

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

***2021. №3,  
Сетевое издание ISSN 2411-3794***



12+

[uniimtech.ru](http://uniimtech.ru)

# Медицина труда и экология человека

2021, №3

ISSN 2411-3794

## Occupational health and human ecology

2021, №3

### 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),  
И.В. Бухтияров, д.м.н., проф., член-корр. РАН  
(Россия, Москва),

В.Ю. Ананьев, к.м.н. (Россия, Москва),  
Н.В. Зайцева, д.м.н., акад. РАН (Россия, Пермь),  
А.В. Зеленко, к.м.н. (Белоруссия, Минск),  
Г.Е. Косяченко, д.м.н. (Белоруссия, Минск),

И.З. Мустафина, к.м.н. (Россия, Москва),  
В.Н. Ракитский, д.м.н., акад. РАН (Россия, Москва),  
С.Х. Сарманаев, д.м.н., проф. (Россия, Москва),  
С.А. Горбанев, д.м.н. (Россия, Санкт-Петербург),  
И.В. Май, д.б.н., проф. (Россия, Пермь),  
Н.В. Богданова, Ph.D (Германия, Ганновер),

Ю.А. Рахманин, д.м.н., проф., акад. РАН (Россия,  
Москва),

А.Я. Рыжов, д.б.н., проф. (Россия, Тверь),  
Е.Г. Степанов, к.м.н. (Россия, Уфа),

В.Ф. Спиринов, д.м.н., проф. (Россия, Саратов),  
С.И. Сычик, к.м.н. (Белоруссия, Минск),  
В.А. Тутельян, д.м.н., проф., акад. РАН (Россия,  
Москва),

Х.Х. Хамидулина, д.м.н., проф. (Россия, Москва),  
С.А. Хотимченко, д.м.н., проф., член-корр. РАН  
(Россия, Москва),

Т.Н. Хамитов, к.м.н. (Казахстан, Караганда),  
А.Н. Данилов, д.м.н., проф. (Россия, Саратов),  
М.П. Сутункова, к.м.н. (Россия, Екатеринбург),  
И.К. Романович, д.м.н., проф., акад. РАН (Россия,  
Санкт-Петербург)

### Редакционная коллегия:

Э.Т. Валеева, д.м.н. (Россия, Уфа),  
Т.В. Викторова, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),  
М.Г. Гайнуллина, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),  
Т.Р. Зулъкарнаев, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),  
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),  
Р.А. Сулейманов, д.м.н. (Россия, Уфа),  
З.С. Терегулова, д.м.н., проф. (Россия, Уфа),  
Л.М. Масыгутова, д.м.н. (Россия, Уфа),  
З.Ф. Гимаева, д.м.н. (Россия, Уфа),  
Э.Р. Шайхлисламова, к.м.н. (Россия, Уфа)

### Редакция:

зав. редакцией – Батисова С.М.  
научный редактор – Каримов Д.О.

переводчики – Палютина З.Р., Башарова Г.М.  
корректор – Ахмадиева 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  
29.05.2020, НОМЕР СВИДЕТЕЛЬСТВА ЭЛ № ФС77-78392

Журнал входит в Перечень российских рецензируемых научных журналов, которые рекомендованы Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации (ВАК) для публикации результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук

Перепечатка текстов без разрешения редакции запрещена.

При цитировании материалов ссылка на журнал обязательна.

Возрастное ограничение: 12+. Подписано в печать: 24.09.2021 г.

©ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», 2021

# Occupational Health and Human Ecology

2021. №3

ISSN 2411-3794

## Founder

Federal State-Funded Institution of Science

Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology

**Editor-in-Chief** – A.B. Bakirov, M.D., Professor of Medicine, Academician of the Bashkortostan Academy of Sciences - Director,  
Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology

**Deputy Chief Editor** – G.G. Gimranova, M.D.

## Editorial Board:

A.Yu. Popova, M.D., Professor of Medicine (Russia, Moscow),

I.V. Bukhtiyarov, M.D., Professor of Medicine, Corresponding member of RAS (Russia, Moscow),

V.Yu. Ananiev, Ph.D. (Russia, Moscow),

N.V. Zaitseva, M.D., Academician of RAS (Russia, Perm),

A.V. Zelenko, Ph.D. (Medicine) (Belarus, Minsk),

G.E. Kosyachenko, M.D. (Belarus, Minsk),

I.Z. Mustafina, Ph.D. (Medicine) (Russia, Moscow),

V.N. Rakitsky, M.D., Academician of RAS (Russia, Moscow),

S.Kh. Sarmanaev, M.D., Professor of Medicine (Russia, Moscow),

S.A. Gorbanev, M.D. (Russia, St. Petersburg),

I.V. May, Doctor of Biology, Professor (Russia, Perm),

N.V. Bogdanova, Ph.D. (Germany, Hanover),

Yu.A. Rakhmanin, M.D., Professor of Medicine (Russia, Moscow),

A.Ya. Ryzhov, Doctor of Biology, Professor (Russia, Tver),

E.G. Stepanov, Ph.D. (Medicine) (Russia, Ufa),

V.F. Spirin, M.D., Professor of Medicine (Russia, Saratov),

S.I. Sychik, Ph.D. (Medicine) (Belarus, Minsk),

V.A. Tutelian, M.D., Professor of Medicine, acad. of RAS (Russia, Moscow),

Kh.Kh. Khamidulina, M.D., Professor of Medicine (Russia, Moscow),

S.A. Khotimchenko, M.D., Professor of Medicine, Corresponding member of RAS (Russia, Moscow),

T.N. Khamitov, Ph.D. (Medicine) (Kazakhstan, Karaganda),

A.N. Danilov, M.D., Professor of Medicine (Russia, Saratov),

M.P. Sutunkova, Ph.D. (Russia, Yekaterinburg),

I.K. Romanovich, M.D., Professor of Medicine (Russia, St. Petersburg)

## Editorial Council:

E.T. Valeeva, M.D. (Russia, Ufa),

T.V. Viktorova, M.D., Professor of Medicine (Ufa, Russia),

M.G. Gainullina, M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),

T.R. Zulkarnaev, M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),

L.M. Karamova, M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),

L.K. Karimova, M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),

V.O. Krasovsky, M.D. (Russia, Ufa),

R.A. Suleymanov, M.D. (Russia, Ufa),

Z.R. Teregulova, M.D., Professor of Medicine (Russia, Ufa),

L.M. Masyagutova, M.D. (Russia, Ufa),

Z.F. Gimaeva, M.D. (Russia, Ufa),

E.R. Shaikhislamova, Ph.D. (Medicine) (Russia, Ufa)

## Editors:

Managing Editor - Batisova S.M.

Science Editor - Karimov D.O.

Translators - Palyutina Z.R., Basharova G.M.

Proofreader - Ahmadiyeva R.R.

Editorial office: Russian Federation, 450106, Republic of Bashkortostan, 94, Kuvykina Ul., Ufa.

Phone: (347) 255-19-57, fax: (347) 255-56-84

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

The electronic version of the journal is on the website <http://uniimtech.ru/>

REGISTERED IN THE FEDERAL SERVICE FOR SUPERVISION IN THE FIELD OF COMMUNICATION, INFORMATION TECHNOLOGIES AND MASS COMMUNICATIONS 29.05.2020, CERTIFICATE NUMBER EL No. FS77-78392

The magazine is included in the list of peer-reviewed scientific journals and publications recommended by the Higher Attestation Commission of the Russia under the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (HAC) for publishing the main scientific results of a dissertation for the degree of candidate and doctor of sciences.

Reprinting of texts without permission of the publisher is prohibited.

When quoting materials reference to the journal is required.

Age restriction: 12+. Signed to print: 24.09.2021

© Federal State-Funded Institution of Science "Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology", 2021

# СОДЕРЖАНИЕ

## ПЕРЕДОВАЯ СТАТЬЯ

- 6 **РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ПО ОЦЕНКЕ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ РАБОТНИКОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**  
Бакиров А.Б., Шайхлисламова Э.Р., Волгарева А.Д., Каримова Л.К., Гимранова Г.Г.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И СОЦИАЛЬНАЯ ГИГИЕНА

- 13 **К ОЦЕНКЕ АДАПТИВНЫХ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА КУРСАНТОВ КАДЕТСКОЙ ШКОЛЫ**  
Эйсфельд Д.А., Штина И.Е., Валина С.Л., Устинова О.Ю.
- 23 **ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ДЕТЕЙ ПЕРВОГО ГОДА ЖИЗНИ В РАЙОНАХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**  
Гайсин А.А., Валеев Т.К., Нигматуллин И.М.
- 33 **САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА УТИЛИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ МНОГОПРОФИЛЬНОГО ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ**  
Шаповал И.В., Мулдашева Н.А., Каримова Л.К., Степанов Е.Г.

## ГИГИЕНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- 44 **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИЯХ С НАЛИЧИЕМ И ОТСУТСТВИЕМ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ЦЕМЕНТНОЙ ПЫЛЬЮ**  
Щербатов А.Ф., Новикова И.И., Ивлева Г.П.
- 62 **ВЛИЯНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**  
Рафиков С.Ш., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р., Бактыбаева З.Б., Рахматуллина Л.Р.
- 76 **ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОФИЛАКТИКИ НАРУШЕНИЙ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЦЕМЕНТНОЙ ПЫЛИ**  
Новикова И.И., Щербатов А.Ф., Михеев В.Н., Сорокина А.В., Зубцовская Н.А.

## ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ

- 96 **ОЦЕНКА АПРИОРНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ РАБОТНИКОВ ОСНОВНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ГРУПП ПРОИЗВОДСТВА МАШИНОСТРОЕНИЯ**  
Валеева Э.Т., Галимова Р.Р., Степанов Е.Г.

- 109 **ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ХОЛОДОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ТЕРРИТОРИЯХ РЕГИОНА С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ КЛИМАТА**  
Нарутдинов Д.А., Рахманов Р.С., Богомоллова Е.С., Разгулин С.А., Потехина Н.Н.

