение по всем причинам заболевания и проблемам, связанным со здоровьем, на оси Y необходимо иметь уровень 100%. При этом показатель обращаемости 100 и выше является не долей, а коэффициентом.

В системе координат X и Y в виде точек отражаются объекты мониторинга: населенные пункты сравнения или года наблюдения динамики. Множество точек может быть описано (представлено) уравнением регрессии, которое будет свидетельствовать об отсутствии общей тенденции (нулевая гипотеза) или наличием единой закономерности (альтернативная гипотеза математико-статистического исследования). Полученные результаты способствуют пониманию не этиологических закономерностей, а эффективности организации здравоохранения на основе применения санитарных правил и норм.

В тех случаях, когда распределение точек наблюдения между X и Y носит хаотичный характер, необходимо полученное пространство разбить на сектора. Для этого следует по оси X провести параллельные ординате линии со значением 6%, 25% и 75%, а на Y – параллельные абсциссе линии со значением 6%, 50% и 100%. На оси Y привязываются также значения более 100%, которые рассматриваются как показатели, деленные на 100, т.е. коэффициенты.

Таким образом, получается 16 прогностических секторов, в которых анализируются причины распределения и необходимые меры социально-гигиенического реагирования, предусмотренные в санитарном законодательстве.

**Список литературы:**

1. Письмо Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 07.04.2006 № 0100/3960-06-32 «О комплексном анализе показателей социально-гигиенического мониторинга». [Электронный ресурс]. – Доступ из <http://www.niig.su/научная-деятельность/внедрение/комплексный-анализ-показателей-сгм>

2. Креймер М. А. Методология изучения и оценки влияния показателей загрязнения на здоровье, выраженных в долях / Методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования химического загрязнения окружающей среды и его влияние на здоровье населения. Материалы Пленума Научного совета РФ по экологии человека и гигиене окружающей среды 17–18 декабря 2015 г. Под ред. Ю. А. Рахманина. – М., 2015. – 512 с.
3. Практическое инструктивно-методическое пособие по статистике здравоохранения. Согласовано с Минздравсоцразвития России, письмо от 16.09.2010 № 14-6/242938, и Минэкономразвития России, письмо от 21.10. 2010 № 19866-АЛ/Д04. Утверждено Приказом Росстата от 22.11.2010 № 409. [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»
4. Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем МКБ-10. Том 2. Сборник инструкций. – ВОЗ: Женева, 1995. – 188 с.
5. Вайсман Д.Ш. Рекомендации по использованию МКБ-10 в практике врача // Управление качеством медицинской помощи. – 2012. – № 2. – С. 65–115.

УДК 613.633:628.511.132

**РАЗРАБОТКА ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ  
В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПЫЛИ  
ЗЕРНО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

**Шевляков В.В.<sup>1</sup>, Эрм Г.И.<sup>2</sup>, Чернышова Е.В.<sup>2</sup>**

1-УО «Минский инновационный университет», Минск, Республика Беларусь

2-РУП «Научно-практический центр гигиены», Минск, Республика Беларусь

*Цель работы заключалась в экспериментальном обосновании групповой ПДК в воздухе рабочей зоны органической пыли зерно-растительного происхождения. Антигенные белоксодержащие субстанции мучной и перловой, ячневой, овсяной и гречневой крупяной пыли определяют их выраженную сенсибилизирующую способность. Установленные однотипные механизмы и выраженность иммуно-аллергических эффектов, идентичные величины надпороговых по критерию ведущего вредного аллергического действия на организм и недействующих концентраций по белку микст-экстрактов из однотипных образцов пыли аргументировали групповой гигиенический норматив содержания в воздухе рабочей зоны комбикормовой, мучной и крупяной пыли на уровне 0,2 мг/м<sup>3</sup> по белку, 2 класс опасности с отметкой «Аллерген».*

**Ключевые слова:** *пыль зерно-растительного происхождения и экстракты из нее, биологическое действие на организм лабораторных животных, гигиенический норматив*

**DEVELOPMENT OF MAXIMUM PERMISSIBLE CONCENTRATION  
OF ORGANIC DUST FROM GRAIN-PHYTOGENESIS  
IN AIR OF WORKING ZONE**

**Shevlaykov V.V.<sup>1</sup>, Erm G.I.<sup>2</sup>, Chernyshova E.V.<sup>2</sup>**

1-EE «Minsk Innovative University», Minsk, Belarus

2-Republican Unitary Enterprise «Scientific Practical Centre of Hygiene», Minsk, Belarus

*The aim of this work consisted in an experimental justification of the group of MPC of organic dust from grain-phytogenesis in air of working zone. The antigenic protein-containing substances of flour, barley, oat and buckwheat cereal dust determine their expressed sensitizing ability. The installed of the same types of mechanisms and expression of immuno-allergic effects, identical values of above-threshold by criterion of the leading harmful allergic effect on an organism and inactive concentration by protein of mixed-extracts from the same dust samples argued the group hygienic regulation of content of feed, flour, cereal dust at the level of 0,2 mg/m<sup>3</sup> by a protein, 2nd class of danger with the mark «Allergen» in air of working zone.*

**Key words:** *dust from grain-phytogenesis and extracts from it, biological effect on an organism of laboratory animals, hygienic regulation*

Гигиеническими исследованиями на предприятиях переработки разных видов пищевого зерна, производства мучной и крупяной продукции установлено, что наибольший вклад в классификационную оценку степени вредности условий труда работников вносит пылевой фактор (класс 3.1–3.2). Вместе с тем действовавшие ПДК в воздухе рабочей зоны (далее ПДКврз) разных видов органической пыли растительного происхождения, нормированные ранее на уровне 2–6 мг/м<sup>3</sup> в зависимости от содержания диоксида кремния, не учитывали различную гетероантигенную белоксодержащую составляющую органической пыли и ее вредное иммунотропное действие на организм. Следовательно, эти ПДК не могут обеспечить безопасные условия труда и профилактику профзаболеваний и требуют пересмотра с учетом специфического характера действия на организм, что и являлось целью исследования.

**Материалы и методы.** Использованы методические подходы к изучению биологического действия и регламентированию в воздухе рабочей зоны органической пыли по белку, разработанные и апробированные при нормировании органической пыли животного (птицеводческого и животноводческого производств, кормовых дрожжей и белковых добавок) и смешанного (комбикормовая) происхождения [1]. Это позволило целенаправленно провести исследования по обоснованию ПДКврз мучной (ржаной и пшеничной) и крупяной (перловой, ячневой, овсяной и гречневой) пыли (далее – МП и КП), типичные образцы которых отобраны на разных технологических этапах из фильтров очистки воздуха общей вытяжной вентиляции. Из образцов МП и КП оригинальным методом получены экстракты (далее – ЭМП и ЭКП) с максимальным содержанием растворимых веществ, стандартизованные по белку (от 1,57 до 5,3 мг/мл).

Условия обращения, проведения экспериментов и выведения лабораторных животных из опыта основывались на принципах биоэтики. Результаты исследования подвергались статистической обработке с использованием пакета статистической программы STATISTICA 10.

**Результаты и обсуждение.** Изученные образцы МП и КП характеризуются низким содержанием свободного диоксида кремния (от 0 до 0,08%), минеральных веществ (соответственно 0,61–0,70 и 3,25–15,9%) и липидов (1,95–6,61%), но достаточно высокой удельной массой растворимого белка (3,75–4,0 и 5,5–10,4%). Следовательно, существенное фиброгенное действие этой пыли при поступлении в организм через органы дыхания маловероятно. При этом высокая концентрация в МП и КП растворимых белоксодержащих субстанций определяет наиболее вероятно при поступлении в организм формирование гипериммунного ответа.

По параметрам острой внутрижелудочной и внутрибрюшинной токсичности образцы МП и КП и экстракты из них отнесены к малоопасным веществам (IV класс), не обладали раздражающим кожу и слизистые оболочки действием.

Образцы МП и КП проявляли дозозависимую слабую неспецифическую мембраноповреждающую активность, не вызывали альтернативной активации системы комплемента крови *in vitro*. Существенного лейкоцитотоксического действия экстрактов из них не установлено, но они оказывали однотипное неспецифическое слабовыраженное влияние на активацию кислородного метаболизма в гранулоцитах крови, вызывали существенную активацию дегрануляции тучных клеток *in vitro*, сопровождаемую умеренной гистаминолиберацией и значительным гистаминообразованием в тучных клетках, особенно выраженные на большие дозы по белку. Следовательно, поступление в организм растворимых белковых субстанций МП и КП в больших дозах может вызывать неиммуногенную активацию механизмов формирования «псевдоаллергической реакции».

Внутрикожное введение экстрактов из пшеничной и ржаной МП и разной КП в стандартных дозах по белку вызывало формирование у морских свинок сходного по выраженности гипериммунного ответа, в котором преобладают механизмы немедленного анафилактического и замедленного клеточноопосредованного типов аллергических реакций с менее выраженными реакциями комплементзависимого цитотоксического и иммунокомплексного типов. По критериям классификационной оценки производственных аллергенов [2] испытанные образцы МП и КП по их антигенной составляющей дифференцированы ко 2 классу аллергенной активности (выраженные аллергены). Причем перекрестным тестированием сенсibilизированных опытных животных соответствующими экстрактами из разных видов МП и КП у них установлено наличие общих антигенных иммунодетерминант, что обуславливает возможность формирования полисенсibilизации организма при их изолированном ингаляционном поступлении.

Для обоснования величины ориентировочной безопасного уровня воздействия (ОБУВ) МП и КП в воздухе рабочей зоны использовали методическую схему и принципы, в основе которых заложено сравнение результатов исследования сенсibilизирующей способности изучаемого вещества в стандартных условиях эксперимента с близким по химической структуре и составу уже нормированным по аллергическому эффекту веществом – референс-аллергеном [1]. В качестве референс-аллергена для МП и КП наиболее подходящим является комбикормовая пыль, которая также в основном является веществом растительного происхождения, сходна с ними по физико-химической характеристике, обладает выраженной аллергенной активностью 2 класса и нормирована в воздухе рабочей зоны по лимитирующему показателю аллергического эффекта на уровне  $0,2 \text{ мг/м}^3$  по белку [3].

В сравнительных экспериментах при внутрикожной сенсibilизации морских свинок в стандартных условиях воспроизведения и выявления сенсibilизации

установлена мало отличающаяся по частоте (менее 25 %) и выраженности ( $p > 0,1$ ) аллергенная активность экстрактов из нормированной комбикормовой пыли, МП и КП при одностипных по направленности и интенсивности сдвигов показателей аллергологических тест-реакций *in vivo* и *in vitro*, что определяет вероятную величину ОБУВ в воздухе рабочей зоны МП и КП на уровне ПДК<sub>врз</sub> комбикормовой пыли – 0,2 мг/м<sup>3</sup> по белку.

Для подтверждения адекватности соотнесения ОБУВ и предполагаемой ПДК<sub>врз</sub> МП и КП выполнены ингаляционные эксперименты с месячной интраназальной затравкой морских свинок смешанным пулом экстрактов из разных видов МП (в расчетных концентрациях по белку на уровне 5,0, 1,0 и 0,2 мг/м<sup>3</sup>) и белых крыс микст-экстрактом из КП (на уровне 1,0 и 0,2 мг/м<sup>3</sup>).

Месячное ингаляционное воздействие ЭМП в большой концентрации (5 мг/м<sup>3</sup> по белку – 1 оп. гр.) вызывало формирование у морских свинок высокого уровня аллергизации со смешанным механизмом аллергических реакций немедленного анафилактического, замедленного клеточноопосредованного, антителообусловленного цитотоксического и иммунокомплексного типов, сопровождаемой развитием иммунодефицитного состояния, проявляющегося существенным угнетением функциональной активности фагоцитов, Т-лимфоцитов и Т-супрессоров на фоне значимой нейтропении, Т-клеточной и лимфоцитопении. Общетоксическое действие характеризовалось нарушениями у опытных животных показателей обезвреживающей функции печени (достоверное возрастание в сыворотке крови содержания мочевины и креатинина соответственно на 66 и 16%) и клубочковой фильтрации почками продуктов азотистого обмена (снижение клиренса креатинина в 1,65 раз по сравнению с контролем,  $p < 0,05$ ), активацией показателей перекисного окисления липидов и белков: достоверное возрастание в сыворотке и гемолизате крови малонового диальдегида (на 62,3%), глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (на 25,8%) и глутатионредуктазы (на 33,2%), снижение на 29,8% глутатиона восстановленного и на 36,3% эксимиризации пирена при возрастании на 91,9% флуоресценции битирозина и показателя антиоксидантной защиты супероксиддисмутазы на 42,5% по сравнению с контролем, гематотоксическими проявлениями.

Субхроническое ингаляционное поступление в организм морских свинок 2 оп. гр. ЭМП в концентрации 1,0 мг/м<sup>3</sup> по белку сопровождалось индукцией более низкой частоты выявления и выраженности аллергических реакций при малоизменяемых по отношению к контролю количественно-функциональных показателях фагоцитарно-лимфоцитарного звеньев иммунитета. У опытных животных выявлены нарушения только некоторых изученных морфофункциональных показателей гепатобилиарной и мочевыделительной систем (нарастание в сыворотке крови на 19% и снижение в моче в 1,42 раза по отношению к контролю содержания креатинина,  $p < 0,05$ , увеличение концентрации в моче мочевины на 63,3%,  $p < 0,05$ ), только тенденции к возрастанию в

гемолизатах крови активности ферментов ГФДГ (на 14,4%,  $p < 0,1$ ) и глутатионпероксидазы (на 11,1%,  $p < 0,1$ ).

На концентрацию ЭМП на уровне  $0,2 \text{ мг/м}^3$  по белку все изученные интегральные и морфофункциональные показатели органов и систем опытных морских свинок не имели значимых отличий от величин контрольной группы.

Следовательно, ингалируемая концентрация экстракта из мучной пыли на уровне  $5 \text{ мг/м}^3$  по белку является эффективной по аллергическому, общетоксическому, иммуно- и гематотоксическому действию, на уровне  $1 \text{ мг/м}^3$  по белку – надпороговой по аллергическому и пороговой по общетоксическому, на уровне  $0,2 \text{ мг/м}^3$  по белку – недействующая по лимитирующему показателю аллергического эффекта.

Ингаляционное воздействие ЭКП в концентрации на уровне  $1,0 \text{ мг/м}^3$  по белку вызывало индукцию у всех опытных белых крыс слабой кожной аллергической реакции анафилактического типа. В то же время у 80% опытных животных установлены положительные провокационные кожные реакции через 24 часа после внутрикожного тестирования, уровни которых превышали по абсолютному (в 1,7 раза,  $p < 0,05$ ) и относительному (в 2,6 раза,  $p < 0,05$ ) показателям внутрикожного теста опухания лапы контрольные величины, что указывает на формирование в организме животных достаточно высокого уровня гипериммунного ответа по замедленному типу гиперчувствительности.

У опытных животных установлен высокий уровень реакции специфического лейколизиса (на 38,1% выше контрольного,  $p < 0,1$ ), что с учетом более высокой, по сравнению с контролем, комплементарной активности сыворотки крови (на 39%,  $p < 0,05$ ) свидетельствует об активации в организме животных механизмов комплементзависимого цитотоксического типа аллергических реакций.

Значимое возрастание в сыворотке животных циркулирующих иммунных комплексов (на 26,1% выше по отношению к контролю,  $p < 0,01$ ) косвенно свидетельствует и о формировании у опытных животных механизмов III-го иммунокомплексного типа аллергического процесса.

Гиперчувствительность смешанного типа у животных на антигены КП подтверждают высокие величины возрастания к контролю уровня и индекса специфической стимуляции в гранулоцитах крови кислородного метаболизма при их инкубации с ЭКП (на 29%,  $p < 0,001$ ).

Антигенная нагрузка опытных животных вызывала существенную компенсаторную активацию показателей фагоцитарного звена иммунитета, что проявлялось возрастанием зимозанстимулированного уровня кислородного метаболизма в гранулоцитах (на 41,3%,  $p < 0,05$ ) и в особенности индекса стимуляции (на 32,1%,  $p < 0,05$ ) на фоне снижения уровня спонтанного НСТ-теста ( $p < 0,1$ ), отразившееся на значительном возрастании величины фагоцитарного резерва (в 2,24 раза по отношению к контролю,  $p < 0,05$ ). Значимых сдвигов изученных показателей

гуморальной иммунологической резистентности организма (активность лизоцима, бактерицидная активность сыворотки крови и др.) не установлено.

Со стороны гематологических показателей периферической крови у опытных животных выявлено только значимое снижение количества эритроцитов с тенденцией компенсаторного возрастания их среднего объема, снижение содержания в крови гемоглобина за счет существенного уменьшения средней концентрации гемоглобина в эритроцитах, что отразилось и на достоверном снижении показателя гематокрита.

На концентрацию ЭКП на уровне  $0,2 \text{ мг/м}^3$  по белку среднегрупповые величины изученных иммуноаллергологических и морфофункциональных показателей у опытных животных существенно не отличались от таковых в контроле.

Следовательно, концентрация ЭКП на уровне  $1,0 \text{ мг/м}^3$  по белку является надпороговой по ведущему вредному аллергическому эффекту, а на уровне  $0,2 \text{ мг/м}^3$  по белку – недействующей.