## ВОПРОСЫ ПИТАНИЯ

- 124 **ИССЛЕДОВАНИЕ СОКОВОЙ ПРОДУКЦИИ НА СОДЕРЖАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ**  
Мухаммадиева Г.Ф., Бакиров А.Б., Кудояров Э.Р., Валова Я.В., Зиатдинова М.М., Каримов Д.О., Даукаев Р.А.

- 132 **ОЦЕНКА ХАРАКТЕРА ПИТАНИЯ МУЖСКОГО НАСЕЛЕНИЯ, ЗАНЯТОГО В ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**  
Мусабилов Д.Э., Назарова Л.Ш., Аллаярова Г.Р., Даукаев Р.А., Зеленковская Е.Е., Фазлыева А.С., Каримов Д.О.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

- 143 **МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СТРУКТУРЕ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ ПРИ ТОКСИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ**  
Репина Э.Ф., Тимашева Г.В., Хуснутдинова Н.Ю., Байгильдин С.С., Каримов Д.О., Мухаммадиева Г.Ф., Валова Я.В., Мусина Л.А.

## СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА

- 153 **РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СОСТАВА ТЕЛА И СОМАТОТИПОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ТРИАТЛЕТОВ-ЮНИОРОВ**  
Выборная К.В., Семенов М.М., Раджабкадиев Р.М., Никитюк Д.Б.

УДК 001:89 :613.6.02 : 613.64

**РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ  
ПО ОЦЕНКЕ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ РАБОТНИКОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ  
ВОЗДЕЙСТВИИ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

**Бакиров А.Б., Шайхлисламова Э.Р., Волгарева А.Д., Каримова Л.К., Гимранова Г.Г.**

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

*Представлены итоги пятилетней работы по выполнению государственного задания Роспотребнадзора по научно-исследовательским темам «Гигиенические аспекты оценки и управления профессиональным риском (в том числе индивидуальным) и профилактики профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний у работников ведущих отраслей промышленности и сельского хозяйства» и «Методическое обеспечение по минимизации рисков воздействия физических факторов у работников ведущих отраслей экономики», посвященным вопросам обоснования комплексных мер по оценке и управлению риском для здоровья работников, занятых добычей полезных ископаемых. Намечены перспективные направления практической реализации выполненных научных исследований.*

**THE RESULTS OF RESEARCH WORKS ON THE ASSESSMENT OF RISKS TO THE  
HEALTH OF EMPLOYEES UNDER THE INDUSTRIAL IMPACT OF PHYSICAL FACTORS**

**Bakirov A. B., Shaikhislamova E. R., Volgareva A.D., Karimova L. K., Gimranova G. G.**

Ufa Research Institute of Occupational Medicine and Human Ecology, Ufa, Russia

*The results of the five-year work on the implementation of the state task of Rosпотребнадзор on the research topics "Hygienic aspects of assessment and management of occupational risk (including individual) and prevention of occupational and professionally caused diseases in employees of leading industries and agriculture" and "Methodological support for minimizing the risks of exposure to physical factors in employees of leading sectors of the economy", devoted to the justification of comprehensive measures for assessing and managing the health risk of workers engaged in mining. Promising directions of practical implementation of the performed scientific research are outlined.*

Прошедший год стал завершающим для научных организаций Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по реализации отраслевой программы на 2016–2020 гг. «Гигиеническое научное обоснование минимизации рисков здоровью населения России».

Ключевой и в то же время проблемной задачей в области медицины труда по-прежнему остается оценка качественной и количественной степени профессиональных рисков нарушений здоровья у различных контингентов работающих и выработка

механизмов и инструментов управления уровнями вредного воздействия производственных факторов на работников в процессе их трудовой деятельности.

К одной из базовых и экономически успешных отраслей экономики, составляющей существенную часть валового регионального продукта Республики Башкортостан, относится добыча полезных ископаемых, где сохранение трудовых ресурсов имеет решающее значение для обеспечения высокой производительности труда, конкурентоспособности и финансовой стабильности предприятий. В то же время данные многочисленных исследований и официальной статистики свидетельствуют о высоких профессиональных рисках, связанных с потенциально опасными условиями труда на предприятиях отрасли, где удельный вес работников, занятых во вредных и опасных условиях труда достигает 60-80%, а уровень профессиональной заболеваемости превышает общероссийский в десятки раз.

В производствах по добыче полезных ископаемых приоритетными неблагоприятными факторами рабочей среды, формирующими риск ущерба здоровью работников, являются шум и вибрация, в условиях которых до настоящего времени занято соответственно 32,9 и 12,5% работников отрасли.

Учеными ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» обобщены результаты многолетних исследований по изучению профессиональных рисков, характеризующих частоту развития профессиональной и профессионально обусловленной патологии, обусловленной неблагоприятным воздействием физических производственных факторов на примере предприятий по добыче полезных ископаемых, расположенных в Приволжском Федеральном округе.

Как известно, физические производственные факторы являются основными этиологическими причинами развития профессиональной патологии, в структуре которой на долю вибрационной болезни и нейросенсорной тугоухости приходится значительная часть. Кроме того, повышенные уровни шума и вибрации вызывают разнообразные физиологические изменения в организме человека, негативно влияют на вегетативную и гормональную регуляцию, вызывают активацию перекисного окисления липидов, тканевую гипоксию, снижение антиоксидантной защиты, нарушение микроциркуляции, изменение реактивности центральной нервной системы, следствием чего являются расстройства регулируемых органов и систем организма.

Изучение с гигиенических позиций технологических процессов добычи и переработки полезных ископаемых позволило выявить наличие ряда вредных производственных факторов физической и химической природы, а также факторов трудового процесса, в числе которых производственный шум, вибрация, воздействие вредных веществ, неблагоприятный микроклимат, тяжесть и напряженность труда. Вместе с тем условия труда в конкретных профессиональных группах характеризуются сочетанием преобладающих факторов, интенсивность которых превышает гигиенические нормативы.

Условия труда бурильщиков капитального ремонта скважин и их помощников характеризуются сочетанным воздействием шума, вибрации, тяжести и напряженности труда (общая оценка условий труда соответствует 3 классу 3-4 степени вредности); операторов добычи нефти и газа (ДНГ) – производственного шума, тяжести и напряженности

трудового процесса (общая оценка – класс 3.1); машинистов агрегатов по обслуживанию нефтегазопромыслового оборудования – шума, вредных химических веществ, пониженных и повышенных температур наружного воздуха (общая оценка – класс 3.2-3.3); операторов по капитальному и подземному ремонту скважин (КРС, ПРС) – аналогичным комплексом производственных факторов, воздействующих на бурильщиков, но меньшей интенсивности (общая оценка – класс 3.3).

Итоговая оценка условий труда проходчика при работе с ручным виброинструментом определяется локальной вибрацией, шумом и тяжестью труда, интенсивность воздействия которых соответствует классам 3.2-3.3; при работе на буровых установках – классам 2-3.3; машинистов погрузочно-доставочных машин (ПДМ) – наличием повышенных уровней шума (класс 3.2); крепильщиков и машинистов экскаваторов – повышенной тяжестью труда (класс 3.2). Помимо этого, у работников этих профессий имело место сочетанное воздействие двух и более факторов, уровни каждого из которых соответствовали классу 3.1, что в конечном счете определило общую оценку как вредную от 2 до 4 степени вредности (класс 3.2-3.4).

Таким образом, среди всего комплекса вредных факторов рабочей среды, воздействующих на работников ведущих профессий при добыче полезных ископаемых, приоритетными являются шум в комбинации с вибрацией, что связано как с ростом механизации и автоматизации современного производства, так и с длительным использованием не отвечающего санитарным нормам устаревшего оборудования.

При выполнении различных технологических операций по добыче топливных ископаемых на рабочих местах эквивалентный скорректированный уровень звука достигает 86-97 дБА, что соответствует классу условий труда 3.2-3.3; эквивалентные скорректированные значения общей виброскорости при спускоподъемных операциях и обслуживании вибростата превышают ПДУ на 3-6 дБ; локальной вибрации при обслуживании буровой установки – на 2 дБ. При добыче руды уровни шума превышают ПДУ на 2-23 дБА (класс 3.1-3.3); виброускорения при работе пневматических отбойных молотков, ручных перфораторов и гидромониторов – до 9 дБ (класс 3.3).

«Высокий» класс априорного профессионального риска согласно Р.2.2.1766-03 определен для бурильщиков эксплуатационного бурения скважин и проходчиков, «средний-выше среднего» – для операторов ПРС, КРС, машинистов агрегатов и «средний» – для операторов ДНГ, крепильщиков, машинистов ПДМ и экскаваторов.

Прямым подтверждением неблагоприятной ситуации с условиями труда в отрасли служит профессиональная заболеваемость (ПЗ), уровень которой в Российской Федерации в 2018 г. составлял 25,01 случаев на 10 тыс. работников при среднероссийском показателе 1,17<sup>0</sup>/<sub>000</sub>, в Республике Башкортостан – 5,0 на 10 тыс. работников при региональном показателе 0,31<sup>0</sup>/<sub>000</sub>. При этом в течение нескольких десятилетий в структуре профессиональной патологии заболевания от воздействия физических производственных факторов находятся на первом месте, среди которых нейросенсорная тугоухость составляла 55,13%, вибрационная болезнь – 42,88%, моно- и полинейропатия – 1,75%.

С общероссийской тенденцией согласуются и данные по Республике Башкортостан. За последнее десятилетие доля вновь диагностируемых случаев профессиональной



нейросенсорной тугоухости увеличилась с 42 до 54,1% к 2018 г., в то время как частота вибрационной болезни сократилась с 64,9 до 46,4%.

Установлено, что уровень ПЗ за последние годы на предприятии по добыче руды колебался от 1,7 до 29,7 случаев на 10 тыс. работников, на предприятиях по добыче топливно-энергетических полезных ископаемых – до 32,7<sup>0</sup>/000. Показано, что профессиональная патология у работников формируется преимущественно за счет шумо-вибрационного воздействия, доля которой в структуре составляла 43,2%. Высокий риск развития вибрационной болезни имели проходчики, бурильщики, машинисты экскаватора, бульдозера, буровых установок, ПДМ и водители, нейросенсорной тугоухости – машинисты агрегатов, взрывники, проходчики, машинисты ПДМ.

Уровень профессионального риска по показателям ПЗ соответствовал «низкому-выше среднего»; по индексу профессионального заболевания для большинства профессиональных групп – «высокому» как для вибрационной болезни, так и для нейросенсорной тугоухости.

На основании расчета показателей относительного риска и этиологической доли у работников, занятых добычей полезных ископаемых, определена степень профессиональной обусловленности хронических неинфекционных заболеваний. Особое внимание при этом обращено на состояние сердечно-сосудистой, костно-мышечной систем (КМС) и органа слуха как наиболее уязвимых систем организма к воздействию физических производственных факторов.

По риску формирования заболеваний КМС величины относительного риска варьировали в диапазоне от высокого (крепильщики, RR–2,8, EF–64,5%, машинисты ПДМ, RR–2,6, EF – 61,8%) до очень высокого (проходчики, RR – 3,7, EF – 72,9%, операторы КРС, ПРС, бурильщики и машинисты агрегатов, RR – 3,9-4,8, EF – 73,6-79,2%); по риску формирования сенсоневральных нарушений – от среднего (машинисты ПДМ, RR –1,7, EF – 40,1%, операторы ДНГ, RR –1,7; EF –41,2%) до очень высокого (машинисты экскаваторов и проходчики, RR –3,8-4,0, EF – 73,4-75,0%; машинисты агрегатов, RR –4,2, EF –76,2%); по риску развития болезней системы кровообращения – от среднего (проходчики, крепильщики, RR – 1,8-2,0, EF 44,6-49,6%) до высокого (машинисты экскаваторов, RR –2,9, EF –65,3%).

Получены результаты, свидетельствующие о наличии легких нарушений функции слуховой трубы и снижении объема рефлекторной деятельности внутришных мышц при длительном воздействии шума, что, в свою очередь, может обуславливать повышенную ранимость рецепторных клеток улитки. Следовательно, сочетанное действие шума и других факторов в условиях добычи ископаемых вызывает поражение звуковоспринимающего и звукопроводящего аппарата слухового анализатора. Нарушения, ухудшающие физиологическую защиту органа слуха от интенсивного шума и способствующие развитию патологии в звуковоспринимающих элементах улитки, по-видимому, являются одним из патогенетических звеньев формирования профессиональной сенсоневральной тугоухости у рабочих анализируемых отраслей экономики.

Доказана этиологическая доля сосудистого фактора в формировании профессиональной патологии органа слуха. Выявлена зависимость интенсивности и

продолжительности воздействия шумового фактора в течение рабочего времени на ответные реакции со стороны сердечно-сосудистой системы: угнетение периферической вегетативной регуляции миокарда и функциональной недостаточности синусового узла; нарушения церебральной гемодинамики, затрагивающие как артериальное, так и венозное русло; значимое повышение уровня продуктов перекисного окисления липидов; высокая частота отклонений липидного обмена.

Профессиональная тугоухость на фоне сосудистой патологии характеризуется сокращением сроков развития, дополнительным повышением порогов слуха в области высоких частот, постепенным исчезновением специфических для шумового поражения аудиологических признаков с формированием «пологонисходящего» типа кривой. Отмечается корреляция частоты артериальной гипертензии с различными уровнями шумового воздействия. Высокая частота сосудистой гипертензии, выявленная у рабочих с нарушением слуха, подтверждает надежность выводов о роли гемодинамических нарушений в патогенезе слуховых расстройств, которые, в свою очередь, могут быть одними из ранних признаков неблагоприятного воздействия на организм производственных факторов.

При рассмотрении особенностей влияния шумовибрационного фактора на состояние микроциркуляторного русла у работников добычи полезных ископаемых получены значимые сосудистые изменения конъюнктивы глаза в виде нарушения формы сосудов и характера кровотока в спазмированных микрососудах, образования аневризматических расширений сосудов микроциркуляторного русла, сладж-феномена в посткапиллярных венулах и капиллярах, внутрисосудистой агрегации эритроцитов. Данные нарушения приводят к изменению проницаемости гематолабиринтного барьера, снижению доставки кислорода к волосковым клеткам, метаболическим нарушениям и дегенеративному перерождению нервных элементов периферического рецептора слухового анализатора, ствола слухового нерва и слуховых центров.

При изучении липидного обмена у работников основных профессий выявлено статистически значимое по сравнению с группой контроля повышение уровня атерогенных липидов ( $p < 0,01$ ).

Состояние иммунного статуса обследованных работников характеризовалось наличием тенденции к формированию вторичного иммунодефицита, проявившегося супрессией как клеточного (снижение относительного количества CD3+, CD4+, CD8+ клеток, угнетение фагоцитарной активности нейтрофилов), так и гуморального звена (снижение выработки иммуноглобулинов). Выявленная тенденция к формированию вторичного иммунодефицитного состояния вполне согласовалась с более высоким уровнем заболеваемости работников. Угнетение фагоцитарных реакций так же, как и высокая частота отклонений липидного обмена, наблюдалось уже при минимальной (до 5 лет) длительности контакта с неблагоприятными производственными факторами.

Таким образом, показано, что наиболее информативными и ранними диагностическими показателями на доклиническом этапе развития профессиональной патологии органа слуха являются изменения функционального состояния сердечно-

сосудистой системы, гемомикроциркуляторные расстройства конъюнктивы, изменения сосудов сетчатки глаза, нарушения липидного обмена и иммунологической реактивности.

Проанализированные клинические и электронейромиографические особенности формирования заболеваний костно-мышечной и периферической нервной систем как наиболее распространенной среди работников отрасли патологии позволили установить стадийность в формировании данных нарушений и оценить зависимость функционального состояния периферических нервов от длительности воздействия производственных факторов.

Результаты проведенных исследований подтверждают, что условия труда, характерные для добычи полезных ископаемых, не сопровождаются улучшением гигиенических показателей факторов производственной среды, обуславливая повышенную частоту профессиональных и хронических неинфекционных заболеваний у работников.

Поэтому сегодня крайне актуально решение вопросов создания и внедрения эффективной системы мероприятий, направленных на оптимизацию условий труда, совершенствование профилактики профессиональных и общесоматических заболеваний, включающей все организационные звенья оказания медицинской профпатологической помощи с целью минимизации профессионального риска и обеспечения профессионального долголетия работников.

Системный подход анализа риска позволил разработать концептуальную модель оценки и управления профессиональными рисками нарушения здоровья работников, базирующуюся на проведении оценки прогнозного риска здоровью работающих по гигиеническим критериям, реализованного профессионального риска по медико-биологическим критериям и выборе эффективных профилактических мероприятий для достижения первостепенных целей по сохранению здоровья работников на производстве.

Предлагаемая система управления профессиональным риском предусматривает проведение комплекса организационно-технических, санитарно-гигиенических, медико-профилактических мероприятий, направленных на минимизацию воздействия шума и вибрации, срочность осуществления которых должна определяться категориями профессиональных рисков, степенью профессиональной обусловленности нарушений здоровья.

Внедрение адресных мероприятий первичной и вторичной профилактики в практическую деятельность предприятий и медицинских организаций, оказывающих лечебно-профилактическую помощь работникам, позволит существенно повлиять на уровень распространенности профессиональной и производственно обусловленной патологии.

Учеными института предложены критерии для формирования групп «повышенного» риска развития профессиональной тугоухости и нарушений костно-мышечной и периферической систем, а также рекомендации по диспансеризации лиц шумо-вибрационных профессий при добыче полезных ископаемых.

По результатам научно-исследовательских работ зарегистрирована 1 программа для ЭВМ, издано 5 монографий, 4 учебных пособия. Опубликовано 90 статей, из них 9 – в

журналах, индексируемых в базе данных Scopus, и 81 – индексируемая в базе Российского индекса научного цитирования.

Подготовлены и направлены с положительными рецензиями в Роспотребнадзор 4 методические рекомендации, 2 информационно-методических письма; выполнены промежуточные отчеты «Организационно-методические основы профилактики профессиональных заболеваний у работников по добыче полиметаллических руд» и «Методическое обеспечение по минимизации рисков воздействия физических факторов у работников ведущих отраслей экономики».

Результаты выполненных научно-исследовательских работ нашли отражение в докладах специалистов института на научно-практической конференции с международным участием «Гигиена, профпатология и риски здоровью населения» (г. Уфа, 2016 г.); врачебной научно-практической конференции «Актуальные проблемы медицины труда и экологии человека, посвященной 100-летию Республики Башкортостан», проведенной в рамках IV Медицинского форума-выставки «Неделя здравоохранения в Республике Башкортостан (г. Уфа, 2019 г.); Всероссийской неделе охраны труда (г. Сочи, 2019 г.); Всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием «Актуальные проблемы профилактической медицины, среды обитания и здоровья трудоспособного населения», посвященной 65-летию основания ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека» (г. Уфа, 2020 г.).

**Поступила/Received: 05.08.2021**

**Принята в печать/Accepted: 11.08.2021.**

УДК 613.955

## К ОЦЕНКЕ АДАПТИВНЫХ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА КУРСАНТОВ КАДЕТСКОЙ ШКОЛЫ

Эйсфельд Д.А.<sup>1</sup>, Штина И.Е.<sup>1</sup>, Валина С.Л.<sup>1</sup>, Устинова О.Ю.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Пермь, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, Россия

*Обучение в кадетских образовательных учреждениях сопряжено с повышенной двигательной активностью, что может отражаться на функциональных резервах кардиореспираторной системы.*

**Материалы и методы.** По результатам анкетирования проведена оценка двигательной активности учащихся в зависимости от типа образовательного учреждения. Выполнен сравнительный анализ средних значений и вариантов реализации индекса Скибинской (ИС), пробы Штанге и Генча, показателей спирографии учащихся-мальчиков 1-х, 4-х, 6-7-х и 10-11-х классов средней общеобразовательной кадетской школы (СОКШ) и средней общеобразовательной школы (СОШ) с помощью стандартных методик.