Критерием гигиенического нормирования в воздухе рабочей зоны алергоопасных белоксодержащих аэрозолей является величина фактической максимально недействующей по аллергическому эффекту концентрации [1]. Исходя из определенной в экспериментах недействующей по аллергическому эффекту концентрации ЭМП и ЭКП по белку, которая совпадает с величиной ОБУВ, установленной в сравнении с нормированным референс-аллергеном – белоксодержащей комбикормовой пылью, обоснованы ПДК органической мучной и крупяной пыли в воздухе рабочей зоны на уровне  $0,2 \text{ мг/м}^3$  по белку, 2 класс опасности с отметкой «Аллерген».

С учетом подобных санитарно-химических характеристик, аналогичного неспецифического дозозависимого действия на клетки-мишени организма, схожих по частоте выявления, механизмам и выраженности аллергических эффектов, а также совпадения пороговых и недействующих концентраций по лимитирующему показателю аллергического эффекта и величин ПДКврз комбикормовой, мучной и крупяной пыли обоснован групповой гигиенический норматив содержания в воздухе рабочей зоны аэрозолей зерно-растительного происхождения на уровне  $0,2 \text{ мг/м}^3$  по белку, 2 класс опасности с отметкой «Аллерген». Норматив утвержден и введен в действие постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь.

#### **Выводы.**

1. Изученные образцы мучной (ржаной и пшеничной) и крупяной (перловой, ячневой, овсяной и гречневой) пыли, отобранные на разных технологических этапах переработки разных видов пищевого зерна, производства мучной и крупяной продукции, характеризуются отсутствием или крайне низким (до 0,08%) содержанием свободного диоксида кремния, но высокой удельной массой растворимых белоксодержащих субстанций, тогда ПДК этих органических аэрозолей в воздухе рабочей зоны не отражают критерий ведущего вредного фиброгенного действия на организм и не могут обеспечивать безопасность для здоровья работников.

2. Гетероантигенные белоксодержащие субстанции разных видов мучной и крупяной пыли обладают выраженной сенсибилизирующей способностью (2 класс аллергенной опасности), при поступлении в организм индуцируют гипериммунный ответ с преимущественной активацией механизмов немедленного анафилактического и замедленного клеточноопосредованного типов аллергических реакций, а в больших дозах могут вызывать и неиммуногенную активацию механизмов формирования «псевдоаллергической реакции».

3. При субхроническом ингаляционном поступлении в организм лабораторных животных белоксодержащие субстанции мучной и крупяной пыли вызывают развитие дозозависимых по выраженности аллергических, иммуномодулирующих и общетоксических эффектов. Концентрация экстрактов из мучной и крупяной пыли на уровне  $1,0 \text{ мг/м}^3$  по белку является надпороговой по критерию ведущего вредного аллергического действия, а на уровне  $0,2 \text{ мг/м}^3$  по белку недействующей.

4. С учетом однотипных по механизмам и близких по выраженности иммуноаллергических эффектов, сходных пороговых и недействующих концентраций по лимитирующему показателю аллергического эффекта и величин ПДКврз комбикормовой, мучной и крупяной пыли обоснован групповой гигиенический норматив содержания в воздухе рабочей зоны аэрозолей зерно-растительного происхождения на уровне  $0,2 \text{ мг/м}^3$  по белку, 2 класс опасности с отметкой «Аллерген».

#### **Список литературы:**

1. Требования к постановке токсиколого-аллергологических исследований при гигиеническом нормировании белоксодержащих аэрозолей в воздухе рабочей зоны: метод. указания № 11-11-10-2002 // Сборник официальных документов по медицине труда и производственной санитарии. – Минск, 2004. – Ч. XIV. – С. 4–49.
2. Классификация и перечень аллергоопасных для человека промышленных веществ, основные меры профилактики: руководство Р11-11-11 РБ 02 // Сборник официальных документов по медицине труда и производственной санитарии. – Минск: Бизнесофсет, 2003. – Ч. XI. – С. 94–126.
3. Шевляков В. В. Гигиена труда работников комбикормового и кормоприготовительного производств / В. В. Шевляков, Е. В. Чернышова, В. П. Филонов. – Минск: РИВШ, 2009. – 112 с.

УДК 613.1:614.7 (574.54)

**ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ  
НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК**

**Сейткасымова Г.Ж.**

РГКП «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний»  
Министерства здравоохранения и социального развития Республики Казахстан,  
Караганда, Казахстан

*Цель работы заключалась в изучении формирования и прогнозирования дозовых нагрузок на взрослое и детское население fПриаралья, выявлении основных загрязнителей окружающей среды. Для расчета дозовых нагрузок были взяты среднегодовые концентрации веществ в изучаемых средах. Результаты исследований показали, что по суммарному индексу опасности для детского населения на первом месте находится ванадий, затем следуют сульфаты, хлориды, хром, медь, кобальт; для взрослого населения в порядке убывания – следующие металлы: ванадий, сульфаты, хлориды, медь, хром, цинк, кобальт. Расчет дозовых нагрузок на население позволяет наряду с санитарно-гигиеническими критериями выявлять объекты окружающей среды, оказывающие наибольшее воздействие на здоровье населения анализируемого региона.*

**Ключевые слова:** экотоксиканты, Приаралье, дозовые нагрузки, неканцерогенный риск

**ECOLOGICAL AND HYGIENIC ESTIMATION OF NON-CARCINOGENIC HEALTH  
RISKS OF THE POPULATION BY CALCULATING THE RADIATION DOSE**

**Seitkasymova G.Zh.**

State Enterprise «National Centre of Labour Hygiene and Occupational Diseases» of the  
Ministry of Health and Social Development of the Republic of Kazakhstan, Karaganda,  
Kazakhstan

*The aim of the work was to study the formation and forecasting of radiation exposure to adults and children in the area of the Aral Sea region, and to identify major environmental pollutants. Average annual concentrations of substances in the environment were used to calculate the radiation dose. The results showed that vanadium sulphate, nickel chloride, chromium, copper, cobalt and arsenic rank first in the total hazard indication for pediatric populations. For the adult population, vanadium, sulfates, nickel chloride, copper, chromium, zinc, cobalt, cadmium are in descending order. Calculation of radiation exposure on the population allows to identify environmental factors that have the greatest impact on health of the region under discussion.*

**Key words:** *ecotoxicants, the Aral Sea region, non-carcinogenic risk, radiation exposure.*

В настоящее время внимание мировой общественности привлечено к изучению влияния высохшего Аральского моря на здоровье населения прилегающих территорий. Процесс опустынивания стал существенной проблемой Приаралья, где естественная экологическая нагрузка, преобладает над техногенной. Деградация экосистем, снижение уровня жизни населения и повышение заболеваемости местных жителей, обуславливают интерес к поведению экотоксикантов в экосистемах и формированию дозовых нагрузок. Экотоксиканты обладают неканцерогенным и канцерогенным эффектами, их присутствие значительно увеличивает риск возникновения у населения заболеваний. В связи с этим оценка риска для здоровья населения при воздействии химических веществ (нитраты, сульфаты, фосфаты, хлориды, марганец, цинк, медь, кобальт, свинец, хром, ртуть, селен, ванадий, железо), загрязняющих окружающую среду, является актуальной.

**Цель.** Установить дозовые нагрузки экотоксикантов на взрослый и детский организм. Выявить приоритетные пути и маршруты экотоксикантов. Рассчитать неканцерогенные риски здоровью населения Приаралья.

**Материалы и методы.** Согласно концептуальной фазе программы, был выбран и использован комплекс современных сертифицированных химико-аналитических, эколого-гигиенических и статистических методов исследования.

Расчет дозовых нагрузок проводился согласно документу «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04). Для расчета дозовых нагрузок были взяты среднегодовые концентрации веществ в изучаемых средах.

Для оценки неканцерогенных рисков были рассчитаны

- суточные дозы при ингаляционном воздействии веществ с атмосферным воздухом;
- суточные дозы и стандартные значения факторов экспозиции при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой;
- средние суточные дозы и стандартные значения факторов экспозиции при ингаляционном поступлении химических веществ, испаряющихся из питьевой воды во время плавания или купания в открытом водоеме;
- средние суточные дозы и стандартные значения факторов экспозиции при случайном заглатывании поверхностной воды;
- средние суточные дозы и стандартные значения факторов экспозиции при пероральном поступлении веществ из почвы;
- средние суточные дозы при ингаляционном воздействии химических веществ, попадающих в воздух из почвы.

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов для отдельных веществ проводилась на основе расчета коэффициента опасности, характеристика

риска развития неканцерогенных эффектов при комбинированном и комплексном воздействии химических соединений – на основе расчета индекса опасности (HI). При комплексном поступлении химических веществ в организм человека из окружающей среды одновременно несколькими путями, а также при многосредовом и многомаршрутном воздействии критерием риска является суммарный индекс опасности (THI).

Наибольшую ценность результаты характеристики неканцерогенных рисков представляют для сравнительной оценки воздействия факторов окружающей среды на разных территориях, в разные временные периоды, до и после проведения оздоровительных мероприятий, для сравнения эффективности и возможного влияния на здоровье человека различных технологических процессов и природоохранных мероприятий.

### Результаты и обсуждение.

Выявлено, что из атмосферного воздуха г. Арыс Южно-Казахстанской области ингаляционное поступление диоксида серы, фенола, оксида азота и взвешенных веществ не превышало референтных доз (табл. 1).

Таблица 1

### Ингаляционное поступление химических веществ с атмосферным воздухом

Показатели	Референтная доза мг/м <sup>3</sup>	Величина поступления мг/кг (в день)		Коэффициент опасности (HQ)	
		Взрослое население	Детское население	Взрослое население	Детское население
Диоксид серы	0,05	0,004	0,017	0,07	0,3
Фенол	0,006	0,004	0,002	0,07	0,3
Оксид азота	0,06	0,003	0,02	0,05	0,3
Взвешенные вещества	0,075	0,07	0,01	0,13	0,6

Коэффициент опасности для ингаляционного поступления сульфатов ( $ZnSO_4$ ) во время купания составил 52 раза для взрослого и детского населения. Для цинка этот показатель составил в 4,8 раза, для меди – в 4,2 раза, для хрома – в 2,1 раза выше нормативов (табл. 2).

Таблица 2

**Ингаляционное поступление химических веществ в организм взрослого и детского населения с водой поверхностных водоемов**

Показатели	Референтная доза, мг/м <sup>3</sup>	Величина поступления мг/(кг в день)	Коэффициент опасности (HQ)
Фосфаты	3,5	0,002	0,0006
Нитраты	45	0,00001	0,0000001
Хлориды	350	0,5	0,0015
Сульфаты	0,025	1,3	52,0
Цинк	0,0009	0,004	4,8
Медь	0,00002	0,00008	4,2
Кобальт	0,00002	0,00001	0,4
Свинец	0,0005	0,00007	0,1
Хром	0,0001	0,0002	2,1
Ртуть	0,0003	0	0
Селен	0,00008	0,000001	0,01
Марганец	0,00005	0,00002	0,48
Ванадий	0,00007	0,00003	0,45
Железо	0,6	0,0003	0,0006

Коэффициент опасности при ингаляционном поступлении сульфатов из почвы в организм взрослого населения превысил норму в 36,1 раза, в организм детского населения – в 84,2 раза, меди – в 2,8 и 6,5 раза, кобальта – в 2,5 и 5,8 раза, хрома – в 3,9 и 9,1 раза, ванадия – в 265,7 и 620 раз для взрослого и детского населения соответственно (табл. 3).

Таблица 3

**Ингаляционное поступление химических веществ с почвой**

Показатели	Референтная доза мг/м <sup>3</sup>	Величина поступления мг/кг (в день)		Коэффициент опасности (HQ)	
		Взрослое население	Детское население	Взрослое население	Детское население
1	2	3	4	5	6
Фосфаты	200	0,002	0,006	0,00001	0,00003
Нитраты	130	0,00005	0,00011	0,0000004	0,000001
Хлориды	360	0,3	0,6	0,0007	0,0017

1	2	3	4	5	6
Сульфаты	0,025	0,9	2,1	36,1	84,2
Цинк	0,0009	0,00025	0,0006	0,3	0,6
Медь	0,00002	0,00006	0,0001	2,8	6,5
Кобальт	0,00002	0,00005	0,0001	2,5	5,8
Свинец	0,0005	0,00009	0,0002	0,2	0,4
Хром	0,0001	0,0004	0,0009	3,9	9,1
Ртуть	0,0003	0,00002	0,00004	0,05	0,12
Селен	0,00008	0,000003	0,00001	0,04	0,09
Марганец	0,00005	0,00000	0,00001	0,09	0,22
Ванадий	0,00007	0,02	0,04	265,7	620,0

Сравнительный анализ выявил, что индекс опасности при ингаляционном поступлении выше, чем при пероральном: в 43,6 раза для взрослого населения, в 186,9 раза для детского населения. Индекс опасности при ингаляционном поступлении у детского населения выше в 2,1 раза, чем у взрослого, а при пероральном – в 2,0 раза выше у взрослого населения, чем у детского (табл. 4).

Анализ суммарного индекса опасности (ТНІ) неканцерогенного риска в условиях поступления одного вещества разными путями и маршрутами г. Арыс выявил, что наибольшее воздействие на здоровье детского населения оказывают по убывающей: ванадий, сульфаты, хлориды, хром, медь, кобальт; взрослого населения – ванадий, сульфаты, хлориды, медь, хром, цинк, кобальт.

Таблица 4

**Расчет индексов опасности НИ для условий одновременного поступления нескольких веществ одним и тем же путем**

Среда воздействия	Пути поступления			
	Ингаляционный		Пероральный	
	Взрослое население	Детское население	Взрослое население	Детское население
Воздух	0,3	1,6		
Вода питьевая			19,5	91,1
Вода открытых водоемов	65,3	65,3	0,1	0,4
Почва	339,8	792,9	1,02	0,0001
<b>Индекс опасности НИ</b>	<b>405,4</b>	<b>859,7</b>	<b>9,3</b>	<b>4,6</b>

Таблица 5

**Суммарный индекс опасности (ТНІ) неканцерогенного риска для условий поступления одного вещества разными путями и маршрутами**

Вещества	Взрослое население	Детское население
Фосфаты	0,002	0,005
Нитраты	0,0001	0,0004
Хлориды	7,5	35,02
Сульфаты	99,3	189,3
Цинк	5,2	5,8
Медь	7,01	11,02
Кобальт	2,9	6,3
Свинец	0,3	0,7
Хром	6,3	12,7
Ртуть	0,1	0,1
Селен	0,1	0,1
Марганец	0,6	0,7
Ванадий	266,2	620,5
Железо	0,02	0,1

**Закключение.** Дозовые нагрузки химических веществ окружающей среды на взрослое и детское население г. Арыс рассчитывались по неканцерогенным рискам. В сравнительном аспекте индекс опасности при ингаляционном поступлении для взрослого населения в 43,6 раза выше, чем при пероральном, для детского населения – в 186,9 раза; индекс опасности при ингаляционном поступлении у детского населения выше в 2,1 раза, чем у взрослого населения. Для детского населения по суммарному индексу опасности на первом месте находится ванадий, затем следуют сульфаты, хлориды, хром, медь, кобальт, для взрослого населения – в порядке убывания: ванадий, сульфаты, хлориды, медь, хром, цинк, кобальт.

Наряду с санитарно-гигиеническими критериями показатели дозовых нагрузок на организм позволяют выявлять те факторы окружающей среды, которые оказывают наибольшее воздействие на здоровье населения исследуемого региона. Метод оценки риска здоровью населения путем расчета дозовых нагрузок применим и к другим регионам Казахстана.

УДК 614.777+628.166

## **ОЦЕНКА ПИТЬЕВЫХ ВОД, ПОТРЕБЛЯЕМЫХ НАСЕЛЕНИЕМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, ПО МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНОМУ СОСТАВУ**

**Дроздова Е.В., Бурая В.В., Суровец Т.З., Фираго А.В., Гирина В.В.**

РУП «Научно-практический центр гигиены», Минск, Республика Беларусь

*В статье представлены результаты гигиенической оценки питьевых вод, потребляемых населением Республики Беларусь, по содержанию основных макро- и микроэлементов. Оценка проводилась на основании анализа базы данных производственного контроля предприятий водоподготовки и водоснабжения и данных собственных лабораторных исследований питьевой воды в контрольных точках. Целью исследований является научное обоснование критериев выбора источников физиологически полноценных питьевых вод.*

**Ключевые слова:** питьевая вода, обеспеченность макро- и микроэлементами, критерии физиологической полноценности питьевой воды

## **ASSESSMENT OF DRINKING WATER, CONSUMED BY THE POPULATION BELARUS, AT MACRO- AND MICROELEMENT STAFF**

**Drozдова A.V., Buraya V.V., Suravetz T.Z., Firago A.V., Girina V.V.**

Republican Unitary Enterprise «Scientific Practical Centre of Hygiene», Minsk, Belarus

*The article presents the results of hygienic assessment of drinking water consumed by the population of the Republic of Belarus, the main content of macro- and microelements. The evaluation was conducted on the basis of the analysis of a database of production control of water treatment and water supply enterprises and the data of its own laboratory research into drinking water monitoring points. The purpose of research is scientific justification for the selection criteria for sources of physiologically full drinking water.*

**Key words:** drinking water, provision of macro- and micronutrients, the criteria for the physiological usefulness of drinking water

Оценки состояния водных ресурсов Республики Беларусь показывают, что в перспективе есть возможность полностью и повсеместно обеспечить население страны качественной и безопасной подземной питьевой водой. В связи с этим основные проблемы в этом плане обусловлены не природными качествами подземных вод, а их антропогенным загрязнением в процессе технологической подготовки и транспортировки по водоразводящим сетям. В последние годы в республике активно развивается производство фасовки питьевой воды, что существенно снижает риски здоровью. Однако актуализировалась другая проблема – снабжение населения не только безопасной, но и физиологически полноценной питьевой водой, поскольку

снижение дефицита полезных и незаменимых микроэлементов только за счет продуктов питания пока не достигается в силу разных причин.