**Результаты.** Выявлена достоверно более высокая приверженность к занятиям физической культуры у учащихся СОКШ. У учащихся в первых классах СОКШ в 3,0 раза чаще встречались удовлетворительные результаты ИС ( $p=0,06$ ) по сравнению с учащимися СОШ за счет более редкой регистрации неудовлетворительных и плохих результатов, у учащихся 6-7-х классов в 3,0 раза чаще – хорошие результаты ( $p=0,05$ ), в 10-11-х классах в обоих образовательных учреждениях у 91,2-94,7% учащихся результат превышал удовлетворительные значения. Сниженные результаты пробы Штанге у старшеклассников СОКШ регистрировались в 1,5 раза, пробы Генча – в 1,6 раза реже, чем в СОШ ( $p=0,002-0,003$ ). У учащихся кадетской школы регистрировали достоверно большие значения показателей спирографического исследования.

**Заключение.** Обучение в системе кадетского образования сопровождается созданием благоприятных условий для повышения адаптационных возможностей кардиореспираторной системы организма.

**Ключевые слова:** кадетская школа; резервы кардиореспираторной системы; функциональные пробы (Штанге, Генча, индекс Скибинской); двигательная активность.

**Для цитирования:** Эйсфельд Д.А., Штина И.Е., Валина С.Л., Устинова О.Ю. К оценке адаптивных функций организма курсантов кадетской школы. Медицина труда и экология человека. 2021;3:13-22.

**Для корреспонденции:** Штина Ирина Евгеньевна, заведующая лабораторией комплексных проблем здоровья детей с клинической группой медико-профилактических технологий

управления рисками здоровья населения ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», к.м.н., e-mail: shtina\_irina@fcrisk.ru.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10301>

## TO THE ASSESSMENT OF THE ADAPTIVE FUNCTIONS OF THE ORGANISM OF THE CADET SCHOOL COURSES

Eisfeld D.A.<sup>1</sup>, Shtina I.E.<sup>1</sup>, Valina S.L.<sup>1</sup>, Ustinova O.Y.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies,  
Perm, Russia;

<sup>2</sup>Perm State University, Perm, Russia

*Training in cadet educational institutions is associated with increased motor activity, which may affect the functional reserves of the cardiorespiratory system.*

*Materials and methods. Based on the results of the questionnaire, an assessment of the physical activity of students was carried out depending on the type of educational institution. A comparative analysis of the average values and options for the implementation of the Skibinskaya index (IS), the Shtange and Gench test, the spirometry indicators of male students of the 1st, 4th, 6-7th and 10-11th grades of the secondary general cadet school and secondary school using standard techniques.*

*Results. Revealed a significantly greater adherence to physical culture lessons of secondary school students. Pupils in the first grades of the cadet school were 3.0 times more likely to have satisfactory IS results ( $p = 0.06$ ) relative to the general education school due to the more rare registration of unsatisfactory and poor results, in 6-7 grades, 3.0 times more often - good results ( $p = 0.05$ ), in grades 10-11 in both educational institutions, 91.2-94.7% of students had the result exceeding satisfactory values. Reduced results of Shtange's test among high school cadets were recorded 1.5 times, Gench's tests - 1.6 times less often ( $p = 0.002-0.003$ ). Reliably high values of spirometric research were recorded among students of the cadet school.*

*Conclusion. Training in the system of cadet education is accompanied by the creation of favorable conditions for increasing the adaptive capabilities of the cardiorespiratory system of the body.*

**Key words:** military school; cardiorespiratory system reserves; functional tests (Stange-Hench test, Skibinski's index); physical activity

**Citation:** Eisfeld D.A., Shtina I.E., Valina S.L., Ustinova O.Y. To the assessment of the adaptive functions of the organism of the cadet school courses. *Occupational health and human ecology.* 2021;3:13-22.

**For correspondence:** Shtina Irina Evgenievna, head of the laboratory of complex problems of children's health with a clinical group of medical and preventive technologies of risk management, Ph. D., e-mail: shtina\_irina@mail.ru

**Financing:** The study had no financial support.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10301>

Современные школьники в связи с усложнением учебного материала, компьютеризацией процесса обучения длительное время проводят в сидячем состоянии, что приводит к ограничениям двигательной активности, способствующим ухудшению функционального состояния растущего организма [1- 6]. Адаптация к учебному процессу обеспечивается напряжением компенсаторно-приспособительных систем организма, центральной и вегетативной нервной и кардиореспираторной систем [7, 8]. Учебный процесс в кадетских классах организован в режиме продленного дня при шестидневной учебной неделе, при этом режим сочетает обучение, повышенную двигательную активность, специальную подготовку, обеспечение труда и отдыха и регламентируется правилами внутреннего распорядка школы. Известно, что у учащихся военизированных образовательных учреждений физическое состояние характеризуется увеличением значений показателей функции внешнего дыхания, динамометрии и функционального состояния сердечно-сосудистой системы [2, 3, 9-12]. Такая динамика показателей воспитанников обусловлена сочетанием системы отбора в кадетские классы наиболее подготовленных кандидатов, эффективной организацией режима дня и интенсивной физической подготовкой [2, 3, 13, 14]. Системность и регулярность тренировочного процесса в кадетском корпусе оказывают благоприятное влияние на состояние адаптивных процессов функциональных систем [15-20].

**Цель исследования** – изучить особенности состояния функциональных резервов кардиореспираторной системы учащихся кадетской и общеобразовательной школ в разных возрастных группах.

**Материалы и методы.** Проведено обследование 320 учащихся средней общеобразовательной кадетской школы (СОКШ) и типовой средней общеобразовательной школы (СОШ) (232 и 77 мальчиков соответственно). С учетом возраста были сформированы четыре группы наблюдения в СОКШ и сравнения в СОШ: группу наблюдения №1 (65 кадетов) и группу сравнения №1 (18 учеников) составили учащиеся первых классов; группу наблюдения №2 и сравнения №2 – учащиеся четвертых классов (17 и 13 мальчиков соответственно); группу наблюдения №3 и группу сравнения №3 – учащиеся основной школы (100 и 27 учеников), группу наблюдения №4 и группу сравнения №4 – учащиеся старших классов (50 и 19 юношей соответственно). Группы наблюдения и сравнения не имели статистически значимых отличий по возрастному и социальному признаку ( $p > 0,10$ ). Критериями исключения детей из исследования являлись: обострение хронических соматических болезней на момент осмотра и наличие острых респираторных заболеваний.

Медико-биологические исследования проведены с соблюдением этических принципов Хельсинкской декларации (1975 г., с доп. 1983 г.) и Национального стандарта РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP) после получения у законных представителей детей письменного информированного добровольного согласия.

Оценка режима физической активности выполнена на основании результатов раздаточного анкетирования учащихся и их родителей. Анкета включала вопросы, касающиеся особенностей образа жизни, кратности занятий спортом в неделю и их продолжительности с учетом особенностей школьной программы.

Оценка функции внешнего дыхания проводилась по результатам спирографии на спирометре Schiller SP-1 с применением датчика SP-20 (Schiller AG, Швейцария); расчет должных значений показателей форсированной жизненной емкости легких (FVC), объема форсированного выдоха за первую секунду (FEV1), индекса Генслера (FEV1/FVC), пиковый экспираторный поток (PEF) выполнен на основании нормативных стандартов по Knudson.

Оценка функциональных резервов дыхательной и сердечно-сосудистой системы проводилась с помощью функциональных проб, предусматривающих определение максимальной продолжительности произвольной задержки дыхания после вдоха (проба Штанге) и после выдоха (проба Генча), а также по индексу Скибинской, рассчитанному по формуле:  $ИС = 0,01 \text{ФЖЕЛ} * \text{ЗД} / \text{ЧСС}$ , где ЧСС – частота сердечных сокращений (по пульсу), кол/мин; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких, мл; ЗД – время задержки дыхания после спокойного вдоха, сек. Оценка ИС проводилась по следующим критериям: более 60 – отлично; 30–60 – хорошо; 10–29 – удовлетворительно; 5–9 – неудовлетворительно; менее 5 – очень плохо.

Статистическая обработка полученного материала проведена с помощью стандартных методов статистики и специальных программных продуктов с приложениями MS Office. Различия считали статистически значимыми при заданном  $p \leq 0,05$ .

**Результаты исследования.** Оценка двигательной активности школьников по результатам анкетирования показала, что в СОКШ 28,4% детей занимаются физкультурой и спортом ежедневно, 34% – с регулярностью 4–5 раза в неделю, что в 1,5–3,6 раза чаще учащихся СОШ (7,8 и 23,4%,  $p = 0,08–0,001$ ). В то же время в СОШ в 1,7 раза больше учеников, занимающихся физкультурой и спортом через день (62,3 против 37,1% в СОКШ,  $p < 0,001$ ), а 6,5% детей СОШ вообще не занимаются физкультурой и спортом (в СОКШ – 0,5%,  $p = 0,001$ ). Отмечено, что 47% кадетов занимаются спортом от 6 до 9 часов в неделю, что в 2,9 раза больше, чем в СОШ (15,6%,  $p < 0,001$ ). Кроме того, с возрастом физические нагрузки учеников кадетских классов увеличиваются, так в начальной школе доля детей СОКШ, занимающихся ежедневно, составила 18,5%, в 10–11-х классах – 48%, в СОШ – 3,3 и 10,5% соответственно ( $p = 0,03$ ).

Сравнительный анализ результатов функциональных резервов кардиореспираторной системы у первоклассников показал в 1,4 раза более высокое среднее значение ИС ( $p = 0,006$ ), а также в 2,8 раза больший процент удовлетворительных результатов ИС в группе наблюдения №1 относительно группы сравнения №1 ( $p = 0,06$ ). Оценка результатов пробы Штанге выявила, что доля сниженных значений в группе наблюдения №1 была в 1,6 раза меньше, чем в группе сравнения №1 ( $p = 0,01$ ), при этом у кадетов среднее значение пробы Штанге в 1,2 раза превышало показатель сравниваемой группы ( $p = 0,006$ ). Достоверных различий в данной возрастной группе при оценке пробы Генча не выявлено (табл. 1-2).



Таблица 1

## Варианты реализации и значение индекса Скибинской

Группы	Частота встречаемости различных вариантов реализации, %					ИС, М±m
	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно	Очень плохо	
<b>Варианты реализации и значение индекса Скибинской у учащихся СОКШ</b>						
Группа наблюдения №1	0	0	33,8	47,7	18,5	8,6±0,9
Группа наблюдения №2	0	0	76,5	17,6	5,9	14,01±3,1
Группа наблюдения №3	5	30	65	0	0	28,9±2,6
Группа наблюдения №4	28	64	4	0	4	52,5±6,7
<b>Варианты реализации и значение индекса Скибинской у учащихся СОШ</b>						
Группа сравнения №1	0	0	11,1	66,7	22,2	6,3±1,4
Группа сравнения №2	0	0	76,9	15,4	7,7	13,01±3,2
Группа сравнения №3	0	11,1	85,2	3,7	0	20,9±3,1
Группа сравнения №4	21	73,7	5,3	0	0	50,7±10,5

Таблица 2

## Показатели функциональных проб Штанге и Генча

Группы	Значение пробы Штанге, М±m, с	Доля детей со сниженными значениями, %	Значение пробы Генча, М±m, с	Доля детей со сниженными значениями, %
<b>Показатели функциональных проб у учащихся СОКШ</b>				
Группа наблюдения №1	34,4±2,8	56,9	15,92±4,87	47,7
Группа наблюдения №2	43,6±5,6	76,4	20,47±7,45	64,7
Группа наблюдения №3	57,1±2,87	64	23,06±6,87	57
Группа наблюдения №4	69,3±6,11	48	28,45±9,22	52
<b>Показатели функциональных проб у учащихся СОШ</b>				
Группа сравнения №1	27,6±4,1	88,9	16,22±4,09	61,1
Группа сравнения №2	39,2±6,5	84,6	18,47±5,22	92,3
Группа сравнения №3	44,9±3,74	88,9	17,35±6,62	85,2
Группа сравнения №4	69,6±11,3	73,7	19,29±6,16	84,2

При сравнительной оценке функциональных проб у учащихся четвертых классов установлено, что показатели ИС в обеих группах в 76,5-76,9% случаев соответствовали удовлетворительному состоянию резервов дыхательной и сердечно-сосудистой систем, при этом отличных и очень хороших показателей не зарегистрировано, а около 1/5 школьников имели неудовлетворительные и очень плохие результаты (табл. 1-2). Статистически достоверных межгрупповых отличий в этой возрастной группе не выявлено. Установлено, что 64,7% учащихся СОКШ имели сниженные значения пробы Генча, что было в 1,4 раза меньше СОШ ( $p=0,08$ ). Проба задержки дыхания на вдохе показала сниженные по сравнению с нормой результаты у большей части детей в обеих группах ( $p>0,05$ ), что указывает на недостаточную тренированность и снижение функциональных способностей кардиореспираторной системы в этой возрастной группе учащихся (табл. 1-2).

В ходе анализа функциональных показателей кардиореспираторной системы установлено (табл. 1-2), что среднее значение ИС в группе наблюдения №3 было в 1,4 выше группы сравнения №3 ( $p<0,001$ ). Практически каждый третий учащийся 6–7-х классов СОКШ имел хорошие результаты ИС, в СОШ таких детей было в 2,7 раза меньше ( $p=0,05$ ). Среднее

значение пробы Штанге в группе наблюдения №3 в 1,2 раза превышало показатель группы сравнения №3 ( $p < 0,001$ ), а среднее значение пробы Генча не имело значимых межгрупповых различий. Доля детей со сниженными показателями пробы Генча в группе наблюдения №3 была в 1,5 раза ниже относительно группы сравнения №3 ( $p = 0,007$ ).

У 92–94,7% учащихся 10-11-х классов исследуемых образовательных учреждений показатели индекса Скибинской соответствовали отличному и хорошему состоянию резервов дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Средние значения пробы Штанге в старших классах не имели статистически достоверных межгрупповых различий. Выявлено, что у старшеклассников СОКШ в 1,5 раза реже регистрировались сниженные показатели пробы Штанге ( $p = 0,002$ ). Среднее значение показателя пробы Генча у учащихся группы наблюдения №4 в 1,5 раза превышало показатель группы сравнения №4 ( $p = 0,09$ ). Сниженные показатели пробы Генча встречались в 1,6 раза реже у кадетов ( $p = 0,003$ ) (табл. 1-2).

При сравнении показателей спирографического исследования установлено, что у учащихся СОКШ относительно учащихся СОШ более значимы отличия статических легочных объемов и объемно-скоростных параметров форсированного выдоха в начальных и старших классах (FVC – с  $96 \pm 3$  до  $102,3 \pm 2,9\%$ ,  $p = 0,001$  против с  $95,4 \pm 6$  до  $100,4 \pm 4,9\%$ ,  $p = 0,01$ ) и FEV1 – с  $91,4 \pm 2,65$  до  $102,4 \pm 2,8\%$ ,  $p = 0,001$  против с  $96,6 \pm 6,4$  до  $103 \pm 5,6\%$ ,  $p = 0,004$ ).

### Выводы

1. Обучение в средней общеобразовательной кадетской школе характеризуется более длительными и регулярными физическими нагрузками учащихся, в старших классах практически каждый второй кадет занимается физкультурой и спортом.
2. Функциональные резервы кардиореспираторной системы выше у детей СОКШ: средние показатели ИС в 1,4-2,8 раза превышали значения первоклассников и школьников средних классов СОШ; практически каждый третий кадет имел хорошие результаты ИС; в общеобразовательной школе доля таких детей была в 2,7 раза меньше.
3. Низкие показатели функциональных дыхательных проб регистрировались в 1,2-1,6 раза чаще у мальчиков типовой общеобразовательной школы. Наибольшая достоверность различий между долями сниженных значений пробы Штанге и Генча установлена у учащихся 10-11-х классов (48 против 73,7%,  $p = 0,002$  и 52 против 84,2%,  $p = 0,003$ ). В старших классах сниженные показатели пробы Штанге и Генча встречались у каждого второго кадета и  $\frac{3}{4}$  выпускников СОШ.

### Список литературы:

1. Жилина М.А., Шестакова В.Н., Соколова М.В. Здоровье мальчиков подросткового возраста, обучавшихся в кадетском корпусе и лицее гуманитарного профиля. Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2010; 1: 49–53.
2. Бородина И.Г. Кадетские классы и проблемы сохранения здоровья обучающихся в них детей. Инновационные проекты и программы в образовании. 2009; 4: 3–6.
3. Вазлеев В. А. Содержание кадетского воспитания и образования. Молодой ученый. 2018; 3: 178-181. URL:<https://moluch.ru/archive/189/47829/> (дата обращения: 10.07.2019).

4. Ефимова Н.В., Катульская О.Ю., Жданова-Заплесвичко И.Г. Алиментарно-зависимая патология у детского и подросткового населения Иркутской области. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012; 14(5-2): 333–335.
5. Дымова И.А., Кароян А.А. Медико-социальные проблемы здоровья школьников по результатам анкетирования. Пермский медицинский журнал. 2019; 36 (5): 83–87.
6. Sharma M, Nahar VK. Promoting physical activity in upper elementary children using multi-theory model (MTM) of health behavior change. *J Prev Med Hyg.* 2018 Dec 15; 59(4):E267–E276. doi: 10.15167/2421-4248/jpmh2018.59.4.847. PMID: 30656229; PMCID: PMC6319127.
7. Лезарева Т.А., Лытаев С.А. Об эффективности механизмов психофизиологической адаптации в динамике учебно-образовательного процесса. *Педиатр.* 2019; 10( 6): 67–77. <https://doi.org/10.17816/PED10667-77>
8. Curtis BM, O'Keefe JH Jr. Autonomic tone as a cardiovascular risk factor: the dangers of chronic fight or flight. *Mayo Clin Proc.* 2002 Jan;77(1):45-54. doi: 10.4065/77.1.45. PMID: 11794458.
9. Макунина О.А., Якубовская И.А. Структура и динамика состояния здоровья школьников 7-17 лет. *Электронный научно-образовательный вестник: здоровье и образование в 21 веке.* 2015; 17(2): 29–31.
10. Ашвиц И.В. Динамика показателей здоровья воспитанников кадетского корпуса в процессе обучения. *Материалы X съезда гигиенистов и санитар. врачей. М., 2007; Кн. 1: 459–462.*
11. Михеев А.В. Влияние занятий физическими упражнениями на уровень здоровья воспитанников Морского кадетского корпуса. «Здоровье и поведение школьников»: тр. Междунар. симп., Санкт-Петербург 27-29 мая 2004 года. СПб.: СПб НИИФК, 2004: 184–188.
12. Cayres SU, Vanderlei LC, Rodrigues AM, Silva MJ, Codogno JS, Barbosa MF, Fernandes RA. Prática esportiva está relacionada à atividade parassimpática em adolescentes [Sports practice is related to parasympathetic activity in adolescents]. *Rev Paul Pediatr.* 2015 Apr-Jun;33(2):174-80. doi: 10.1016/j.rpped.2014.09.002. Epub 2015 Mar 28. PMID: 25887927; PMCID: PMC4516371.
13. Barbosa SC, Coledam DH, Stabelini Neto A, Elias RG, Oliveira AR. School environment, sedentary behavior and physical activity in preschool children. *Rev Paul Pediatr.* 2016 Sep;34(3):301-8. doi: 10.1016/j.rpped.2016.01.001. Epub 2016 Feb 21. PMID: 26975560; PMCID: PMC5178115.
14. Hollis JL, Sutherland R, Williams AJ, Campbell E, Nathan N, Wolfenden L, Morgan PJ, Lubans DR, Gillham K, Wiggers J. A systematic review and meta-analysis of moderate-to-vigorous physical activity levels in secondary school physical education lessons. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2017 Apr 24;14(1):52. doi: 10.1186/s12966-017-0504-0. PMID: 28438171; PMCID: PMC5402678.
15. Сетко Г.А., Терехова Е.А., Тюрин А.В., Мокеева М.М. Особенности нервно-психического статуса и качества жизни детей и подростков как результат воздействия факторов риска