Научно доказан и признается ВОЗ тот факт, что, несмотря на то, что питьевая вода не является основным источником эссенциальных для человека элементов (за редким исключением), ее вклад может быть значительным [1–5]. Это объясняется тем, что диета современного человека не является адекватным источником веществ и даже относительно незначительное поступление их с питьевой водой может играть важнейшую протективную роль, поскольку эти элементы присутствуют в воде в виде свободных ионов и легче абсорбируются из воды, чем из пищи. Например, недостаток микроэлементов в питьевой воде, ее низкая минерализация и жесткость могут привести к экземе, ишемической болезни, способствовать развитию артериальной гипертензии и ряда других заболеваний.

В то же время при правильном подходе питьевая вода может восполнить дефицит необходимых организму макро- и микроэлементов, возникающий вследствие неправильного питания, способствовать профилактике артериальной гипертензии, кардиомиопатии и других заболеваний, а также восстановлению организма после интенсивных физических нагрузок, при работе в условиях высокой температуры окружающей среды.

Анализ отечественной и зарубежной патентной и научно-медицинской информации, технических нормативных правовых актов (далее – ТНПА) (ВОЗ, ЕС, IBWA, ABWA, CBWA, TBWA, ICBWA, LABWA, SANBWA, BSDA) показал, что проблема изучения полноценности воды по содержанию основных макро- и микроэлементов и влияния их на здоровье является весьма актуальной.

В международной практике (например, в странах Евросоюза) подходы к нормированию макро- и микроэлементов в питьевой воде с точки зрения ее физиологической полноценности нашли отражение в научной и научно-популярной литературе, но не в действующих ТНПА: регламентируется лишь предел максимального содержания таких элементов, как натрий, марганец, селен, цинк, фтор, железо, причем для большинства из этих соединений норматив установлен по органолептическому показателю вредности, а не по влиянию на здоровье, нет требований к минерализации воды. Таким образом, направление физиологической полноценности воды не обозначено в НТД, контролируется лишь безопасность воды для здоровья.

Развитие направления нормирования содержания в питьевой воде основных макро- и микроэлементов с точки зрения ее физиологической полноценности позволит разработать оптимизированный подход к оценке качества воды как продукта питания. Причем установление нижних пределов для содержания элементов в воде позволит использовать подход не только применительно к питьевой воде, но и при оценке безопасности устройств, предназначенных для водоподготовки.

**Целью работ**, проводимых в Научно-практическом центре гигиены в 2010–2016 гг., явилась оценка обеспеченности питьевой водопроводной воды, подаваемой

населению различных областей Республики Беларусь, основными макро- и микроэлементами, в том числе ненормируемыми в действующих нормативно-правовых актах (кальций, магний, калий, гидрокарбонаты) с позиций безопасности.

#### **Материалы и методы.**

Проведено изучение данных производственного контроля предприятий водоподготовки и водоснабжения, задействованных в обеспечении населения областных, районных центров и других населенных пунктов республики питьевой водой из подземных источников, а также сведений, представленных органами и учреждениями, осуществляющими государственный санитарный надзор.

Анализировались данные о воде источников централизованного водоснабжения и качестве питьевой воды, непосредственно подаваемой потребителям, по следующим показателям: рН, общая минерализация, общая жесткость, общая щелочность, калий, натрий, магний, кальций, йодиды, селен, фториды, железо, цинк, марганец, медь, сульфаты, хлориды, нитраты.

Для получения данных по неконтролируемым в рамках производственного контроля и госсаннадзора показателям (содержание основных макро- и микроэлементов) проведены лабораторные исследования пробы воды в контрольных точках из разводящей сети водопроводов.

Исследовались пробы воды, отобранные на выходе со станций второго подъема водозаборов из подземных источников централизованного водоснабжения и из разводящей сети всех районных центров и некоторых крупных сельских населенных пунктов республики (всего 132 населенных пункта), а также различных районов г. Минска. Анализ проводился с учетом водоразделов и глубины скважин.

#### **Результаты и обсуждение.**

Анализ материалов по качеству пресных вод в части оценки макро- и микроэлементного состава потребляемых населением питьевых вод показал, что количество солей в водах, подаваемых населению, встречается в пределах от 50 до 600 мг/л, наиболее часто минерализация находится в пределах от 250 до 480 мг/л.

Подавляющее большинство вод относится к гидрокарбонатному классу, группе кальция. В этих водах ионы кальция и гидрокарбонаты являются в количественном отношении основными компонентами солевого состава воды, составляя по отношению к общему количеству солей 36% и 48% соответственно. Пределы колебаний содержания кальция в воде – от 10 до 140 мг/л, наиболее часто кальций содержится в концентрациях – 65–80 мг/л. Магний содержится в воде в концентрации от 1 до 40 мг/л, наиболее часто – от 15 до 20 мг/л.

Из анионов наибольшую величину концентрации в воде имеет гидрокарбонатный ион – от 50 до 450 мг/л, при этом наиболее часто встречающаяся его величина от 170 до 280 мг/л. Хлорид- и сульфат-ион содержатся в концентрациях до 10 мг/л. Максимальные концентрации их в природных водах – 50 мг/л. Количество солей в воде на территории страны уменьшается с севера на юг.

Анализ минерализации и общей жесткости воды источников питьевого водоснабжения в зависимости от глубины скважин и типа водоносного горизонта не позволили установить четкую связь.

Анализ содержания токсических металлов и неметаллов в питьевой воде показал, что алюминий, никель, мышьяк, ртуть, кобальт, цинк, свинец, хром и медь имели низкую частоту обнаружения в концентрациях значительно ниже допустимых; марганец – концентрациях, близких к ПДК (не более 0,09 мг/л при нормативе 0,1 мг/л). Создана информационная база данных по содержанию в воде из подземных источников питьевого водоснабжения макро- и микроэлементов.

На основании полученных результатов, учитывая литературные данные, уже существующие наработки в данной области, физиологическое значение основных макро- и микроэлементов, а также возможность потенциального поступления в организм с водой конкретных элементов в физиологически значимых количествах, обоснованы критерии физиологической полноценности вод, подаваемых населению: основной (общая минерализация, общая жесткость, содержание кальция, магния, калия, бикарбонатов) и дополнительный (содержание фторид-иона в пределах от 0,5 до 1,5 мг/дм<sup>3</sup>).

На последующих стадиях исследований была проведена дифференцировка проанализированных источников питьевого водоснабжения республики по разработанным критериям физиологической полноценности питьевой воды.

Результаты показали, что питьевая вода, подаваемая населению Республики Беларусь, в своем исходном природном состоянии после минимальной водоподготовки по содержанию основных макро- и микроэлементов (магния, кальция, гидрокарбонатов) и величине общей минерализации имеет сбалансированный полноценный состав. Обобщение полученных данных позволило обосновать алгоритм выбора источников подземных питьевых вод, включающий оценку соответствия воды источников гигиеническим нормативам безопасности, критериям физиологической полноценности, возможность очистки (доочистки) воды предусмотренными сооружениями очистки.

Полученные научные результаты легли в основу Санитарных норм и правил «Требования к физиологической полноценности питьевой воды», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 25.10.2012 № 166. Данный документ устанавливает требования к физиологической полноценности питьевой воды, критерии (основные и дополнительные) оценки физиологической полноценности воды.

Документ предназначен для использования при выборе источника водоснабжения для вновь проектируемых и реконструируемых систем хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также на стадии планирования при выборе источника для производства питьевой воды, расфасованной в емкости. СанПиНом регламентировано, что выбор источника водоснабжения для вновь проектируемых и реконструируемых

систем хозяйственно-питьевого водоснабжения со строительством новых водоисточников, а также выбор источника водоснабжения для производства питьевой воды, расфасованной в емкости, должен проводиться с учетом физиологической полноценности воды источника водоснабжения.

При наличии нескольких источников водоснабжения равной санитарной надежности и равной возможности обеспечения требуемого количества воды выбор должен осуществляться с учетом физиологической полноценности воды источника. Предпочтение следует отдавать источникам, вода которых изначально по своим природным свойствам и (или) после очистки (доочистки) предусмотренными сооружениями водоподготовки в максимальной степени соответствует нормативам физиологической полноценности.

#### **Выводы.**

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что питьевая вода, подаваемая населению Республики Беларусь, в своем исходном природном состоянии после минимальной водоподготовки по содержанию основных макро- и микроэлементов (магния, кальция, гидрокарбонатов) и величине общей минерализации имеет сбалансированный полноценный состав.

Установление пределов содержания в подземных водах эссенциальных элементов может служить критерием физиологической полноценности воды, предназначенной для потребления населением.

Применение в практике научно обоснованных гигиенических критериев оценки физиологической полноценности питьевой воды позволит дифференцировать источники питьевой воды по степени их физиологической полноценности, что учитывают конкретные сложившиеся условия питьевого водоснабжения и водопотребления Республики Беларусь, а также прогнозные социально-гигиенические и экологические оценки.

Использование при выборе источников водоснабжения нормативов физиологической полноценности макро- и микроэлементного состава питьевой воды будет способствовать профилактике заболеваний, обусловленных недостатком или избытком жизненно важных биогенных элементов, и, следовательно, повышению уровня жизни населения.

#### **Список литературы:**

1. Nutrients in drinking-water / WHO. – Geneva, 2005. – 210 p.
2. Calcium and Magnesium in Drinking-water: Public health significance / WHO. – Geneva, 2009. – 194 p.
3. Nutrient minerals in drinking water and the potential health consequences of long-term consumption of demineralized and remineralized and altered mineral content drinking waters. WHO/SDE/WSH/04.01. / WHO. – Geneva, 2004. – 210 p.

4. Domestic Water Quantity, Service Level and Health. WHO/SDE/WSH/3.02/ WHO. – Geneva, 2003. – 105 p.
5. Drinking Water Hardness: Review of Reasons and Criteria for Softening and Conditioning of Drinking Water / M. N. Mons [et al.] / International Life Sciences Institute. –Washington, 2006. – 45 p.

УДК 613.1:614.7(574.54)

## ДОЗОВЫЕ НАГРУЗКИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА НАСЕЛЕНИЕ ПОСЕЛКА ЖОСАЛЫ

Кызылтаева Т.А

РГКП «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний» МЗ СР  
РК, Караганда, Казахстан

*Цель работы заключалась в расчете дозовых нагрузок на взрослое и детское население п. Жосалы. Для выполнения расчетов дозовых неканцерогенных и канцерогенных нагрузок использовано «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04, Москва, 2004). Суммарный неканцерогенный риск для взрослого населения составил 1526,1, для детского – 3233,7 раза выше нормы. Суммарный канцерогенный риск составил при ингаляционном поступлении 800 случаев на 1 млн. человек, при пероральном поступлении 20 случаев на 1 млн. человек.*

**Ключевые слова:** дозовые нагрузки, канцерогенный риск, неканцерогенный риск

## LOADS DOSES OF CHEMICALS IN THE VILLAGE PEOPLE ZHOSALY

Kyzyltaeva T.A.

National Centre of Labour Hygiene and Occupational Diseases Ministry of healthcare and social development, Karaganda, Republic of Kazakhstan

*The purpose of work is to calculate the loads dose to adults and children of the village Zhosaly. To perform the calculation of dose non-carcinogenic and carcinogenic loads used «Guidelines for risk assessment to public health under the influence of chemicals that pollute the environment» (p 2.1.10.1920-04 Moscow, 2004). Total non-carcinogenic risk for the adult population was 1526.1 ; for children 3233.7 times higher than normal. The total cancer risk was during inhalation 800 cases per 1 million people; with ingestion of 20 cases per 1 million man.*

**Key words:** load dose, cancer risk, no cancer risk

Многочисленными исследованиями, проведенными учеными Казахстана, показано, что состояние здоровья населения Приаралья в последние десятилетия продолжает ухудшаться [1].

Общая заболеваемость населения с 1990 г. возросла более чем в 3 раза. Практически во столько же раз возрос уровень врожденных аномалий, новообразований, болезней органов дыхания и пищеварения, более чем в 2 раза увеличилась заболеваемость крови и кроветворных органов, эндокринной системы [2].

Поселок расположен на правом берегу реки [Сырдарья](#). Железнодорожная станция Жосалы (бывшая Джусалы, построена в 1905 году) на линии Арысь I–Кандагач (147 км к северо-западу от Кызылорды) расположена в северной части поселка. Железная дорога [Арысь I–Кандагач](#) двухпутная, ширококолейная, тяга тепловозная. Автомобильная дорога [Аральск–Жосалы–Кызылорда](#) имеет номер М–32 (Самара–Шымкент). На северной окраине поселка (в 2 км севернее от станции Жосалы) находится [аэропорт местных воздушных линий](#).

Коллекторно-дренажные воды, поступающие с полей в русло Сырдарьи и Амударьи, стали причиной отложений из пестицидов и различных других сельскохозяйственных ядохимикатов, появляющихся местами на 54 тыс. км бывшего морского дна, покрытого солью. Пыльные бури разносят соль, пыль и ядохимикаты на расстояние до 500 км. Бикарбонат, хлорид и сульфат натрия переносятся по воздуху и уничтожают или замедляют развитие естественной растительности и сельскохозяйственных культур. Местное население страдает от большой распространенности респираторных заболеваний, анемии, рака гортани и пищевода, а также расстройств пищеварения. Участились заболевания печени и почек, глазные болезни [3].

Поселок официально входит в приаральскую зону экологического бедствия. Часть населения из-за высокого уровня безработицы в 1990-е гг. покинула поселок, уехав в [Байконур](#), [Кызылорду](#), другие города Казахстана. По сравнению с 1984 г., численность населения поселка снизилась на 7 тыс. жителей.

Для улучшения характеристик в состав топлива вводятся различные присадки (металлы, например Be и Al для повышения уд. импульса, ингибиторы коррозии, стабилизаторы, активаторы воспламенения, вещества, понижающие температуру замерзания). В качестве горючего используются керосин (лигроино-керосиновые и керосино-газойлевые нефтяные фракции с диапазоном кипения 150–315°C), жидкий водород, жидкий метан (CH<sub>4</sub>), спирты (этиловый, фурфуриловый), гидразин (N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) и его производные (диметилгидразин), жидкий аммиак (NH<sub>3</sub>), анилин, метил-, диметил- и триметиламины и т.д. В качестве окислителя применяют жидкий кислород, концентрированную азотную кислоту (HNO<sub>3</sub>), азотный тетраксид (N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), тетранитрометан, жидкие фтор, хлор и их соединения с кислородом и др. [4].

В связи с этим расчет дозовых нагрузок на взрослое и детское население является весьма актуальным.

**Материалы и методы.** Оценка риска для здоровья населения при количественном воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, выполнена в целях:

- определения вреда здоровью человека от воздействия факторов среды обитания;
- обоснования приоритетных мероприятий по охране окружающей среды.

Для выполнения расчетов дозовых неканцерогенных и канцерогенных нагрузок использовано «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04, Москва, 2004).

Показатели, используемые для оценки риска:

- референтные дозы и концентрации;
- условия хронического воздействия;
- факторы неканцерогенного потенциала;
- факторы канцерогенного потенциала;
- гигиенические нормативы,
- параметры зависимости «доза/концентрация-ответ».

Сценарий и маршруты воздействия, точки воздействия: атмосферный воздух, водопроводная вода, почва, вода открытого водоема (плавание).

**Результаты исследования.** Дозовые нагрузки химических веществ на население п. Жосалы рассчитывались по неканцерогенным и канцерогенным рискам (табл. 1-9).

Таблица 1

**Ингаляционное поступление химических веществ в организм человека через атмосферный воздух**

Вещество	Референтная доза	Концентрация вещества в АВ, мг/дм <sup>3</sup>	Величина поступления мг/кг (в день)		Коэффициент опасности (HQ) для	
			Взрослое население	Детское население	взрослого населения	детского населения
	RFC мг/м <sup>3</sup>	среднегодовая концентрация				
Кобальт	0,00002	0,0005	0,00007	0,00032	3,45242	16,11811
Никель	0,00005	0,0005	0,00007	0,0003	1,380968	6,447245
Свинец	0,0005		0,00000	0,0000	0	0
Кадмий	0,00002		0,00000	0,0000	0	0
Хром	0,0001	0,0009	0,00012	0,0006	1,242871	5,802521
Мышьяк	0,00003	0,0001	0,00001	0,0001	0,460323	2,149082

Таблица 2

**Ингаляционное поступление химических веществ в организм человека с питьевой водой**

Вещество	ПДК, мг/л	Референтная доза RfD	CDI Средняя концентрация в воздухе мг/м <sup>3</sup>	Ингаляционное поступление мг/(кг в день)		Коэффициент опасности (HQ) для населения	
				население	населения	взрослого	детского
				Взрослое	Детское	о	детского
Кобальт	0,1	0,00002	0,251278874	0,004	0,017	179,4849	837,5962
Никель	0,02	0,00005	0,185067079	0,003	0,012	52,87631	246,7561
Свинец	0,03	0,0005	0,125198099	0,002	0,008	3,577089	16,69308
Кадмий	0,001	0,00002	0,113488686	0,002	0,008	81,06335	378,2956
Хром	0,05	0,0001	0,259296049	0,004	0,017	37,04229	172,864
Мышьяк	0,05	0,00003	0,117954096	0,002	0,008	56,16862	262,1202

Таблица 3

**Ингаляционное поступление химических веществ в организм человека во время купания в открытом водоеме**

Вещество	Референтная доза	Ингаляционное поступления		Коэффициент опасности (HQ) для населения
	RfD	Взрослое население	Детское население	
Кобальт	0,00002	0,00010	0,00010	4,85
Никель	0,00005	0,00013	0,00013	2,50
Свинец	0,0005	0,00001	0,00001	0,03
Кадмий	0,00002	0,00000	0,00000	0,11
Хром	0,0001	0,00008	0,00008	0,78
Мышьяк	0,00003	0,00000	0,00000	0,11

Таблица 4

**Ингаляционное поступление химических веществ в организм человека из почвы**

Вещество	Референтная доза мг/м <sup>3</sup>	Ингаляционное поступления мг/кг (в день)		Коэффициент опасности (HQ) для	
	RfD	Взрослое население	Детское население	взрослого населения	детского населения
кобальт	0,00002	0,00005	0,00013	2,7	6,4
никель	0,00005	0,00157	0,00365	31,3	73,1
свинец	0,0005	0,00008	0,00018	0,2	0,4
кадмий	0,00002	0,00004	0,00009	2,0	4,6
хром	0,0001	0,00039	0,00091	3,9	9,1
мышьяк	0,00003	0,00001	0,00002	0,3	0,6

Таблица 5

**Пероральное поступление химических веществ в организм человека с питьевой водой**

Вещества	Референтная доза	Величина поступления мг/(кг в день)		Коэффициент опасности (HQ) для	
	RfD	Взрослое население	Детское население	взрослого населения	детского населения
Кобальт		0,000932	0,00435		
Никель	0,02	0,000658	0,00307	0,0328767	0,153425
Свинец	0,0035	0,000074	0,00035	0,021135	0,09863
Кадмий	0,0005	0,000036	0,00017	0,0712329	0,33242
Хром	0,005	0,000740	0,00345	0,1479452	0,690411
Мышьяк	0,0003	0,000027	0,00013	0,0913242	0,42618

Таблица 6

**Пероральное поступление химических веществ в организм человека в открытых водоемах**

Вещества	Референтная доза	Величина поступления мг/кг (в день)		Коэффициент опасности (HQ) для	
	RfD	Взрослое население	Детское население	взрослого населения	детского населения
Кобальт		0,000	0,000		
Никель	0,02	0,000	0,000018	0,0001937	0,0009041
Свинец	0,0035	0,000	0,000001	3,523E-05	0,0001644
Кадмий	0,0005	0,000	0,000000	7,045E-05	0,0003288
Хром	0,005	0,000	0,000013	0,000546	0,0025479
Мышьяк	0,0003	0,000	0,000000	0,0002642	0,0012329

Таблица 7

**Пероральное поступление химических веществ в организм человека с почвой**

Вещества	Референ- тная доза	Взрослое население	Детское население	Коэффициент опасности (HQ) для	
	RfD			взрослого населения	детского населения
Кобальт		0,000000000001	0,00000000001		
Никель	0,02	0,000000000026	0,00000000029	1,30463E-08	1,4612E-07
Свинец	0,0035	0,000000000001	0,00000000001	3,72752E-09	4,1748E-08
Кадмий	0,0005	0,000000000001	0,00000000001	1,30463E-08	1,4612E-07
Хром	0,005	0,000000000007	0,00000000007	1,30463E-08	1,4612E-07
Мышьяк	0,0003	0,000000000000	0,00000000000	4,34877E-09	4,8706E-08

Таблица 8

**Индивидуальный канцерогенный риск (CR) и популяционный канцерогенный риск (PCR) при пероральном пути поступления**

Вещества	Индивидуальный канцерогенный риск	Численность исследуемой популяции	Популяционный канцерогенный риск
	CR (UR)	POP	PCR
Кобальт	0,0014	27726	1,036798389
Никель	0,0001	27726	0,088868433
Свинец	0,00000	27726	0
Кадмий	0,00000	27727	0
Хром	0,01080	27728	7,998735941
<b>Мышьяк</b>	0,00043	27729	0,317421604

Таблица 9

**Индексы опасности ИИ неканцерогенного риска для условий одновременного поступления нескольких веществ одним и тем же путем**

Среда воздействия	Ингаляционное		Пероральное	
	Взрослое население	Детское население	Взрослое население	Детское население
Воздух	0,25	1,15		
Вода питьевая			71,0454	331,5452
Открытые водоемы	379,1571	379,1571	5,526246	25,78915
Почва	1070,226	2497,2	0,0002	0,0023
<b>Сумма</b>	1449,63	2877,5015	76,6	357,3

*Неканцерогенные риски.* Индекс опасности при ингаляционном поступлении для взрослого населения в 18,9 раза, для детского населения в 8,1 раза выше, чем при пероральном. Индекс опасности при ингаляционном поступлении у детского населения выше в 2 раза, при пероральном – в 4,7 раза, чем у взрослого населения. Для взрослого населения по суммарному индексу опасности на первом месте находятся сульфаты 1199,2, затем следуют марганец – 111,5, медь – 94,1, ванадий – 35,7, никель – 33,8, хлориды – 30,8, кобальт – 7,7, хром – 4,9, ртуть – 2,6, кадмий – 2,2, цинк – 2,1. Для детского населения по суммарному индексу опасности в порядке убывания находятся следующие металлы: сульфаты – 2522,1, марганец – 258,4,

хлориды – 143,6, медь – 108,2, ванадий – 83,2, никель – 75,7, кобальт – 11,5, хром – 10,6, ртуть – 6,2, кадмий – 5,1, цинк – 4,4, нитраты – 2,7, мышьяк – 1,2. Суммарный неканцерогенный риск для взрослого населения составил 1526,1, для детского – 3233,7 раза выше нормы.

*Канцерогенные риски.* Ингаляционным путем индивидуальный канцерогенный риск при воздействии никеля составил 0,0006, кадмия – 0,0001, мышьяка –  $7,1 \cdot 10^{-5}$ . Популяционный канцерогенный риск ингаляционным путем при воздействии никеля составил 11,6, кадмия – 2,1, мышьяка – 1,4 человека на 18983 населения поселка. Пероральным путем индивидуальный канцерогенный риск при воздействии кадмия составил  $4,2 \cdot 10^{-6}$ , мышьяка –  $8,9 \cdot 10^{-6}$ . Популяционный канцерогенный риск пероральным путем при воздействии кадмия составил 0,06, мышьяка – 0,12 человека на 18983 населения п. Жосалы. Суммарный канцерогенный риск составил при ингаляционном поступлении  $8 \cdot 10^{-4}$  или 800 случаев на 1 млн. человек, при пероральном – 20 случаев на 1 млн. человек.

Наличие в почве, донных отложениях и питьевой воде сульфатов и хлоридов объясняется соле-пылевыми бурями, поднимаемыми со дна высохшего моря и бассейна реки Сырдарья, применяемыми в сельском хозяйстве неорганическими удобрениями. Повышенные концентрации кадмия, никеля и хрома в воде, марганца, хрома, цинка в снегу свидетельствуют о загрязнении воды и воздуха в связи с запусками и отделяющимися частями ракет-носителей с космодрома «Байконур», железными и автодорожными магистралями, нефтепроводом Арысқум–Джусалы, которые доставляют в Жосалы нефть с месторождения «Кумколь», наливной терминал для погрузки нефти в железнодорожные вагоны.

#### **Список литературы:**

1. Кулманов М.Е., Амрин К.Р., Кенесариев У.И., Сакбаев О.С., Вагнер А.В. Гигиенические и экологические проблемы гидросферы и здоровья населения в зоне казахстанской части Приаралья // Здоровоохранение Казахстана. – 1993. – С. 67.
2. Нурбаев С.К., Арыстанова Г.Т., Грановский Э.И. Влияние загрязнения окружающей среды на врожденные пороки развития у детей и репродуктивную функцию женщин, проживающих в зоне экологической катастрофы в Приаралье // Новости науки Казахстана: научно-технический сборник. – 1999. – С. 148.
3. Аральское море и причины его гибели <http://lifeglobe.net/blogs/details?id=484>  
Ракетное топливо <http://rocketpolk44.narod.ru/stran/toplivo.htm>

УДК 613.62

## ПАСПОРТИЗАЦИЯ КАНЦЕРОГЕНООПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Степкин Ю.И.<sup>1,2</sup>, Платунин А.В.<sup>1,2</sup>, Каменева О.В.<sup>1,2</sup>, Колнет И.В.<sup>1,2</sup>, Каменев В.И.<sup>1</sup>

1-ГБОУ ВПО «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н.

Бурденко» МЗ РФ, Воронеж, Россия

2-ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», Воронеж, Россия

*Численность лиц, подвергающихся воздействию канцерогенных факторов на рабочем месте, оценка характера и степени опасности воздействия необходимы для прогнозирования онкологической заболеваемости в будущем и разработки соответствующих профилактических мер в настоящем (2), вследствие чего нужна оценка потенциальной канцерогенной опасности предприятий и организаций, их структурных подразделений (цехов, участков, рабочих мест и т.д.), технологических процессов и разработка профилактических мероприятий как для работающих, так и для населения, проживающего под воздействием канцерогеноопасного объекта (3).*

**Ключевые слова:** системный подход к оценке канцерогенной опасности, паспортизация канцерогеноопасных производств, система профилактических мероприятий

## CERTIFICATION OF CANCEROGENIC ENTERPRISES IN THE VORONEZH REGION

Stoykin Y.I.<sup>1,2</sup>, Platunin A.V.<sup>1,2</sup>, Kameneva O.V.<sup>1,2</sup>, Kolnet I.V.<sup>1,2</sup>, Kamenev V.I.<sup>1</sup>

1-Voronezh State Medical University named after N. Burdenko, Voronezh, Russia

2-Center of Hygiene and Epidemiology in the Voronezh region, Voronezh, Russia

*The number of individuals exposed to work environment cancerogenic factors, the assessment of nature and hazardous levels of the impact are necessary for forecasting cancer incidence in the future and the development of the adequate preventive measures in the present (2) in view of this the assessment of potential cancerogenic hazards of the enterprises and organizations, their structural divisions is necessary (shops, sites, workplaces, etc.), engineering procedures and development of preventive measures both for the workforce, and for the population living near the cancerogenic object (3).*

**Key words:** systemic approach to an assessment of cancerogenic danger, certification of cancerogenic of productions, system of preventive measures

**Цель работы.** Оценить результат паспортизации канцерогеноопасных производств в Воронежской области за последние 5 лет, обосновать систему профилактических мероприятий.

Главной целью паспортизации канцерогеноопасных организаций является профилактика профессионального рака и снижение онкологической заболеваемости населения (1).

**Материалы.** Для оценки канцерогенной опасности использованы паспорта канцерогеноопасных производств, организаций. В течение 5 лет на территории Воронежской области зарегистрировано 249 паспортов объектов, использующих в технологических процессах химические вещества, обладающие риском развития онкологических заболеваний. Данные химические компоненты содержатся также в отходах производства, поступающих в окружающую среду, в атмосферный воздух, почву, водоемы. В целях определения структуры химических компонентов, поступающих в атмосферный воздух, использовались данные проектов нормативов предельно-допустимых выбросов загрязняющих веществ.

Оценка профессиональной заболеваемости осуществлялась по ежегодной учетной форме [№ 24](#) «Сведения о числе лиц с впервые установленными профессиональными заболеваниями (отравлениями) за год», утвержденной Приказом Роспотребнадзора 24 августа 2007 г. № 247.

**Методы.** В целях сравнительной характеристики использовались методические и нормативные документы:

- СанПиН 1.2.2353-08 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности»;
- МУ 2.2.9.2493-09 «Санитарно-гигиеническая паспортизация канцерогеноопасных организаций и формирование банков данных»;
- Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки»;
- Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

Проводились ретроспективные аналитические исследования параметров лабораторных и инструментальных замеров. Проанализированы данные маршрутных постов наблюдения, на которых АЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» осуществляется лабораторный контроль за сажей, формальдегидом, хромом шестивалентным, свинцом, стиролом, 1,3-бутадиеном.

**Результат и обсуждение.** По результатам санитарно-гигиенической паспортизации канцерогеноопасных организаций на территории области установлено, что основными вредными производствами являются:

- предприятия химической промышленности;
- предприятия строительной индустрии;
- организации здравоохранения, использующие и применяющие канцерогеноопасные вещества и факторы в лечебно-диагностических целях.

В региональной (областной) базе данных канцерогеноопасных организаций Воронежской области за период с 2009 по 2015 гг. зарегистрировано 249 действующих санитарно-гигиенических паспортов канцерогеноопасных организаций.

На предприятиях и организациях области имеются следующие канцерогенные факторы, образующиеся на рабочем месте работающих:

- химический фактор: 1,3-бутадиен, 3,4-бенз/а/пирен, масло минеральное, сажа, хром шестивалентный, кадмий, никель и его соединения, бензол, формальдегид, стирол, пыль древесная твердых пород, толуол, трихлорэтилен, тетрахлорэтилен, эпихлоргидрин, свинец, винилхлорид, акрилонитрил, этилена оксид, нитроздиметиламины, асбесты, кремния диоксид кристаллический в форме кварца и кристобалита, 1-нафтиламин технический, бензидин, мышьяк и его неорганические соединения, отработавшие газы дизельных двигателей;

-физический фактор: ионизирующее излучение, УФА-излучение (спектра А, В, С), радон и его короткоживущие дочерние продукты распада;

-биологический фактор: вирус гепатита В, вирус гепатита С, бактерия *Helicobacter pylori*, трематода *Schistosoma haematobium*.

К лекарственным канцерогенным средствам относятся: андриамицин, циклофосфан, циплатин и хлорамфеникол.

Вещества, обладающие канцерогенным действием поступают и в атмосферный воздух.

Аккредитованным органом по оценке риска здоровью населения проведены расчеты канцерогенного риска от воздействия 25 приоритетных канцерогенных веществ, поступающих в организм человека ингаляционным путем, на основании данных моделирования и 6 веществ на основании результатов лабораторных исследований.

По данным моделирования самые высокие значения индивидуального канцерогенного риска отмечаются от воздействия хрома<sup>+6</sup>, которые соответствуют предельно допустимому риску, т.е. верхней границе приемлемого риска. Так, на селитебной территории в зоне влияния ОАО «ВАСО» уровни индивидуального канцерогенного риска от воздействия хрома<sup>+6</sup> находятся в диапазоне от  $3,06 \cdot 10^{-6}$  до  $3,34 \cdot 10^{-5}$ , на жилых территориях, расположенных в объединенной зоне влияния ФГУП «ВМЗ» им. Хруничева, ПКФ «Керамический завод», ЗАО «Холод», ОАО «Комбинат мясной Воронежский», ОАО «Электроприбор», – в диапазоне от  $3,69 \cdot 10^{-8}$  до  $1,02 \cdot 10^{-6}$ . Для остальных канцерогенных веществ максимальные уровни индивидуального канцерогенного риска не превышают значения  $1 \cdot 10^{-6}$ , что характеризует их как пренебрежимо малые, не отличающиеся от обычных, повседневных рисков.

Результаты расчетов, проведенные с использованием данных лабораторных исследований, показали, что самые высокие уровни канцерогенного риска (более  $1 \cdot 10^{-3}$ ) отмечаются от воздействия 1,3- бутадиена и хрома шестивалентного. Для сажи индивидуальный риск в течение всей жизни составил более  $1 \cdot 10^{-4}$ , но менее  $1 \cdot 10^{-3}$ .

Уровни индивидуального канцерогенного риска не превышают рекомендуемую безопасную величину ( $1 \times 10^{-4}$ ) по формальдегиду и свинцу. Значение индивидуального канцерогенного риска по стиролу относится к первому диапазону рисков (равный и меньше  $1 \times 10^{-6}$ ), который определен как пренебрежимо малый.

Количество работающих в контакте с канцерогенными факторами за период с 2011 по 2015 гг. составило 4747 человек, в том числе женщин – 2239 (47,2%), из них детородного возраста – 1466 (65,4%). Лиц до 18 лет, работающих в контакте с канцерогенными факторами, нет. Наибольшее количество (852 человека) подвержены воздействию кремния диоксида кристаллического в форме кварца и кристобалита, 380 человек подвержены воздействию формальдегида, 254 – никеля. Из физических факторов: 1174 человека работают в условиях ионизирующего излучения.

Согласно паспортам, превышений концентраций канцерогеноопасных химических веществ и факторов не установлено. Возможно, предприятие не показывает превышения или существующие ПДК могут формировать риски возникновения той или иной онкологической профессиональной патологии.