образовательной среды. Анализ риска здоровью. 2018;2:62–69. DOI: 10.21668/health.risk/2018.2.07

16. Довнар О. А. Проблема адаптации учащихся президентского кадетского училища на начальном этапе обучения. Молодой ученый. 2016; 1.1:6–9.
17. Скрыпник О.Ю., Климацкая Л.Г., Меняйло А.В., Лесовская М.И., Макарская Г.В., Тарских С.В. Иммунореактивность и адаптационные возможности организма кадетов. «Северчеловек: проблемы сохранения здоровья»: Мат. Всероссийской науч. конф. с межд.участ. Красноярск; 2001: 250–251.
18. Образовательное право. Законодательство об образовании. Информационный портал. Современное кадетское образование в России: состояние нормативно-правового регулирования. Available at: [http://www.lexed.ru/obrazovatelnoe-pravo/analitika/detail.php?ELEMENT\\_ID=5495](http://www.lexed.ru/obrazovatelnoe-pravo/analitika/detail.php?ELEMENT_ID=5495) (дата обращения: 02.09.2019).
19. Kondratiuk OS, Korshun MM, Garkavyi SI, Garkavyi SS, Stasiuk LA, Dema OV, Sokolovska OO. Hygienic assessment of different forms of physical education lessons organization in primary school. Wiad Lek. 2018;71(3 pt 1):542-545. PMID: 29783221.
20. Marker AM, Steele RG, Noser AE. Physical activity and health-related quality of life in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. Health Psychol. 2018 Oct;37(10):893-903. doi: 10.1037/hea0000653. PMID: 30234348.

#### References:

1. Zilina M.A., Shestakova V.N., Sokolova M.V. Adolescence healthy boy studying in cadet corps and the lyceum of humanities. Vestnik Smolenskoj Gosudarstvennoy Meditsinskoj Akademii. 2010; 1: 49-53. (in Russian)
2. Borodina I.G. Cadet classes and the problems of maintaining the health of children studying in them. Innovatsionnye proekty i programmy v obrazovanii. 2009; 4: 3-6. (in Russian)
3. Vazleev V. A. Content of cadet upbringing and education. Molodoy uchenyy. 2018; 3: 178-181. URL:<https://moluch.ru/archive/189/47829/> (accessed: 02.10. 2019). (in Russian)
4. Efimova N., Katul'skaya O., Zhdanova I. Alimentary depended pathology at children and teenagers in Irkutsk oblast. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoj akademii nauk. . 2012; 14(5-2): 333–335. (in Russian)
5. Dymova I.A., Karoyan A.A. Medicosocial problems of pupils' health according to survey results. Permskiy meditsinskiy zhurnal . 2019; 36 (5): 83–87. (in Russian)
6. Sharma M, Nahar VK. Promoting physical activity in upper elementary children using multi-theory model (MTM) of health behavior change. J Prev Med Hyg. 2018 Dec 15;59(4):E267-E276. doi: 10.15167/2421-4248/jpmh2018.59.4.847. PMID: 30656229; PMCID: PMC6319127.
7. Lezareva TA, Lytaev SA. On the effectiveness of mechanisms of psychophysiological adaptation in the dynamics of the educational process. Pediatrician (St. Petersburg). 2019;10(6):67-77. <https://doi.org/10.17816/PED10667-77> (in Russian)
8. Curtis BM, O'Keefe JH Jr. Autonomic tone as a cardiovascular risk factor: the dangers of chronic fight or flight. Mayo Clin Proc. 2002 Jan;77(1):45-54. doi: 10.4065/77.1.45. PMID: 11794458.

9. Makunina O.A., Jakubovskaya A.I. Structure and dynamics of the health of schoolchildren 7-17 years. *Elektronnyy nauchno-obrazovatel'nyy vestnik: zdorov'e i obrazovanie v 21 veke*. 2015; 17(2): 29 – 31. (in Russian)
10. Ashvits I.V. Dynamics of health indicators of pupils of the cadet corps in the learning process. *Mater. X s'ezda gigenistov i sanit. vrachey. M., 2007; Kn. 1: 459-462*. (in Russian)
11. Mikheev A.B. The influence of physical exercises on the level of health of pupils of the Marine Cadet Corps. «Zdorov'e i povedenie shkol'nikov»: tr. Mezhdunar. simp., Sankt-Peterburg 27-29 maya 2004 goda. - SPb.: SPb NIIFK, 2004: 184 - 188. (in Russian)
12. Cayres SU, Vanderlei LC, Rodrigues AM, Silva MJ, Codogno JS, Barbosa MF, Fernandes RA. Prática esportiva está relacionada à atividade parassimpática em adolescentes [Sports practice is related to parasympathetic activity in adolescents]. *Rev Paul Pediatr*. 2015 Apr-Jun;33(2):174-80. doi: 10.1016/j.rpped.2014.09.002. Epub 2015 Mar 28. PMID: 25887927; PMCID: PMC4516371.
13. Barbosa SC, Coledam DH, Stabelini Neto A, Elias RG, Oliveira AR. School environment, sedentary behavior and physical activity in preschool children. *Rev Paul Pediatr*. 2016 Sep;34(3):301-8. doi: 10.1016/j.rpped.2016.01.001. Epub 2016 Feb 21. PMID: 26975560; PMCID: PMC5178115.
14. Hollis JL, Sutherland R, Williams AJ, Campbell E, Nathan N, Wolfenden L, Morgan PJ, Lubans DR, Gillham K, Wiggers J. A systematic review and meta-analysis of moderate-to-vigorous physical activity levels in secondary school physical education lessons. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2017 Apr 24;14(1):52. doi: 10.1186/s12966-017-0504-0. PMID: 28438171; PMCID: PMC5402678.
15. Setko A.G., Terekhova E.A., Tyurin A.V., Mokeeva M.M. Peculiarities of neuro-psychic state and life quality of children and teenagers formed under influence exerted by risk factors existing in educational environment. *Analiz riska zdorov'ju (Health Risk Analysis, Russian journal)*, 2018; 2: 62–69. DOI: 10.21668/health.risk/2018.2.07 (in Russian)
16. Dovnar O.A. The problem of adaptation of students of the presidential cadet school at the initial stage of training. *Molodoy uchenyy*. 2016; 1.1: 6-9. (in Russian)
17. Skrypnik O.Yu., Klimatskaya L.G., Menyaylo A.V., Lesovskaya M.I., Makarskaya G.V., Tarskikh S.V. Immunoreactivity and adaptive capabilities of the cadet's organism. «Sever-chelovek: problemy sokhraneniya zdorov'ya»: Mat. Vserossiyskoy nauch. konf. s mezhd.uchast. Krasnoyarsk; 2001: 250–251. (in Russian)
18. Educational law. Legislation on education. Information portal. Modern cadet education in Russia: the state of legal regulation. Available at: [http://www.lexed.ru/obrazovatelnoe-pravo/analitika/detail.php?ELEMENT\\_ID=5495](http://www.lexed.ru/obrazovatelnoe-pravo/analitika/detail.php?ELEMENT_ID=5495) (accessed: 02.09. 2019). (in Russian)
19. Kondratiuk OS, Korshun MM, Garkavyi SI, Garkavyi SS, Stasiuk LA, Dema OV, Sokolovska OO. Hygienic assessment of different forms of physical education lessons organization in primary school. *Wiad Lek*. 2018;71(3 pt 1):542-545. PMID: 29783221.
20. Marker AM, Steele RG, Noser AE. Physical activity and health-related quality of life in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Health Psychol*. 2018 Oct;37(10):893-903. doi: 10.1037/hea0000653. PMID: 30234348.

Поступила/Received: 15.06.2021

Принята в печать/Accepted:18.08.2021.

УДК 314. 4: 616 – 053. 36 ( 470. 57 )

## ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ДЕТЕЙ ПЕРВОГО ГОДА ЖИЗНИ В РАЙОНАХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Гайсин А.А., Валеев Т.К., Нигматуллин И.М.

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

*В статье анализировалась заболеваемость детей первого года жизни, проживающих в районах Республики Башкортостан, в динамике в течение 2013–2018 гг.*

*Целью исследования являлась оценка влияния различных типов агропромышленных объединений на здоровье обследуемых детей.*

*Методы.* Для анализа использовались данные о врожденных аномалиях, болезнях крови, органов дыхания и общей заболеваемости из ежегодных статистических сборников «Здоровье населения и деятельность медицинских организаций». Для сравнения использовались такие разные по хозяйственной деятельности административные единицы как Белебеевский, Бирский и Учалинский районы в сопоставлении с Республикой Башкортостан в целом. Показатели по заболеваемости детей первого года жизни отражались в 4 таблицах.

*Результаты.* Были получены результаты о росте в основном в последние годы заболеваемости исследуемыми видами болезней в вышеназванных районах и по республике в целом. Различия в заболеваемости детей первого года жизни в разные годы изучаемыми видами болезней в административных единицах в значительной степени определяются характером агропромышленного комплекса и его развитием.

*Ключевые слова:* население, заболеваемость, дети, болезни, предприятия, территория, комплекс, здоровье, соединения, воздействие.

*Для цитирования:* Гайсин А.А., Валеев Т.К., Нигматуллин И.М. Динамика заболеваемости детей первого года жизни в районах Республики Башкортостан. Медицина труда и экология человека. 2021;3:23-32.

*Для корреспонденции:* Гайсин Альфат Ахатович, младший научный сотрудник отдела медицины труда ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», e-mail: gaysin.57@list.ru.

*Конфликт интересов:* авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

*Финансирование:* исследование не имело спонсорской поддержки.