С 2011 по 2015 гг. на предприятиях и в учреждениях Воронежской области не были зарегистрированы случаев профессиональной заболеваемости онкологической направленности.

**Выводы:**

1. Проводимая паспортизация представляет собой констатацию фактов, статистическое изложение материала, которому необходимо придать дополнительный законодательный импульс.
2. Учитывая полиэтиологическую природу онкологических заболеваний, профессиональная заболеваемость онкологической направленности не регистрируется, причем в системе профилактики профессиональных злокачественных новообразований не имеется отличий в реализации профилактических мер, по сравнению с любыми другими факторами производственной среды и трудового процесса.
3. Дополнительно к базовым медицинским обследованиям, регламентируемым Приказом № 302н от 11.04.2012 г., необходимы дополнительные обязательные индивидуальные осмотры онкологом в целях установления онкозаболеваний на ранних стадиях развития.

**Список литературы:**

1. Соленова Л.Г. Некоторые уроки паспортизации канцерогеноопасных производств в России в 1999–2007 гг. // Гигиена и санитария. – 2012. – № 1. – С. 19.
2. Окс Е.И. О проведении санитарно-гигиенической паспортизации канцерогеноопасных организаций в Кемеровской области / Окс Е.И. Куракин

- В.А., Абашкин А.О.// Материалы V Всероссийского симпозиума с международным участием. – Екатеринбург, 2015. – С. 45.
3. СанПиН 1.2.2353-08 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности».
  4. МУ 2.2.9.2493-09 «Санитарно-гигиеническая паспортизация канцерогеноопасных организаций и формирование банков данных» МУ 2.2.9.2493-09. – М., 2009.
  5. Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки».
  6. Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду»

УДК 613.1:614.7(574.54)

## ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА НАСЕЛЕНИЕ П. АТАСУ

Русяев М.В.

РГКП «Национальный центр гигиены труда и профзаболеваний МЗ СР РК»,  
Караганда, Казахстан

*Целью работы явился оценка химической нагрузок на население п. Атасу Карагандинской области Казахстана. Расчет производился согласно документу Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». При расчете дозовых нагрузок были использованы среднегодовые концентрации веществ в атмосферном воздухе, воде, почве, водоемах. Это обусловлено тем, что поступление химических загрязнителей в организм из окружающей среды происходит в большей степени двумя основными путями – ингаляционным и пероральным. Основными загрязнителями были сульфаты, хлориды, цинк, кадмий, железо, хром.*

**Ключевые слова:** *эколого-гигиеническая оценка, загрязнители, дозы, экологические риски*

## ASSESSMENT OF CHEMICAL LOAD ON THE POPULATION OF THE ATASU VILLAGE

Russyayev M.V.

RSGE MHSD RK «National Centr of Industrial hygiene and Occupational diseases»,  
Karaganda, Kazakhstan

*The aim of the work was the assessment of chemical load on the population n. Atasu Karaganda region of Kazakhstan. The calculation was made according to the document P 2.1.10.1920-04 "Guidelines for risk assessment to public health under the influence of chemicals that pollute the environment." When the average concentrations were used per dose loads of substances in air, water, soil, water bodies. This is because the intake of chemical contaminants in the environment of the organism to a greater extent in two main ways - by inhalation and oral route. The main pollutants are: sulphates, chlorides, zinc, cadmium, iron, chromium.*

**Key words:** *ecological and hygienic assessment, pollutants, dose, environmental risks*

За многолетний период интенсивного развития горно-металлургического комплекса общее количество накопленных отходов черной металлургии Казахстана (железорудная, хромоворудная и марганцеворудная отрасли) составляет более 6,2 млрд. т, из них попутной добычи и вскрыши – 92,8%, обогащения – 6,1% и

металлургического передела – 1,1%. Площадь земель, занимаемая отходами, – более 15 тыс. га [1].

Основная часть отходов горно-металлургического комплекса образуется на предприятиях цветной металлургии. При добыче и переработке руд цветных металлов с получением конечного продукта 2% рудной массы перерабатывается в товарную продукцию, остальные 98% идут в отвалы и хвостохранилища. Причем для получения 1 т меди перерабатывается 100 т товарной руды; для получения 1 т товарной свинцовой руды необходимо добыть 3 т рудного сырья. Отходами являются вскрышные породы, хвосты обогащения и шлаки горно-металлургических предприятий [2].

В современных экономических условиях определенную угрозу здоровью человека и окружающей среде представляет категория бесхозных накопленных производственных отходов, которые остаются без хозяина либо в результате смены владельца предприятия, либо в результате ликвидации организации.

Для Казахстана, как и для других стран СНГ, особую озабоченность по степени влияния на окружающую среду и жизнедеятельность человека представляют токсичные отходы, входящие в структуру накопленных промышленных отходов. На территории республики эта категория отходов представлена сложным конгломератом смеси, состоящей из токсичных, опасных и смешанных отходов. Ежегодное увеличение их объемов, хранящихся в основной массе в открытом виде, является главной причиной наблюдаемого серьезного нарушения экологического равновесия в биосфере. Как следствие, значительно усилилась степень воздействия на человека вредных веществ, содержащихся в токсичных отходах. По данным Министерства чрезвычайных ситуаций РК, особенностью цветной металлургии, связанной со сложным минералогическим и химическим составом сырья, является большое количество токсичных веществ и загрязняющих отходов. В стране 63% из ежегодно образуемых токсичных отходов приходится на долю цветной металлургии [3].

Поселок Атасу располагается в Жанааркинском районе Карагандинской области Казахстана, в 170 км юго-западнее г. Караганды, в верховьях Сарысу. Административный центр и единственный населенный пункт Атасуской поселковой администрации. В п. Атасу имеется железнодорожная станция (Жана-Арка) на линии Жарык – Жезказган. В районе поселка осуществляется добыча железной руды. С 2006 г. был введен в эксплуатацию совместно с китайской стороной нефтепровод «Атасу – Алашанькоу».

Также 27 октября 1999 г. был совершен неудачный запуск ракеты-носителя «Протон», сопровождавшийся падением ракеты в 25 км к северо-востоку от п. Атасу, приведшим к заражению 394,6 тыс. га почвы [4].

**Материалы и методы.** Оценка химической нагрузки производилась согласно документу Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

При оценке химической нагрузки были использованы среднегодовые значения концентраций веществ в атмосферном воздухе, воде, почве, водоемах. Это обусловлено тем, что поступление химических загрязнителей в организм из окружающей среды происходит в большей степени двумя основными путями – ингаляционным и пероральным.

**Результаты исследования.** Из атмосферного воздуха ингаляционное поступление диоксида серы, фенола, оксида азота и взвешенных веществ не превышало референтных доз (табл. 1).

Таблица 1

**Ингаляционное поступление химических веществ в организм человека через атмосферный воздух п. Атасу**

Показатели	Референтная доза мг/м <sup>3</sup>	Величина поступления мг/кг (в день)		Коэффициент опасности (НҚ)	
		Взрослое население	Детское население	взрослого населения	детского населения
диоксид серы	0,05	0,004	0,017	0,07	0,35
фенол	0,006	0,0001	0,0006	0,02	0,1
оксид азота	0,06	0,0004	0,002	0,007	0,03
взвешенные вещества	0,075	0,0004	0,002	0,005	0,03

Коэффициент опасности для ингаляционного поступления сульфатов (ZnSO<sub>4</sub>) во время купания составил 65,9 раза для взрослого и детского населения. Для меди этот показатель был выше нормы в 6,8 раза, для хрома – 1,12 раза, цинка – 17,2 раза, марганца – 1,04 раза (табл. 2).

Коэффициент опасности для ингаляционного поступления сульфатов из почвы в организм взрослого превысил норму в 11,3 раза, для детского населения – в 26,4 раза, для меди – 1,8 и 4,2 раза, кобальта – 2,2 и 5,1 раза, никеля – 14,6 и 34 раза, ванадия – 15,9 и 37,1 раза, хрома – 3,3 и 7,6 раза для взрослого и детского населения соответственно (табл. 3).

Таблица 2

**Ингаляционное поступление химических веществ в организм человека с водой поверхностных водоемов в п. Атасу**

Показатели	Референтная доза мг/м <sup>3</sup>	Величина поступления		Коэффициент опасности (HQ)	
		Взрослое население	Детское население	взрослого населения	детского населения
1	2	3	4	5	
фосфаты	3,5	0,0009		0,0003	
нитраты	45	0,00001		0,0000002	
1	2	3	4	5	
хлориды	350	1,52		0,0043	
сульфаты	0,025	1,65		65,87	
цинк	0,0009	0,016		17,23	
медь	0,00002	0,00014		6,81	
кобальт	0,00002	0,00002		0,90	
никель	0,00005	0,00002		0,30	
свинец	0,0005	0,00004		0,07	
кадмий	0,00002	0,000003		0,14	
хром	0,0001	0,00011		1,12	
ртуть	0,0003	0,000001		0,003	
селен	0,00008	0,0000004		0,005	
марганец	0,00005	0,00005		1,04	
ванадий	0,00007	0,000004		0,06	
мышьяк	0,00003	0,0000007		0,02	
железо	0,6	0,00026		0,0004	

Таблица 3

**Ингаляционное поступление химических веществ в организм человека с почвой в п. Атасу**

Показатели	Референтная доза мг/м <sup>3</sup>	Величина поступления		Коэффициент опасности (HQ)	
		Взрослое население	Детское население	взрослого населения	детского населения
1	2	3	4	5	6
фосфаты	200	0,00011	0,00026	0,0000005	0,0000013

нитраты	130	0,00003	0,00008	0,0000003	0,0000006
хлориды	360	0,07	0,17	0,0002	0,0005
сульфаты	0,025	0,28	0,66	11,3	26,4
цинк	0,0009	0,00017	0,00040	0,2	0,4
медь	0,00002	0,00004	0,00008	1,8	4,2
кобальт	0,00002	0,00004	0,00010	2,2	5,1
1	2	3	4	5	6
никель	0,00005	0,0007	0,0017	14,6	34,0
свинец	0,0005	0,00014	0,00033	0,3	0,7
кадмий	0,00002	0,0000002	0,0000005	0,01	0,03
хром	0,0001	0,00033	0,00076	3,3	7,6
ртуть	0,0003	0,0000005	0,0000011	0,002	0,004
селен	0,00008	0,000002	0,00001	0,03	0,07
марганец	0,00005	0,0000002	0,0000004	0,003	0,007
ванадий	0,00007	0,001	0,003	15,9	37,1
мышьяк	0,00003	0,000001	0,000003	0,04	0,10

Коэффициент опасности перорального поступления с питьевой водой хлоридов для взрослого населения был выше нормы в 18,5 раза, для детского – 86,4 раза, сульфатов – 25 и 116,8 раза. Коэффициент опасности поступления хрома с питьевой водой для детского населения был выше нормы в 1,3 раза, меди – 1,4, цинка – 1,8 раза (табл. 4).

Таблица 4

**Пероральное поступление химических веществ в организм человека с питьевой водой в п. Атасу**

Показатели	Референтная доза мг/м <sup>3</sup>	Величина поступления мг/кг (в день)		Коэффициент опасности (НҚ)	
		Взрослое население	Детское население	взрослого населения	детского населения
фосфаты	3,5	0,002	0,009	0,0005	0,0025
нитраты	1,6	0,0001	0,0003	0,0000	0,0002
хлориды	0,3	5,6	25,9	18,5	86,4
сульфаты	0,3	7,5	35,0	25	116,8
цинк	0,3	0,12	0,54	0,38	1,79
медь	0,019	0,01	0,03	0,30	1,41
кобальт	0,1	0,001	0,003	0,03	0,13
никель	0,02	0,0002	0,001	0,01	0,05

свинец	0,0035	0,00005	0,0003	0,18	0,85
кадмий	0,0005	0,00001	0,0001	0,03	0,13
хром	0,005	0,001	0,01	0,27	1,28
ртуть	0,0003	0,00001	0,000038	0,00	0,01
селен	0,005	0,0001	0,0002	0,01	0,05
марганец	0,14	0,0025	0,01	0,02	0,08
ванадий	0,007	0,0001	0,0003	0,01	0,04
мышьяк	0,0003	0,00004	0,0002	0,12	0,55
железо	0,3	0,005	0,03	0,02	0,09

Коэффициент опасности перорального поступления сульфатов во время купания в открытых водоемах для взрослого и детского населения был в пределах нормы (табл. 5).

Таблица 5

**Пероральное поступление химических веществ в организм человека во время купания в открытых водоемах в п. Атасу**

Показатели	Референтная доза мг/м <sup>3</sup>	Величина поступления мг/кг (в день)		Коэффициент опасности (HQ)	
		Взрослое население	Детское население	взрослого населения	детского населения
фосфаты	3,5	0,00002	0,0001	0,000005	0,000023
нитраты	1,6	0,0000003	0,0000014	0,0000002	0,000001
хлориды	0,3	0,03	0,13	0,09	0,43
сульфаты	0,3	0,02	0,09	0,06	0,29
цинк	0,3	0,0003	0,0014	0,001	0,005
медь	0,019	0,000004	0,000018	0,0002	0,001
кобальт	0,1	0,00000055	0,0000026	0,00001	0,00003
никель	0,02	0,00000047	0,00000218	0,00002	0,00011
свинец	0,0035	0,00000	0,0000015	0,0011	0,01
кадмий	0,0005	0,000000	0,0000002	0,0001	0,00041
хром	0,005	0,000004	0,0000182	0,0008	0,00364
ртуть	0,0003	0,00000001	0,00000004	0,000003	0,00001
селен	0,005	0,00000001	0,00000004	0,000002	0,00001
марганец	0,14	0,000002	0,0000080	0,000012	0,00006
ванадий	0,007	0,0000001	0,0000007	0,000021	0,00010
железо	0,3	0,00000002	0,0000001	0,0001	0,00027

Пероральное поступление химических веществ с почвой находится ниже референтных доз более чем 10 знаков после запятой.

После получения дозовых нагрузок можно рассчитать суммарные уровни воздействия всех веществ, поступающих одним либо разными путями. Для этого рассчитываются такие показатели, как индекс опасности и суммарный индекс опасности для неканцерогенного риска. Из таблицы 6 видно, что индекс опасности при ингаляционном поступлении для взрослого населения в 3,2 раз выше, чем при пероральном, для детского населения эти показатели примерно равны 210,0. Индекс опасности при ингаляционном поступлении у детского населения выше, чем у взрослого, в 1,5 раза, при пероральном – в 4,7 раза.

Из таблицы 7 видно, что для взрослого населения по суммарному индексу опасности на первом месте находятся сульфаты – 102,3, затем следуют хлориды – 18,6, цинк – 17,8, ванадий – 15,9, никель – 14,9, медь – 8,9, хром – 4,6, кобальт – 3,1. Для детского населения по суммарному индексу опасности в порядке убывания находятся следующие металлы: сульфаты – 209,3, хлориды – 86,8, ванадий – 37,2, никель – 34,3, цинк – 19,5, медь – 12,4, хром – 10, кобальт – 6, свинец – 1,6, марганец – 1,13.

Таблица 6

**Индексы опасности ИИ для условий одновременного поступления нескольких веществ одним и тем же путем**

Среда воздействия	Пути поступления			
	Ингаляционный		Пероральный	
	Взрослое население	Детское население	Взрослое население	Детское население
воздух	0,1	0,7		
вода питьевая			44,9	209,6
вода открытых водоемов	93,6	93,6	0,2	0,7
почва	49,6	115,6	0,0000003	0,000004
<b>Индекс опасности ИИ</b>	<b>143,2</b>	<b>209,9</b>	<b>45,1</b>	<b>210,3</b>

Таблица 7

**Суммарный индекс опасности (ТНИ) неканцерогенного риска для условий поступления одного вещества разными путями и маршрутами в п. Атасу**

Вещества	Взрослое население	Детское население
фосфаты	0,0008	0,003
нитраты	0,00005	0,0002
хлориды	18,6	86,8
сульфаты	102,3	209,3
цинк	17,8	19,5

медь	8,9	12,4
кобальт	3,1	6
никель	14,9	34,3
свинец	0,5	1,6
кадмий	0,2	0,3
хром	4,6	10
ртуть	0,007	0,02
селен	0,04	0,1
марганец	1	1,13
ванадий	15,9	37,2
мышьяк	0,2	0,7
железо	0,02	0,09

Также может быть рассчитан индивидуальный канцерогенный риск и популяционный канцерогенный риск. Индивидуальный канцерогенный риск при воздействии никеля ингаляционным путем составил 0,0003, при воздействии кадмия –  $8 \cdot 10^{-6}$ , при воздействии мышьяка –  $1,3 \cdot 10^{-5}$ . Популяционный канцерогенный риск при воздействии никеля составил – 3,8, кадмия – 0,1, мышьяка – 0,2 человека на 14265 населения (табл. 8).

Таблица 8

**Индивидуальный канцерогенный риск (CR) и популяционный канцерогенный риск (PCR) при ингаляционном пути поступления**

Вещество	ДОЗА Ингаляционное поступление	Индивидуальный канцерогенный риск CRi	Популяционный канцерогенный риск PCR
никель	0,00032	0,0003	3,8
кадмий	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$8 \cdot 10^{-6}$	0,1
мышьяк	$8,5 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$	0,2

Индивидуальный канцерогенный риск при воздействии кадмия пероральным путем составил  $2,2 \cdot 10^{-6}$ , при воздействии мышьяка –  $2,3 \cdot 10^{-5}$ .

Популяционный канцерогенный риск при воздействии кадмия составил 0,03, мышьяка – 0,33 человека на 14265 населения (табл. 9).

Таблица 9

**Индивидуальный канцерогенный риск (CR) и популяционный канцерогенный риск (PCR) при пероральном пути поступления**

Вещества	ДОЗА Пероральное поступление	Индивидуальный канцерогенный риск CRi	Популяционный канцерогенный риск PCR
кадмий	$5,9 \cdot 10^{-6}$	$2,2 \cdot 10^{-6}$	0,03
мышьяк	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$	0,33

Индивидуальный канцерогенный риск при воздействии никеля ингаляционным путем – 0,0003, т.е. это дополнительный, по сравнению с фоном, риск для индивидуума заболеть раком в течение жизни от воздействия никеля, который составил 300 дополнительных случаев рака на 1 млн. человек.

Суммарный индивидуальный канцерогенный риск при воздействии кадмия разными путями от разных сред –  $1 \cdot 10^{-5}$ , т.е. это дополнительный, по сравнению с фоном, риск для индивидуума заболеть раком в течение жизни от воздействия кадмия, который составил 10 дополнительных случаев рака на 1 млн. человек.

Суммарный индивидуальный канцерогенный риск при воздействии мышьяка разными путями от разных сред –  $3,6 \cdot 10^{-5}$  т.е. это дополнительный, по сравнению с фоном, риск для индивидуума заболеть раком в течение жизни от воздействия мышьяка, который составил 36 дополнительных случаев рака на 1 млн. человек.

Из полученных результатов можно сделать следующие выводы.

*Для неканцерогенного риска.* Индекс опасности при ингаляционном поступлении для взрослого населения в 3,2 раза выше, чем при пероральном. Для детского населения эти показатели примерно равны. Индекс опасности при ингаляционном поступлении у детского населения выше, чем у взрослого, в 1,5 раза, при пероральном – в 4,7 раза. Для взрослого населения по суммарному индексу опасности на первом месте находятся сульфаты – 102,3, затем следуют хлориды – 18,6, цинк – 17,8, ванадий – 15,9, никель – 14,9, медь – 8,9, хром – 4,6, кобальт – 3,1.

Для детского населения по суммарному индексу опасности в порядке убывания находятся следующие металлы: сульфаты – 209,3, хлориды – 86,8, ванадий – 37,2, никель – 34,3, цинк – 19,5, медь – 12,4, хром – 10, кобальт – 6, свинец – 1,6, марганец – 1,13.

*Для канцерогенного риска.* Индивидуальный канцерогенный риск при воздействии никеля ингаляционным путем составил 0,0003, кадмия –  $8 \cdot 10^{-6}$ , мышьяка –  $1,3 \cdot 10^{-5}$ . Популяционный канцерогенный риск при воздействии никеля составил 3,8, кадмия – 0,1, мышьяка – 0,2 человека на 14265 населения. Индивидуальный канцерогенный риск при воздействии кадмия пероральным путем составил  $2,2 \cdot 10^{-6}$ , мышьяка –  $2,3 \cdot 10^{-5}$ . Популяционный канцерогенный риск при воздействии кадмия составил 0,03, мышьяка – 0,33 человека на 14265 населения п. Атасу.

Повышенные концентрации сульфатов в почве, донных отложениях, хлоридов в почве, воде р. Сарысу показывают, что данные объекты окружающей среды засоленные. Повышенные концентрации хрома в питьевой воде, цинка в воде реки, цинка в снеге, железа, цинка, меди, кремния в пыли свидетельствуют о залежах полезных ископаемых на близлежащей территории и антропогенном загрязнении. Наличие в осадках и пыли тяжелых металлов показывает загрязнение атмосферного воздуха.

**Список литературы:**

1. Уманец В.Н., Бугаева Г.Г., Завалишин В.С. и др. Перспективы освоения техногенных месторождений Казахстана // Научно-техническое обеспечение горного производства: Сб. науч. тр. ИГД им. Д.А. Кунаева. – Алматы: ИГД им. Д.А. Кунаева, 2002. – Т. 63. – С. 153–160.
2. Айсаутова С. Снижение накопления отходов ГМК // Промышленность Казахстана. – 2005. – № 5(32). – С. 62–64.
3. Досмухамедов Н., Меркулова В. и др. Переработка промышленных отходов и повышение экологической безопасности производства // Промышленность Казахстана. – 2009. – № 6(57). – С. 30–33.

<https://ru.wikipedia.org/wiki/Атасы>

УДК 613.371.7

**ОСОБЕННОСТИ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА ШКОЛЬНИКОВ,  
СФОРМИРОВАВШЕГОСЯ В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ  
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ**

**Поляков А.Я., Сорокина А.В., Гигуз Т.Л., Богачанов Н.Д.**

ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, Новосибирск, Россия

*В работе приведены результаты сравнительного анализа морфофункционального статуса школьников 7–17 лет г. Новосибирска, рост и развитие которых протекали на фоне различных условий, обусловленных особенностями социально-экономического положения в стране в начале и конце 90-х гг. Выявлена позитивная динамика показателей физического развития и функционального состояния большинства систем организма учащихся на фоне улучшающегося социально-экономического положения, что позволяет определить приоритеты в организации профилактических мероприятий, направленных на оздоровление детского населения.*

**Ключевые слова:** физическое развитие, морфофункциональный статус, организм школьников, факторы среды

**FEATURES OF THE MORFOFUNKTSIONALNY STATUS OF SCHOOL STUDENTS  
CREATED IN THE COURSE OF ADAPTATION TO THE CHANGING SOCIAL AND  
ECONOMIC CONDITIONS**

**Polyakov A.Ya., Sorokina A.V., Giguz T.L., Bogachanov N.D.**

FBSI «Novosibirsk research Institute of hygiene of Rospotrebnadzor», Novosibirsk, Russia

*The paper presents the results of a comparative analysis of the morphofunctional status of schoolchildren aged 7-17 years in the city of Novosibirsk, the growth and development of which proceeded against the background of various conditions determined by the peculiarities of the socio-economic situation in the country at the beginning and the end of 90-years. Revealed positive dynamics of indicators of physical development and functional state of most body systems students in light of the improving socio-economic situation that allows you to define the priorities in the organization of preventive measures aimed at health improvement of child population.*

**Key words:** physical development, morphofunctional status of the organism of students, environmental factors

Сохранение состояния здоровья детского населения всех возрастов является одной из приоритетных задач государства, поскольку эта категория будет определять социально-экономический потенциал и здоровье будущих поколений. Решение этих

задач является одним из основных направлений, отраженных в «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» [1].

В последние годы большое значение в формировании отклонений в состоянии здоровья детского населения придается медико-биологическим и социально-гигиеническим факторам, воздействие которых в значительной степени определяется уровнем социально-экономического развития. Многолетние исследования, проводимые институтом в рамках социально-гигиенического мониторинга, позволили прийти к выводу, что происходящие в последние десятилетия процессы в социально-экономической жизни населения, в здравоохранении, привели к существенным изменениям в состоянии здоровья населения и, в частности, детского.

Особенно негативно отразилась на состоянии здоровья социально-экономическая ситуация, сложившаяся после 1990 года, способствовавшая росту заболеваемости детей, ухудшению показателей физического развития за счет увеличения доли детей с дефицитом массы тела, росту числа заболеваний нервной, пищеварительной, костно-мышечной систем [2,3].

Но, несмотря на позитивные процессы, происходящие в последние годы, в состоянии здоровья детей и подростков сохраняется негативная тенденция, что требует пристального внимания в вопросах изучения причин и мер профилактики, направленных на создание условий формирования и сохранения здоровья подрастающего поколения [4–6].

**Цель настоящего исследования** – провести сравнительный анализ данных, отражающих морфофункциональный статус детей школьного возраста, родившихся в начале и конце 1990-х гг.

**Материалы и методы.** Для характеристики морфофункциональных показателей использовалось медико-экологическое анкетирование и анализ антропометрических параметров учащихся 7-17 лет. Проанализированы данные анкетного опроса более 1700 родителей учащихся (более 900 родившихся в начале 90-х и около 800 – в конце 90-х годов) и данные антропометрического измерения более 1800 школьников (соответственно около 800 и более 1000 в зависимости от года рождения).

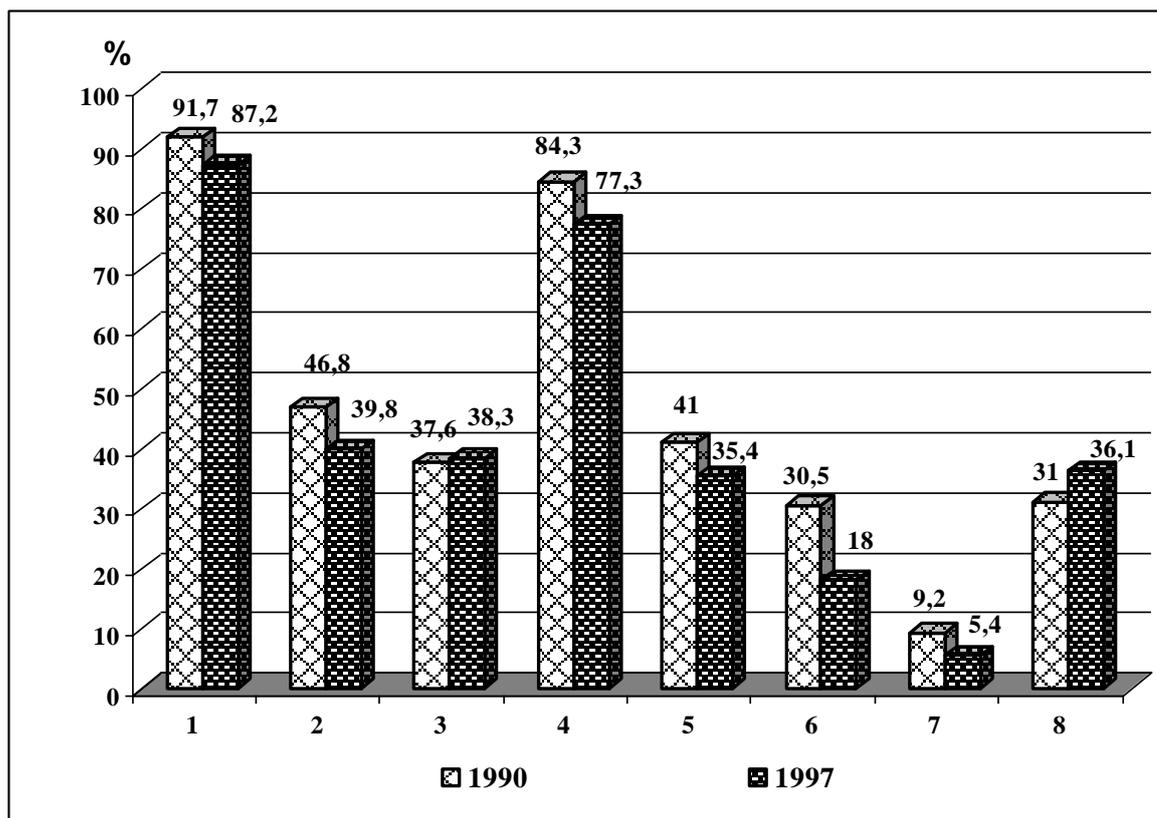
Статистическая обработка показателей осуществлялась с использованием методов универсальных пакетов прикладных программ Excel, Statistica.v.6.

**Результаты и обсуждение.** Сравнительный анализ средних величин антропометрических показателей школьников, родившихся в 1990 и 1997 гг., показал, что средние продольные параметры в большинстве возрастно-половых групп оставались на прежнем уровне. Однако результаты комплексной оценки данных физического развития обследованных школьников показали, что среди детей 1997 года рождения отмечалось увеличение доли лиц со средней длиной тела при снижении доли как низкорослых, так и высокорослых учащихся. В большей степени эти изменения выражены среди учащихся средней и старшей возрастных групп.

В то же время средние величины массы тела у детей 1997 года рождения существенно превышали таковую как у девочек (начиная с 9-летнего возраста), так и у мальчиков (начиная с 13 лет), родившихся в 1990 г. Комплексная оценка антропометрических показателей выявила снижение в подавляющем большинстве возрастных групп доли лиц с дефицитом массы тела и увеличение – с ее избытком.

О наличии функциональных отклонений в состоянии основных систем организма учащихся судили по характеру и количеству предъявляемых жалоб при опросе родителей. Сравнительная оценка данных анкетирования позволила выявить некоторые различия морфофункционального статуса школьников, рост и развитие которых протекали в различающихся социально-экономических условиях.

Сравнительный анализ полученных данных показал, что наметилась тенденция к снижению доли детей 1997 года рождения с отклонениями со стороны большинства функциональных систем организма школьников, за исключением дыхательной системы и аллергических проявлений, уровень которых несколько возрос. В частности, отмечалась тенденция к снижению доли детей с отклонениями со стороны нервной (с 91,7 до 87,2%), пищеварительной (с 84,3 до 77,3%), сердечно-сосудистой (с 46,8 до 39,8%), костно-мышечной (с 41,0 до 35,4%) систем. Снижение распространенности отклонений со стороны кожных покровов происходило с 9,2 до 5,4%. Наиболее существенно снизилась доля детей с отклонениями со стороны мочевыделительной системы (с 30,5 до 18,0%) (рис. 1).



1 - нервная система; 2 - сердечно-сосудистая система; 3 - дыхательная система; 4 - пищеварительная система; 5 - костно-мышечная система; 6 - мочевыделительная система; 7 - кожные покровы; 8 - аллергия.

Рисунок. Распространенность отклонений со стороны основных функциональных систем организма школьников 1990 и 1997 годов рождения (в % к числу обследованных).

Проведенный анализ показателей по возрастным группам показал, что в целом на фоне снижения во всех возрастных группах отклонений со стороны пищеварительной, мочевыделительной систем, кожи отмечался рост доли детей с аллергическими проявлениями. У школьников младшей и средней возрастных групп выявлена тенденция к некоторому росту доли детей с нарушениями со стороны дыхательной системы и ЛОР-органов. У учащихся 10–14 лет отмечено некоторое увеличение отклонений со стороны костно-мышечного аппарата, а в группе старших школьников (15–17 лет) выявлено увеличение нарушений со стороны нервной и сердечно-сосудистой систем, что может быть обусловлено увеличивающимся воздействием к старшему школьному возрасту таких факторов, как интенсивные учебные нагрузки на фоне возрастающего влияния социально-гигиенических факторов, в отличие от младшего школьного возраста, когда преобладающими в формировании отклонений в состоянии здоровья являются медико-биологические факторы [7].

Таким образом, сравнительная оценка морфофункционального статуса детей, рожденных в начале и конце 90-х гг., выявила благоприятную динамику большинства изученных показателей среди школьников 1997 года рождения. Это проявлялось более низкой распространенностью отклонений со стороны большинства функциональных систем организма во всех возрастных группах учащихся, увеличением доли детей с пропорциональным развитием и снижением доли школьников с дефицитом массы тела. Более выраженные нарушения со стороны здоровья учащихся, рожденных в начале 90-х гг., на наш взгляд, являются результатом социального стресса, происшедшего на фоне социально-экономических изменений тех лет. В то же время возрастание доли детей с избыточной массой тела у родившихся в конце 90-х гг. произошло на фоне улучшения материально-бытовых условий в послекризисный период, отрицательным моментом которого явилось несбалансированное питание с повышенной калорийностью при недостаточной двигательной активности.

Полученные данные отражают особенности морфофункционального статуса школьников, сформировавшегося в процессе адаптации к изменяющимся социально-экономическим условиям и соответствующей среде обитания в исследованный период.

#### **Список литературы:**

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. Распоряжение Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р. [URL: http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=90601](http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=90601) Дата обращения: 15.06.2016 г.
2. Баранов А.А. Состояние здоровья детей в Российской Федерации /А.А Баранов //Педиатрия. – 2012. – Т. 91. – № 3. – С. 9–14.
3. Поляков А.Я. Окружающая среда и здоровье новосибирских школьников /А.Я. Поляков //Вестник Роспотребнадзора по Новосибирской области. – 2014. – № 2. – С. 38–41.
4. Гигуз Т. Л., Сорокина А.В., Поляков А.Я. Оценка физического развития детского населения школьного возраста г. Новосибирска при комплексном воздействии факторов среды обитания /Т.Л. Гигуз, А.В. Сорокина, А.Я. Поляков //Актуальные проблемы здоровья детей и подростков и пути их решения: Материалы 3-го Всероссийского конгресса с международным участием по школьной и университетской медицине / Под редакцией чл.-корр. РАМН профессора В.Р. Кучмы. – М., 2012. – С. 97–99.
5. Курганов В.В., Романова И.П., Поляков А.Я., Гигуз Т.Л., Сорокина А.В., Богачанов Н.Д. Влияние социально-гигиенических условий на функциональное состояние организма школьников на примере Республики Хакасии и города Новосибирска / В.В. Курганов, И.П. Романова, А.Я. Поляков, Т.Л. Гигуз, А.В. Сорокина, Н.Д.