*DOI:* <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10302>

## DYNAMICS OF MORBIDITY AMONG CHILDREN OF THE FIRST YEAR OF LIFE LIVING IN THE DISTRICTS OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Gaisin A.A., Valeev T.K., Nigmatullin I.M.

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

*We have analyzed the dynamics of morbidity among children of the first year of life living in the Republic of Bashkortostan between 2013 and 2018.*

**The aim** of the study was to assess the impact of various types of agro-industrial complexes on the health of examined children.

**Methods.** We analysed data on the incidence of congenital disorders, blood diseases, respiratory diseases and general data from the annual statistical collections "Public health and the activities of healthcare organizations." Such administrative units as Belebeevsky, Birsky and Uchalinsky districts with different economic activities were compared with the Republic of Bashkortostan as a whole. Indicators on the incidence of children in the first year of life were reflected in 4 tables.

**Results.** The results have been obtained on the growth, mainly in recent years, of the incidence of the studied types of diseases in the above-mentioned regions and in the republic as a whole. Differences in morbidity of children of the first year of life during different years by the studied types of diseases in administrative units are largely determined by the nature of the agro-industrial complex and its development.

**Keywords:** population, morbidity, children, diseases, enterprises, territory, complex, health, compounds, impact

**Citation:** Gaisin A.A., Valeev T.K., Nigmatullin I.M. Dynamics of morbidity among children of the first year of life living in the districts of the Republic of Bashkortostan. *Occupational health and human ecology.* 2021;3:23-32.

**Correspondence:** Alfat A. Gaisin, Junior Researcher, Department of Occupational Health, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, e-mail: gaisin.57@list.ru.

**Conflict of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

**Financing:** The study had no financial support.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10302>

Хозяйственная деятельность человека на многих территориях России вызывает значительное ухудшение условий проживания населения. Республика Башкортостан входит в число наиболее промышленно развитых частей страны. Концентрация промышленного производства существенно превышает общероссийские показатели [1, 2]. На ее землях располагается много промышленных предприятий, что вызывает увеличение количества опасных для здоровья людей химических соединений. Показатель заболеваемости различными наиболее распространенными группами болезней полноценно отражает уровень здоровья населения и демонстрирует воздействие на человека результатов технического прогресса [3, 4, 5]. В то же время нельзя не учитывать влияние условий быта и различия природно-климатических факторов [6,7, 8]. Различные физические, химические и биологические агенты оказывают или положительное, или отрицательное воздействие на состояние здоровья [9, 10,11].

**Цели и задачи исследования:** выявить различия в заболеваемости группами болезней у детей первого года жизни в районах с преобладанием того или иного типа агропромышленного комплекса в сравнении с республикой в целом на протяжении последних лет для оценки необходимости принятия мер по улучшению экологической ситуации в отдельных административных единицах.



**Материалы и методы.** В работе использованы официальные статистические данные показателей состояния здоровья детского населения Республики Башкортостан за 2013-2018 гг. Анализ проводился в регионах с развитой горнорудной (г. Учалы, Учалинский район), нефтедобывающей (г. Белебей, Белебеевский район) и сельскохозяйственной (г. Бирск, Бирский район) типами хозяйственной деятельности в сравнении с Республикой Башкортостан в целом. В статье представлены результаты анализа различий в заболеваемости детей первого года жизни бронхопальмональными заболеваниями, болезнями крови, аномалиями развития и общей заболеваемости. Данные были взяты из ежегодных сборников «Здоровье населения и деятельность медицинских организаций». Значения заносились в 4 таблицы: в них отражались уровни заболеваемости видами болезней по каждому району с его административным центром. Заболеваемость видами болезней на определенных территориях регистрировалась в количестве случаев на 1000 детей изучаемого возраста (‰) в каждом календарном году. Проводился анализ полученных результатов с целью выявления влияния загрязняющих веществ на заболеваемость детей гематологической, дыхательной и тератогенной патологиями и общую заболеваемость в различных регионах Республики Башкортостан. Статистическая обработка осуществлялась с использованием программы Microsoft Excel.

**Результаты.** Результаты заносились в 4 таблицы, где отражались уровни заболеваемости детей на протяжении первого года после рождения по изучаемым нами группам болезней в вышеперечисленных административных единицах в динамике в течение 2013–2018 гг.

Наибольшая заболеваемость детей на протяжении первого года после рождения врожденными аномалиями развития в 2013 году отмечается в Бирском, а наименьшая в Учалинском районах. В последующие годы в целом рост заболеваемости наблюдается в Белебеевском районе, превышая общереспубликанские показатели, при спаде в Бирском ниже общереспубликанских уровней и в целом с тенденцией к подъему в Учалинском районах (табл. 1).

Таблица 1

**Заболеваемость врожденными аномалиями детей на протяжении первого года после рождения, представленная по административным единицам в 2013-2018 гг.**

**(количество случаев на 1000 детей этого возраста в ‰)**

Адм. ед./годы	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Белебеевский район	12,8	25,7	19,0	69,9	68,9	55,8
Бирский район	18,3	19,3	16,8	12,9	13,0	12,5
Учалинский район	6,7	4,2	24,8	44,7	13,6	0,0
Республика Башкортостан	22,2	21,8	21,4	38,9	46,0	35,0

Наибольшая заболеваемость детей на протяжении первого года после рождения болезнями крови в 2013 году отмечается в Учалинском, а наименьшая в Белебеевском районах. В последующие годы в целом рост наблюдается во всех районах при сохранении наименьших показателей в Белебеевском и достижении наибольших показателей в Бирском, превышении общереспубликанских уровней в Учалинском районом (табл. 2).

Таблица 2

**Заболеваемость болезнями крови детей на протяжении первого года после рождения в 2013-2018 гг. по административным единицам (количество случаев на 1000 детей этого возраста в ‰)**

Адм.ед./годы	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Белебеевский район	16,8	114,3	56,1	61,5	76,8	58,1
Бирский район	20,4	206,1	216,8	166,0	133,7	203,9
Учалинский район	125,2	130,5	194,7	139,2	138,5	173,5
Республика Башкортостан	136,4	129,1	126,6	135,8	141,6	162,6

Заболеваемость детей на протяжении первого года после рождения болезнями органов дыхания в 2013 году отмечается наибольшая в Бирском, а наименьшая в Белебеевском районах. В последующие годы в целом рост наблюдается во всех районах при сохранении того же порядка, но ниже общереспубликанских уровней во всех административных единицах, кроме Бирского района (табл. 3).

Таблица 3

**Заболеваемость болезнями органов дыхания детей на протяжении первого года после рождения в 2013-2018 гг. по административным единицам (количество случаев на 1000 детей этого возраста в ‰)**

Адм. ед./годы	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Белебеевский район	707,3	898,1	666,1	669,8	775,6	759,3
Бирский район	1127,3	1198,2	1673,7	1827,5	1802,4	2040,2
Учалинский район	731,2	706,8	574,4	1523,4	1546,7	1662,4

Республика Башкортостан	1202,6	1166,5	1232,1	1330,9	1607,6	1954,0
----------------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Наибольшая общая заболеваемость детей на протяжении первого года после рождения в 2013 году отмечается в Бирском, а наименьшая – в Белебеевском районах. В последующие годы в целом рост наблюдается во всех районах при сохранении того же порядка, но ниже общереспубликанских показателей во всех административных единицах, кроме Бирского района (табл. 4).

Таблица 4

**Общая заболеваемость детей на протяжении первого года после рождения в 2013-2018 гг. по административным единицам (количество случаев на 1000 детей этого возраста в ‰)**

Адм. ед./годы	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Белебеевский район	1318,2	1514,3	1074,2	1356,4	1784,4	1657,0
Бирский район	2371,6	2423,6	2931,8	3115,8	3013,0	3767,0
Учалинский район	1767,9	1779,7	1629,7	2241,9	2480,6	3174,6
Республика Башкортостан	2248,5	2220,2	2194,1	2625,5	2988,6	3349,9

Можно констатировать, что на протяжении последних лет во всех трех районах обнаруживается увеличение заболеваемости детей на протяжении первого года после рождения вышеуказанными видами болезней, кроме врожденных аномалий развития в Учалинском и Бирском районах.

**Обсуждение.** Технический прогресс вызвал истощение механизмов самовоспроизводства планетарной биосферы. Антропогенное воздействие нарушило способность к самовосстановлению природы [12,13,14]. На территории республики имеются регионы, четко различающиеся по своим климатогеографическим условиям и с концентрацией отдельных видов промышленности. В РБ имеются административные образования, отдаленные от промышленных городов, занятые только сельскохозяйственным производством. При этом мы условно полагаем, что социально-экономический уровень жизни, быт, образ жизни, вредные привычки, питание более или менее одинаковы для всего населения [15,16,17]. В окружающей среде имеется много устойчивых химических соединений техногенного генеза, способных депонировать в

организме человека и представляющих опасность для него. Кругооборот этих веществ в природе и их взаимоусиливающее влияние на людей представляют угрозу для их здоровья и могут быть причиной развития разнообразных болезней [18, 19, 20].

Высокая заболеваемость врожденными аномалиями в нефтедобывающем районе объясняется экологическими причинами. Тератогенная, эмбриотоксическая активность нефтепродуктов, тяжелых металлов, нитратов, пестицидов - загрязнителей окружающей среды давно известна [21, 22, 23]. Наибольшую заболеваемость болезнями крови, органов дыхания и высокую общую заболеваемость у детей первого года в сельскохозяйственном районе можно объяснить тем, что загрязняются поверхностные водоемы и почва вследствие интенсивной обработки, внесения удобрений и пестицидов. Территория вблизи сельских населенных пунктов захламлена и загрязнена бытовыми и хозяйственными отходами. С определенной уверенностью можно предположить, что наибольшее гигиеническое значение в экологической ситуации сельскохозяйственного района имеют соединения азота, сульфаты, хлориды, нефтепродукты, соединения марганца, железа, меди и фенолы [24, 25, 26]. Наибольшее гигиеническое значение в горнорудном районе имеет загрязнение водоемов, подземных вод и почвы ионами и соединениями тяжелых металлов. В почве обнаруживаются высокие концентрации никеля, меди, цинка, мышьяка, ртути. Водные объекты загрязнены высокими концентрациями марганца, железа, меди, нефтепродуктов, фенолов [27, 28].