- Богачанов. //Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – № 5 (278). – С. 33–35.
6. Поляков А.Я., Добринский А.А., Гигуз Т.Л., Сорокина А.В., Богачанов Н.Д. Влияние изменяющихся условий среды на морфофункциональный статус организма школьников /А.Я. Поляков, А.А. Добринский, Т.Л. Гигуз, А.В. Сорокина, Н.Д. Богачанов //Медицина труда и экология человека. – 2015. – № 3. – С.163–166.
  7. Яценко А.К., Транковская Л.В. Влияние факторов окружающей среды, обучения и воспитания на биологическое развитие детей /А.К. Яценко, Л.В. Транковская // Гигиена и санитария. – 2015. – № 5. – С. 102–107.
  - 1.

УДК 612.111:616.8(574.54)

**СОСТОЯНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПО ДАННЫМ  
ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА (ВСР)**

**У ЖИТЕЛЕЙ ЗОНЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КАТАСТРОФЫ ПРИАРАЛЬЯ**

**Баттакова Ш.Б., Козлова С.Н., Балтаева Ж.Е.**

РГКП «Национальный центр гигиена труда и профессиональных заболеваний» МЗ СР  
РК, Караганда, Казахстан

*Целью данного исследования являлось изучение состояния вегетативного гомеостаза с помощью метода оценки ВСР у населения зоны экологической катастрофы Приаралья. Был проведен анализ показателей ВСР. Особое внимание уделено спектральному анализу сердечного ритма.*

**Ключевые слова:** *вариабельность сердечного ритма, зона экологической катастрофы, вегетативный статус, спектральный анализ*

**CONDITION OF THE VEGETATIVE NERVOUS SYSTEM ACCORDING TO THE  
VARIABILITY OF THE CORDIAL RHYTHM (VCR) AT INHABITANTS OF THE ZONE  
OF ENVIRONMENTAL DISASTER OF PRIARALYA**

**Battakova Sh.B., Kozlova S.N., Baltayeva Zh.E.**

RSGE National Centre for Labour Hygiene and Occupational Diseases Ministry of Health and  
Social Development of Kazakhstan, Karaganda, Kazakhstan

*Objective of this research was studying of a condition of a vegetative homeostasis by means of VSR assessment method at the population of a zone of environmental disaster of Priaralya. The analysis of indicators of VSR has been carried out. The special attention is paid to the spectral analysis of a warm rhythm.*

**Key words:** *heart rate variability, a zone of ecological disaster, vegetative status, spectral analysis*

Здоровье и болезнь человека – производные окружающей и социальной среды. Здоровье нельзя рассматривать как нечто независимое, автономное. Человек – часть природы. Поэтому изменение окружающей природы неизменно приведет и к изменению здоровья человека. Одним из кризисных регионов Казахстана признана зона Приаралья. Экологическая обстановка в Приаралье в настоящее время продолжает ухудшаться, по своим эколого-климатическим, социально-экономическим и гуманитарным последствиям представляет прямую угрозу устойчивому развитию региона, здоровью, генофонду и будущему проживающих в нем людей [5].

Под влиянием длительного воздействия на организм различных факторов на самых начальных стадиях выявляются начальные сдвиги, которые имеют важное

значение в диагностике и лечении вегетативных расстройств. Весьма актуальным и практически значимым является исследование адаптационного потенциала системы кровообращения и адаптационных резервов на организменном уровне. Сердечный ритм является индикатором отклонений, возникающих в вегетативной нервной системе, причем изменение сердечного ритма – наиболее ранний прогностический признак многих заболеваний [1, 2]. При этом необходимо учитывать, что дисрегуляторные расстройства связаны с нарушениями вегетативного гомеостаза в целом, что отражается в изменениях параметров ВСР.

В настоящее время все более широкое распространение получает метод анализа ВСР, который предназначен для исследования и оценки вегетативной регуляции физиологических функций. Данный метод обусловлен тем, что демонстрирует возможность объективной оценки состояния вегетативного гомеостаза, взаимодействия симпатического и парасимпатического отделов ВНС, влияние автономного и центрального контуров управления ритмом сердца [4]. Исследования больных с неврологической патологией могут быть наилучшим способом доказательства нейрогенной природы нарушений волновой структуры сердечного ритма. Наиболее успешной в диагностике степени поражения вегетативных нервных волокон оказалась оценка показателей спектрального анализа [3].

**Целью** данного исследования являлось изучение состояния вегетативного гомеостаза с помощью метода оценки ВСР у населения зоны экологической катастрофы Приаралья.

#### **Материалы и методы.**

В рамках реализации НТП «Комплексные подходы в управлении состоянием здоровья населения Приаралья» были проведены исследования населения г. Аральск, п. Айтеке би, г. Шалкар и п. Атасу. Критерием включения является время проживания взрослого человека в зоне экологического бедствия не менее 5 лет. Для оценки вегетативного статуса были проанализированы показатели, имеющие, по нашему мнению, наиболее значимую прогностическую ценность: амплитуда моды (Амо), индекс напряжения регуляторных механизмов (ИН). При этом различают следующие компоненты спектральной мощности: высокочастотные (HF) – сопряжены с дыханием и отражают преимущественно влияние парасимпатической системы на сердечную мышцу; низкочастотные (LF) – связаны с активностью постганглионарных симпатических волокон и отражают модуляцию сердечного ритма симпатической нервной системой. Показатель LF характеризует состояние симпатического отдела вегетативной нервной системы, в частности системы регуляции сосудистого тонуса; очень низкочастотные (VLF) – характеризуют влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр, отражают состояние нейрогуморального и метаболического уровней регуляции.

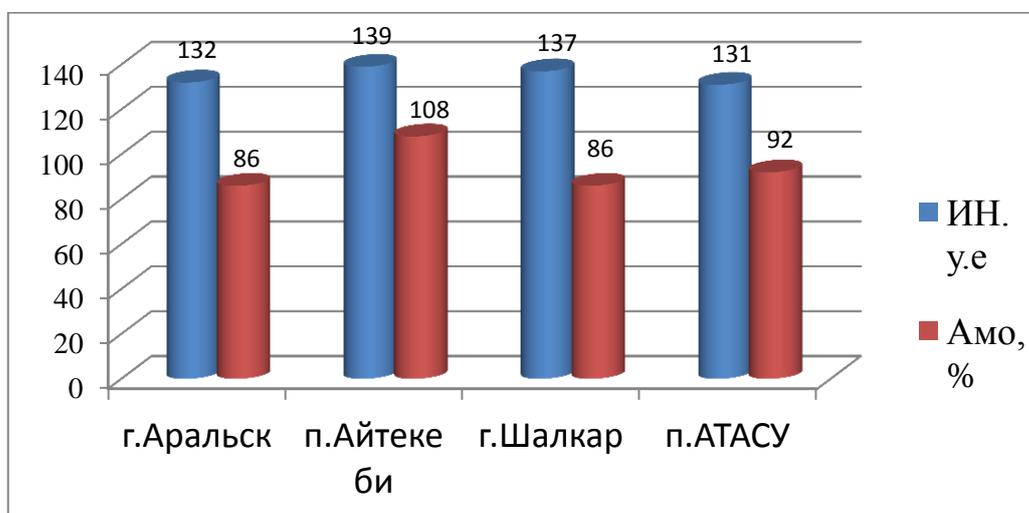
Полученные результаты статистически обработаны по программе электронных таблиц Excel в системе WINDOWS. Статистическая, геометрическая и спектральная обработка кардиоинтервалограмм осуществлялась по программе ИСКИМ-6.

### Результаты и обсуждение.

Нами был проведен анализ показателей ВСР у жителей Приаралья. Всего было обследовано в г. Аральск 910 человек, в п. Айтеке би 912, в г. Шалкар 791, в п. Атасу 781 человек. Сравнивая систему организации, управляющих воздействием и обеспечивающих достаточный уровень функционирования и лабильности адаптационных систем, можно отметить, что выявлены некоторые различия параметров, характеризующих состояние вегетативного гомеостаза у жителей данных регионов. Из показанных диаграмм показателей ИН и Амо в г. Аральск и п. Атасу выявлено незначительное превышение ИН (132 у.е. в г. Аральск, 131 у.е. в п. Атасу). При этом в п. Атасу показатели Амо выше, чем в г. Аральск.

Сравнение результатов ВСР п. Айтеке би и п. Атасу показало, что ИН в п. Айтеке би имел тенденцию к повышению (139 у.е. в п. Айтеке би, 131 у.е. в п. Атасу), Амо превышало на 16%, по сравнению с п. Атасу (рис. 1А).

У обследованных г. Шалкар выявлена также тенденция к увеличению показателей ИН (137 у.е.), по сравнению с показателями в п. Атасу (131 у.е.) (рис. 1 А).



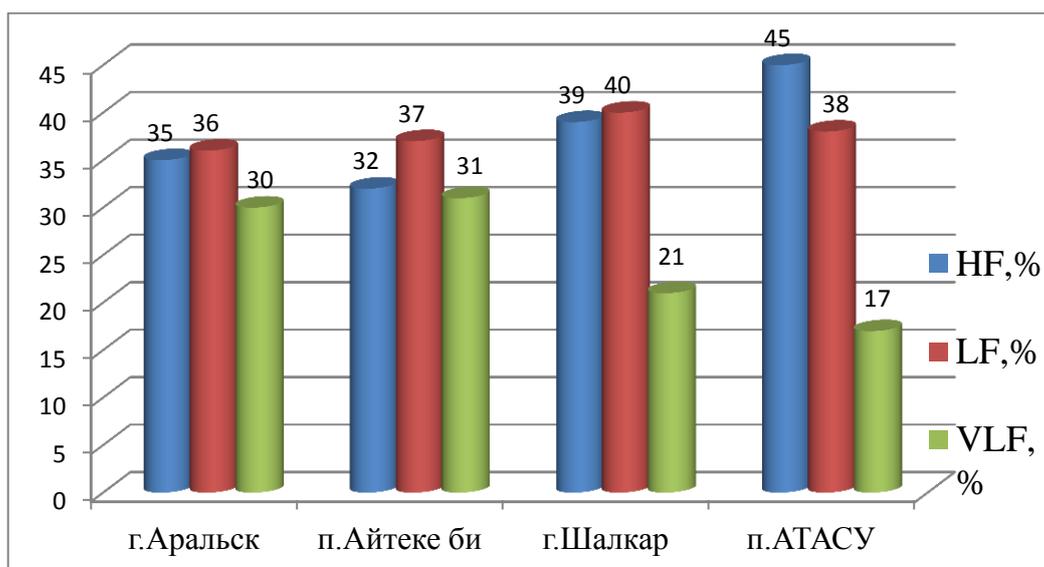
**А**

Примечание: ИН – индекс напряжения; Амо – амплитуда моды

Спектральная мощность HF и LF преобладала в п. Атасу, по сравнению с п.Айтеке би (45 мс, 38% в п. Атасу; 37% в п. Айтеке би соответственно). Высокочастотная составляющая спектра ВСР связана с активностью ядра блуждающего нерва и оказываемыми влияниями на синусовый узел. В структуре спектра определялось VLF значительное преобладание гуморально-метаболических влияний (мощность VLF составила 31%, а в п. Атасу 17%) над нервным каналом регуляции, что можно

рассматривать как проявление эустрессорной реакции организма со смещением вегетативного баланса.

При сравнении г. Аральск и п. Атасу выявлено, что мощность очень низкочастотных волн (VLF) в 1,8 раза выше г. Аральск, чем в п. Атасу. В г. Шалкар наблюдается преобладание показателей низкочастотных колебаний (LF), которые связаны с активностью постганглионарных симпатических волокон и отражают модуляцию сердечного ритма симпатической нервной системой. Низкочастотные колебания (LF) рассматриваются как маркер симпатической модуляции. Его повышение говорит о преобладании симпатического звена в регуляции сердечным ритмом, что в свою очередь свидетельствует о возрастающем напряжении регуляторных систем, то есть характеризует состояние системы регуляции сосудистого тонуса вазомоторным центром продолговатого мозга. Также в спектральном анализе преобладали волны очень низкочастотных колебаний (VLF), формирование которых может быть обусловлено влиянием надсегментарных отделов автономной нервной системы, эндокринных или гуморальных факторов на синусовый узел (в г. Шалкар составило 21 мс, в п. Атасу 17 мс) (рис. 1Б).



**Б**

*Примечание: HF– высокочастотные волны; LF- низкочастотные волны; VLF – очень низкочастотные волны*

Рисунок 1. Сравнительные показатели ВСП среди населения в зонах экологической катастрофы (зона сравнения п. Атасу)

**Вывод.** Таким образом, среди показателей анализа variability сердечного ритма в зоне экологической катастрофы в п. Айтеке би, по сравнению с гг. Аральск и Шалкар, отмечается превышение индекса напряжения (139 у.е., при норме 132 у.е.), амплитуды моды (108%, при норме 76%) и очень низкочастотной волны VLF (30 мс, при

норме 28 мс). По спектральному анализу в зоне сравнения п. Атасу значения высокочастотных волн (HF) оказалось больше, чем у перечисленных регионов. Повышение этих показателей приводит к усилению тонуса симпатической нервной системы. Это свидетельствует о перенапряжении, приводящем к срыву адаптации.

**Список литературы:**

1. Алейникова Т.В. Вариабельность сердечного ритма//Проблемы здоровья и экологии . – 2012. – № 1(31). – С.17–23.
2. Алиева А.М., Голухова Е.З., Пинчук Т.В. Вариабельность сердечного ритма при хронической сердечной недостаточности//Архивъ внутренней медицины. – 2013. – № 6(14). – С. 47–52.
3. Бабунц И.В., Мираджанян Э.М., Машаех Ю.А. Азбука анализа вариабельности сердечного ритма. – Ставрополь, 2011. – 112 с.
4. Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем / [Р.М. Баевский](#) (и др.) // [Вестник аритмологии](#). – 2001. – № 1. – С. 36–42.
5. Баттакова Ш.Б., Понизов Д.А., Тусупбаева А.Р. Психологическое здоровье населения Приаралья – п. Айтеке би и г. Аральск // Современная наука: Теоретический практический взгляд: матер. международной научно-практической конференции. – Уфа, 2015. – С.151–153.
6. Бурко Р.А. Экологические проблемы современного общества и их пути решения / Р.А. Бурко, Т.В. Терешина // Молодой ученый. – 2013. –№ 11. – С. 237–238.
7. Котельников С.А., Ноздрачев А.Д., Одинак М.М. Вариабельность ритма сердца: представление о механизмах // Физиология человека. – 2002. – № 28. – С. 130–143.
8. Самохвалова Е.В., Гераскина Л.А., Фонякин А.В. Ишемический инсульт и вариабельность ритма сердца // Креативная кардиология. – 2008. – № 1. – С. 93–100.

УДК 613.292 : 613.6

## **СЫВОРОТОЧНЫЙ ОКСИД АЗОТА И АДАПТАЦИЯ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ НА ФОНЕ ПРИЕМА ПРОДУКТА СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ**

**Колесов С.А., Рахманов Р.С., Блинова Т.В., Страхова Л.А., Чумаков Н.В.**

Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии,  
Н. Новгород, Россия

*Обследованы молодые мужчины-спортсмены, в том числе пловцы, находящиеся в интенсивном тренировочном процессе, половина которых дополнительно принимала продукт спортивного питания (ПСП), а также гребцы после месячного отдыха от тренировок.*

*Выявлено, что регулярные физические занятия способствуют существенному повышению уровня общих метаболитов оксида азота (NOx) в крови спортсменов. Прием ПСП приводит к еще большему увеличению концентрации этих метаболитов в крови. При этом максимальный рост показателя являлся отсроченным и наблюдался в течение месяца после окончания приема ПСП.*

*Повышение концентрации NOx в крови спортсменов-пловцов является адаптивной реакцией организма на физическую нагрузку, в основе которой лежит улучшение его энергообмена, за счет чего повышается эффективность деятельности.*

**Ключевые слова:** адаптация, физические нагрузки, спортсмены, оксид азота

## **SERUM NITRIC OXIDE AND ADAPTATION TO PHYSICAL LOADS DURING DIETARY ADMINISTRATION OF SPORT NUTRITION PRODUCT**

**Kolesov S.A., Rakhmanov R.S., Blinova T.V., Strakhova L.A., Chumakov N.V.**

Nizhny Novgorod research institute for hygiene and occupational pathology,  
Nizhny Novgorod, Russia

*The authors studied young male sportsmen including swimmers during intense training process (half of which was administrated sport nutrition product /SNP/) and oarsmen after one month of rest.*

*It was found that regular physical exercises contributed to a significant elevated level of total metabolites of nitric oxide (NOx) in blood of sportsmen. Administration of SNP increased concentration of these metabolites in blood still more. At the same time, a maximal increase of the index was postponed and observed for a month after cessation of SPN administration.*

*An increase of NOx concentration in blood of sportsmen-swimmers is an adaptive response of human body to physical load. Improvement of energy metabolism is the basis of the response and thus effectiveness of activity is increased.*

**Key words:** adaptation, physical loads, sportsmen, nitric oxide

В конце XX века было установлено, что такое простое соединение, как оксид азота, вырабатываемый эндогенно, является универсальным мессенджером и регулирует основополагающие системы функционирования организма. Это открытие коренным образом изменило представления о биохимических механизмах гомеостаза и не случайно, что его авторам была присуждена Нобелевская премия [1].

Интенсивное изучение участия эндогенного оксида азота в биохимических процессах обеспечения жизнедеятельности организма позволило выяснить, что способностью к регуляторным влияниям на организм обладает также экзогенная форма этого соединения, образующаяся из нитратов, получаемых с пищей [2].

Способность оксида азота вызывать вазодилатацию эндотелия сосудов, влиять на микроциркуляцию и регулировать важнейшие этапы энергообмена делает его важнейшим компонентом системы адаптационного ответа организма на физическую нагрузку [3]. Некоторые исследователи полагают, что оксид азота является основным фактором, обеспечивающим физическую работоспособность [4]. Однако данные, опубликованные по этой проблеме, разноречивы, что позволяет авторам последних печатных работ констатировать, что роль оксида азота в адаптивных реакциях к физическим нагрузкам выяснена еще недостаточно [5].

Все вышеизложенное послужило основанием для проведения настоящего исследования.

**Цель исследования:** определить количественные характеристики метаболитов системы оксида азота в сыворотке крови при интенсивных физических нагрузках и оценить особенности влияния алиментарных донаторов оксида азота на процессы адаптации к физической деятельности.

**Материал и методы.** В исследовании приняли участие 45 молодых мужчин-добровольцев, активно занимающихся циклическими видами спорта. Возраст колебался от 21 года до 26 лет и в среднем составлял 23 года.

Участники исследования были разделены на три равные группы по 15 человек в каждой. В первую (контроль) и вторую (опыт) группы были включены спортсмены-пловцы, участвовавшие в регулярных интенсивных тренировках. В течение двух недель перед первым и третьим исследованиями проводились три тренировки в неделю в течение 1 часа в бассейне и 1 занятие в тренажерном зале, перед вторым исследованием интенсивность тренировок была увеличена на 46% (четыре тренировки в бассейне и две тренировки в тренажерном зале). Всего перед первым и третьим исследованиями спортсмены проплыли по 15000 м, а перед вторым – 22000 м. При этом спортсмены-пловцы из опытной группы дополнительно в течение 15 суток ежедневно принимали «Продукт спортивного питания» (ПСП). Характеристики ПСП описаны в литературе [6], а состав приведен в таблице 1.

ПСП принимался под наблюдением медицинского работника из расчета 20,0 на 70 кг веса тела спортсмена.

Дополнительно однократно было исследовано количество общих метаболитов оксида (NOx) азота в крови в группе спортсменов-гребцов (третья группа) после их месячного отдыха от тренировок и соревнований.

Таблица 1

#### Состав продукта спортивного питания

№	Наименование компонента	Доля в готовом продукте (%)
1.	Арбузные семечки	16
2.	Шиповник	13
3.	Овес	10
4.	Шпинат	17
5.	Морская капуста	34
6.	Яичный белок	10
<b>Итого:</b>		100

Критерием включения участников в исследуемые группы явилось отсутствие респираторных инфекций, успешное прохождение стандартного комплекса лабораторных исследований и наличие информированного добровольного согласия.

Исследования в опытной и контрольной группах проводились три раза: исходное состояние оценивалось до начала приема ПСП (первое исследование), сразу после окончания приема ПСП (второе исследование) и через месяц после окончания приема ПСП (третье исследование).

Кровь для исследований отбирали утром натощак, путем венепункции локтевой вены. Сыворотку крови получали стандартным методом. Непосредственно перед взятием биоматериала – утром, после ночного отдыха в контрольной и опытной группах производилось изучение частоты сердечных сокращений (ЧСС) в покое и через 30 с после нагрузки. Накануне взятия крови и исследований сердечно-сосудистой системы (ССС) проводили оценку эффективности спортивной деятельности, в качестве которой использовали время (с) заплывов на дистанцию 100 м кролем на груди.

Уровень NOx определяли по методике В.А. Метельской [7].

Полученные данные подверглись проверке нормальности распределения по методу Колмогорова-Смирнова. В связи с отсутствием нормальности в распределении анализируемых признаков были использованы методы непараметрической статистики. Для описательной статистики рассчитывали среднюю арифметическую, медиану, минимальное и максимальное значения, 25% и 75% квантили. Достоверность различий полученных данных определяли по критерию Манна-Уитни (для несвязанных выборок) и по критерию Вилкоксона (для связанных выборок).

**Результаты и обсуждение.** Перед исследованием оксида азота в его динамике был проведен сравнительный анализ исходного уровня концентрации NOx в сыворотке

крови спортсменов разных групп в начале исследования, его результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Количество общих NOx (мкМ) в сыворотке крови спортсменов исследованных групп в исходном состоянии**

Статистические показатели	Спортсмены-гребцы после месяца отдыха	Контрольная группа (спортсмены-пловцы, первое исследование)	Опытная группа (спортсмены-пловцы, первое исследование)
Количество исследований	15	15	15
Средняя величина	46,80	110,40	133,00
Медиана	45,00	108,30	124,90
Минимум	22,80	22,40	83,30
Максимум	76,50	246,10	315,30
25% квартиль	36,00	87,40	103,10
75% квартиль	46,80	129,10	137,80
p (относительно спортсменов-гребцов до тренировок)		0,00	0,00

Как видно из представленных данных, в исходном состоянии (первое исследование) наименьшее содержание NOx в сыворотке крови отмечено у спортсменов-гребцов после месячного отдыха. Оно соответствовало уровню в 25,0–58,3 мкМ, выявленному в крови здоровых взрослых людей-неспортсменов авторами метода [7]. Более высокие показатели отмечены у спортсменов-пловцов в ходе регулярных физических нагрузок (тренировок). Разница в количестве NOx между опытной и контрольной группами статистически недостоверна, но обе группы имеют достоверную разницу в сравнении со спортсменами-гребцами. Такая разница в полученных данных связана с влиянием интенсивности физических нагрузок на уровень показателя [8]. Следует отметить, что в ходе тренировок Cubrilo D et al. (2011) именно у гребцов установлен самый высокий уровень NOx, по сравнению со спортсменами, занимающимися иными видами спорта [9].

На втором этапе анализа полученных данных осуществлялась оценка содержания NOx в образцах сыворотки крови, отобранных у спортсменов контрольной и опытной групп, на протяжении всего исследования. Выяснено, что уровень NOx в крови оказался более высоким у спортсменов опытной группы и составил 126,40 мкМ, по сравнению с

104,90 мкМ в контрольной группе. Выявленная разница в величине показателя является достоверной ( $p=0,00$ ).

На третьем этапе анализа полученных данных были изучены особенности динамических сдвигов величин NOx в крови у спортсменов опытной и контрольной групп в ходе исследования. Они представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Динамика количества общих NOx (в мкМ) в сыворотке крови спортсменов-пловцов опытной и контрольной групп в ходе исследования**

Статистические показатели	Контрольная группа (спортсмены-пловцы в ходе тренировок)			Опытная группа (спортсмены-пловцы в ходе тренировок с использованием ПСП)		
	Первое исследование	Второе исследование	Третье исследование	Первое исследование	Второе исследование	Третье исследование
Количество исследований	15	15	15	15	15	15
Средняя величина	121,70	95,00	114,50	118,80	135,70	144,50
Медиана	108,30	89,50	116,90	114,50	127,10	137,80
Минимум	87,40	64,50	70,80	85,40	83,30	83,30
Максимум	246,10	157,40	177,40	185,00	228,40	315,30
25% квартиль	102,10	66,60	81,00	97,90	95,80	116,60
75% квартиль	112,40	97,90	129,10	120,80	145,08	137,80
Достоверность различий (p) в опытной группе, относительно первого исследования				-	0,16	0,03

Полученные данные свидетельствовали о том, что у спортсменов опытной группы после приема ПСП уровень NOx в крови существенно увеличивался. Наибольшей величины этот показатель достигал через месяц после приема ПСП, превышая исходный уровень на 20%.

В контрольной группе спортсменов концентрация NOx, несмотря на увеличение интенсивности нагрузок, перед вторым исследованием не претерпевала существенных изменений, оставаясь на исходном уровне.

Полученные данные позволяют предположить различия в степени проявления адаптивных механизмов у спортсменов этих групп под влиянием приема ПСП.

Результаты эффективности спортивной деятельности у спортсменов исследуемых групп представлены в таблице 4.

Таблица 4

#### Улучшение результата времени заплыва (в секундах)

№ п/п	Время исследования	Группа	
		Контроль	Опыт
1	Начало исследования	0,00	0,000
2	Конец приема ПСП (второе исследование)	0,16	0,44
3	Конец наблюдения (третье исследование)	0,49	0,95

Из данных таблицы видно, что спортивные показатели выше в опытной группе спортсменов, по сравнению с контрольной. Такое повышение эффективности деятельности является следствием улучшения процессов адаптации к физическим нагрузкам, о чем свидетельствуют результаты исследования ССС у спортсменов (табл. 5).

У принимавших и не принимавших ПСП спортсменов установлена разнонаправленная реакция ССС на нагрузку. В опытной группе было определено урежение ЧСС, в контрольной – отмечена тенденция к учащению. Так, через 30 с после выполнения упражнений в опытной группе было отмечено достоверное урежение ЧСС (среднее значение – 167,60 уд. мин), она была также достоверно ниже, чем у лиц контрольной группы (среднее значение – 170,80 уд. мин).

Наблюдаемое в опытной группе статистически достоверное урежение ЧСС свидетельствует о повышении гипоксической устойчивости.

Таким образом, полученные результаты позволяют расценивать повышение концентрации NOx в сыворотке крови спортсменов как положительную реакцию, направленную на улучшение адаптивных реакций к физическим нагрузкам.

Анализируя данные литературы, следует отметить, что мнения о возможности пищевой коррекции концентраций NOx, соответственно, физической выносливости и улучшения адаптации к физическим нагрузкам разнятся. Часть авторов не находят положительного влияния приема пищевых донаторов оксида азота на процессы адаптации [10], другие приводят доказательства об обратном [11]. Полученные в наших исследованиях данные подтверждают мнение о возможности с помощью ПСП вызвать прирост концентрации NOx в крови и улучшение адаптивных процессов к физической деятельности. По данным литературы, в основе этого действия лежит способность оксида азота улучшать функционирование эндотелия, расширять сосуды,

оптимизировать окислительные процессы в митохондриях и уменьшать потребление тканями кислорода [11].

Таблица 5

**Показатели ЧСС (уд. мин) через тридцать секунд после выполнения нагрузки в динамике наблюдения**

№	Показатели	ЧСС через 30 с после нагрузки					
		1 исследование (исходное состояние)		2 исследование		3 исследование	
		Контроль- ная группа	Опытн ая группа	Контроль- ная группа	Опытная группа	Контроль- ная группа	Опытн ая группа
1.	n	15	15	15	15	15	15
2.	Средняя величина	170,80	170,80	171,20	168,40	170,80	167,60
3.	Медиана	174,00	17,004	174,00	168,00	168,00	168,00
4.	Минимум	162,00	162,00	168,00	162,00	168,00	162,00
5.	Максимум	174,00	180,00	174,00	174,00	174,00	174,00
6.	25% квартиль	168,00	168,00	168,00	168,00	168,00	168,00
7.	75% квартиль	174,00	174,00	174,00	168,00	174,00	168,00
8.	p относительно исходного	-	-	0,03	0,00	0,50	0,00
9.	p относительно контрольной группы	-	-	-	0,46	0,03	0,01

К настоящему времени известно, что эндогенный оксид азота синтезируется в организме ферментами NO-синтазами из L-аргинина (предшественником которого является L-цитруллин). Кроме того, известно, что и пищевые нитраты могут быть источником для производства эндогенного оксида азота; при помощи тканевых нитрат – и нитритредуктаз: нитраты пищи быстро абсорбируются в верхних отделах

желудочно-кишечного тракта и транспортируются кровотоком в слюнные железы, где преобразуются в нитриты при помощи бактерий, затем попадают в большой круг кровообращения, где могут быть дополнительно окислены в кровеносных сосудах, сердце, скелете и других тканях, образуя биоактивный оксид азота [12]. Поскольку в ПСП достаточно велика доля шпината, который содержит большое количество нитратов, а также арбузных семечек (арбузы известны как богатый источник L-цитруллина) – этот продукт может служить донатором оксида азота [13].

Обращает на себя внимание тот факт, что максимальное увеличение содержания NOx в крови спортсменов выявилось отсроченно, через месяц после окончания приема ПСП. По всей вероятности, это связано с тем, что часть оксида азота, синтезируемого из внешних источников, быстро поступает в кровь и увеличивает в ней общий пул NOx. В печатных работах имеются данные о пролонгированном (до полумесяца) действии пищевых нитратов [14]. Поскольку ПСП в своем составе содержит большое количество микроэлементов, витаминов, аминокислот, которые не только улучшают метаболизм организма в целом, но также являются предшественниками оксида азота [13], то вполне закономерно предположить, что пролонгированный и увеличенный синтез оксида азота обеспечивается за счет этих компонентов ПСП.

**Заключение.** В результате проведенных исследований выявлено, что регулярные физические тренировки способствуют существенному повышению уровня NOx в крови спортсменов-пловцов. Дополнительный прием ими ПСП приводит к существенному увеличению концентрации этих метаболитов в крови. При этом максимальный рост показателя являлся отсроченным и наблюдался в течение месяца после окончания приема ПСП.

Повышение концентрации NOx в крови спортсменов-пловцов является адаптивной реакцией организма на физическую нагрузку, в основе которой лежит улучшение его энергообмена (выявляемое по показателям ССС), за счет которого, в свою очередь, повышается эффективность деятельности.

#### **Список литературы:**

1. Сосунов А.А. Оксид азота как межклеточный посредник / А.А. Сосунов // Соревский образовательный журнал. – 2000. – № 6. – С. 27–34.
2. Lundberg J.O. Biology of nitrogen oxides in the gastrointestinal tract / J.O. Lundberg, E.Weitzberg // Gut. – 2013. – V. 62. – № 4. – P. 616–629.
3. Rimer E.G. Acute Dietary Nitrate Supplementation Increases Maximal Cycling Power in Athletes / E.G. Rimer, L.R. Peterson, A.R. Coggan, J.C.Martin // Int J Sports Physiol Perform. – 2015. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26641379> (дата обращения 28.04.2016).
4. Gilchrist M. Dietary nitrate – good or bad? / M. Gilchrist, P.G. Winyard, N. Benjamin // Nitric Oxide. – 2010. – V. 22. – № 2. – P.104–109.

5. Mason S.A. Muscle redox signalling pathways in exercise. Role of antioxidants / S.A. Mason, D. Morrison, G.K. McConell, G.D. Wadley. // *Free Radic Biol Med.* -2016. UR.L: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26912034> (дата обращения 26.04.2016).
6. Белоусько Н.И. Состав продукта спортивного питания / Н.И. Белоусько, А.Е. Груздева, Р.С. Рахманов // URL: <http://www.findpatent.ru/patent/253/2533002.html> (дата обращения 26.04.2016).
7. Метельская В.А. Скрининг-метод определения уровня метаболитов оксида азота в сыворотке крови / В.А. Метельская, Н.Г. Гуманова // *Клин. лаб. диагн.* – 2005. – № 6. – С. 15–18.
8. Djordjevic D.Z. Comparison of blood pro/antioxidant levels before and after acute exercise in athletes and non-athletes / D.Z. Djordjevic, D.G. Cubrilo, N.S. Barudzic, M.S. Vuletic, V.I. Zivkovic, M. Nestic, D. Radovanovic, D.M. Djuric, V.L. Jakovljevic // *Gen Physiol Biophys.* – 2012. – V. 31. – № 2. – P. 211–219.
9. Cubrilo D. Oxidative stress and nitrite dynamics under maximal load in elite athletes: relation to sport type / D. Cubrilo, D. Djordjevic, V. Zivkovic, D. Djuric, D. Blagojevic, M. Spasic, V. Jakovljevic // *Mol Cell Biochem.* – 2011. –V.355. – № 1–2. – P.273–279.
10. Sandbakk S.B. Effects of acute supplementation of L-arginine and nitrate on endurance and sprint performance in elite athletes / S.B. Sandbakk, O. Sandbakk, O. Peacock, P. James, B. Welde, K. Stokes, N. Böhlke, A.E.Tjonna // *Nitric Oxide.* – 2015. – № 48. – P. 10–15.
11. Poortmans J.R. Nitrate supplementation and human exercise performance: too much of a good thing? / J.R. Poortmans, B. Gualano, A. Carpentier // *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* – 2015. – V.18. – № 6. – P.599-604.
12. Larsen F.J. Regulation of mitochondrial function and energetics by reactive nitrogen oxides / F.J. Larsen, T.A. Schiffer, E. Weitzberg, J.O. Lundberg // *Free Radic Biol Med.* – 2012. – V. 53. – № 10. – P.1919–1928.
13. Осипенко А.А. Роль системы оксида азота в процессах адаптации организма к физическим нагрузкам / А.А Осипенко. // *Наука в олимпийском спорте.* – 2014. – № 1. – С. 23–30.
14. Jones A.M. Dietary nitrate and O<sub>2</sub> consumption during exercise / A.M. Jones, S.J. Bailey, A. Vanhatalo // *Med Sport Sci.* – 2012. – № 59. – P. 29–35.