### **Выводы**

1. Заболеваемость детей первого года жизни различными болезнями растет в последние годы в нефтедобывающем, горнорудном и сельскохозяйственном районах.
2. Наибольшая заболеваемость болезнями крови, органов дыхания и общая заболеваемость отмечается в сельскохозяйственном районе.
3. Наибольшая заболеваемость врожденными аномалиями отмечается в нефтедобывающем районе.
4. Различия в заболеваемости детей первого года жизни изучаемыми группами болезней в разные годы в районах в значительной степени определяются характером агропромышленного комплекса и его развитием.
5. Полученные результаты заболеваемости детей на протяжении первого года после рождения в 2013-2018 гг. различными видами болезней в некоторых районах Республики Башкортостан требуют принятия срочных мер по оздоровлению экологии в этих регионах.

### **Список литературы:**

1. Исаков А.Ж. Оценка риска для здоровья населения факторов окружающей среды. Гигиена и санитария 2009; 1: 4 - 5.
2. Драпкина О.М., Оганов Р.Г., Масленникова Г.Я., Шепель Р.Н. Стратегические направления международной деятельности по профилактике и контролю неинфекционных

- заболеваний ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины» Минздрава России. Профилактическая медицина 2020; 5 (1): 7 - 12.
3. Карамова Л.М., Бакиров А.Б., Башарова Г.Р., Сулейманов Р.А. Экология и здоровье населения Республики Башкортостан. Уфа: Изд-во; 2017.
  4. Селиверстов П.В., Бакаева С.Р., Шаповалов В.В. Оценка рисков социально-значимых хронических неинфекционных заболеваний с использованием телемедицинской системы. Врач 2020; 10: 68 - 73.
  5. Shima M. Health Effects of Air Pollution: A Historical Review and Present status. Nihon Eiseigaku Zasshi 2017;72( 3): 159-65.
  6. Онищенко Г.Г. Актуальные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации. Гигиена и санитария 2008; 2: 4 - 14.
  7. Камиллов Ф.Х., Юнусов Р.Р., Ганеев Т.И., Козлов В.Н., Пономарев Е.Е., Меньшикова И.А. Минеральная плотность и показатели обмена костной ткани у взрослого населения, проживающего в йододефицитном районе. Медицинский вестник Башкортостана. 2020; 1: 26 - 30.
  8. Wolonciej M., Milewska E., Roszkowska-Jakimiec W. Trace elements an activator of antioxidant enzymes. Postepy Higieny i Medycyny .Doswiadczalnej 2016; 70: 1483-98.
  9. Мироненко О.В., Киселев А.В., Носков С.Н., Панькин А.В., Магомедов Х.К., Шенгелия З.Н., Мякишева С.Н. Прогнозирование заболеваемости и оценка риска здоровью при выполнении гигиенических исследований, связанных с химическими факторами воздействия. Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 11: Медицина 2017;12 (4):419-28.
  10. Фазылова А.А., Эткина Э.И., Якута С.Э., Линецкая О.И., Сакаева Г.Д., Хаффазова Е.Р., Хуснутдинова З.А. Отклонения физического развития у современных школьников, проживающих в условиях российского мегаполиса. Профилактическая медицина. 2020; 5 (1):67 - 74.
  11. Tajudin M.A.B.A., Khanb F., Mahiyuddin W.R.W., Hodd R., Latif M.T., Hamid A.H., Rahman S.A., Sahani M. Risk of concentrantions of major air pollutants on the prevalence of cardiovascular and respiratory diseases in urbanized area of Kuala Lumpur, Malaysia. Ecotoxicology and Environmental Safety 2019; 171:290-300.
  12. Боев В.М. Среда обитания и экологически обусловленный дисбаланс микроэлементов у населения урбанизированных и сельских территорий. Гигиена и санитария. 2002; 5: 3 - 8.
  13. Попова Л.Ю., Байбулатова Л.Р., Бакиева Э.А., Жариков К.М. Анализ эффективности терапии бронхиальной астмы у детей с использованием регионального регистра. Медицинский вестник Башкортостана. 2020;1:51 - 6.
  14. Di Menno di Buccichianico A., Brighetti M.A., Cattani G., Costa C., Cusano M., De Gironimo V., Froio F., Gaddi R. Combined effects of air pollutions and allergens in the city of Rome. Urban Forestry @ Urban Greeting. 2019; 379: 13-23.
  15. Ижевский П.В. Мониторинг врожденных пороков развития в учреждениях ФМБА России. Гигиена и санитария. 2011; 5:78 - 80.

16. Акимов А.М., Каюмова М.М. Двадцатилетняя динамика отношения к профилактике заболеваний среди женщин открытой городской популяции. *Врач* 2020; 10: 84 - 7.
17. Katsnelson B.A., Privalova L.I., Sutunkova M.P., Minigalieva I.A., Gurvich V.B., Shur V.Ya., Shishkina E.V., Vakeyev O.H., Valamina I.E., Varaksin A.N. Experimental research into metallic and metal oxide nanoparticle toxicity in vivo. In: Yan B., Zhou H., Gardea-Torresdey J., editors. *Bioactivity of Engineered Nanoparticles*. Springer: Springer Nature Switzerland AG; 2017.p. 259-319.
18. Антонов О.В. Гигиенические факторы риска формирования врожденных пороков развития. *Гигиена и санитария*. 2008; 5:20-2.
19. Даутов Ф.Ф. Репродуктивное здоровье женщины на территориях города с разным уровнем антропогенной нагрузки. *Гигиена и санитария*. 2009; 2: 17 - 20.
20. Skalny A.V., Mazaletskaya A.L., Ajsuvakova O.P., Bjorkland G., Skalnaya M.S., Chao J.C.-J., Chernova L.N., Shakieva R.A., Kopylov Ph. Yu., Skalny A.A., Tinkov A.A. Serum zinc, cooper, zinc-to-cooper ratio, and other essential elements and minerals in children with attention degicit/hyperactivity disorder (ADHD). *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 2020; 58: 1-7.
21. Унгурияну Т.Н. Риск для здоровья населения при комплексном действии веществ, загрязняющих питьевую воду. *Здоровье населения и среда обитания*. 2011;3:14 -9.
22. Онищенко Г.Г. Гигиеническая оценка обеспечения питьевой водой населения Российской Федерации и меры по ее улучшению. *Гигиена и санитария*. 2009;2:4 - 13.
23. Ahmed F., Mishra V. Estimating relative immediacy of water-related challenges in Small Island Developing States (SIDS) of the Pacific Ocean using AHP modeling. *Modeling Earth Systems and Environmental*. 2017;6:201-14.
24. Еремейшвили А.В. Влияние антропогенной нагрузки на содержание тяжелых металлов в биосубстратах детей. *Экология человека*. 2011;10:29-33.
25. Куценко В.В. Угрозы экологической безопасности Российской Федерации и пути их снижения. *Гигиена и санитария*. 2003;6:24-6.
26. Carter P., Lagan J., Fortune C. Association of Cardiovascular Disease with Respiratory Disease. *J Am Coll Cardiol*. 2019;73 (17): 2166-77.
27. Wallis A., Spinks K. The diagnosis and management of interstitial lung diseases. *BMJ* 2015; 7:70-2.
28. Chen Z., Kahn M.E., Liu Y., Wang Z. The consequences of spatially differentiated water pollution regulation in China. *Journal of Environmental Economics and Management* 2018; 88: 468-85.

## References

1. Iskakov A.Zh. Assessment of environmental factors as public health risks. *Hygiene and Sanitation* 2009;1: 4 - 5.
2. Drapkina O.M., Oganov R.G., Maslennikova G.Ya., Shepel R.N. Strategic trends of international activities for the prevention and control of non-communicable diseases of the Federal State

- Budgetary Institution "National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine" of the Russian Health Ministry. Preventive Medicine. 2020; 5 (1): 7 - 12.
3. Karamova L.M., Bakirov A.B., Basharova G.R., Suleimanov R.A. Ecology and health of the Bashkortostan population. Ufa: Publishing House; 2017.
  4. Seliverstov P.V., Bakaeva S.R., Shapovalov V.V. Assessment of the risks of socially significant chronic non-communicable diseases using the telemedicine system. Doctor. 2020; 10: 68 - 73.
  5. Shima M. Health Effects of Air Pollution: A Historical Review and Present status. NihonEiseigakuZasshi 2017;72( 3): 159-65.
  6. Onishchenko G.G. Relevant issues of ensuring the sanitary and epidemiological well-being of the Russian population. Hygiene and Sanitation. 2008;2:4 -14.
  7. Kamilov F.Kh., Yunusov R.R., Ganeev T.I., Kozlov V.N., Ponomarev E.E., Menshikova I.A. Mineral density and indicators of bone metabolism in the adult population living in an iodine-deficient area. Medical Bulletin of Bashkortostan. 2020; 1:26 - 30.
  8. Wolonciej M., Milewska E., Roszkowska-Jakimiec W. Trace elements an activator of antioxidant enzymes. PostepyHigienyi Medycyny . Doswiadczalnej. 2016;70:1483-98.
  9. Mironenko O.V. , Kiselev A.V., Noskov S.N., Pankin A.V., Magomedov Kh.K., Shengelia Z.N., Myakisheva S.N. Prognosing of morbidity and assessment of health risks when performing hygienic studies associated with chemical exposure factors. Bulletin of St. Petersburg University. Series 11: Medicine 2017;12(4): 419-28.
  10. Fazylova A.A., Etkina E.I., Yakuta S.E., Linetskaya O.I., Sakaeva G.D., Khaffazova E.R., Khusnutdinova Z.A. Physical development deviations in present day schoolchildren living in the conditions of the Russian metropolis. Preventive medicine. 2020;5(1): 67 - 74.
  11. Tajudin M.A.B.A., Khanb F., Mahiyuddin W.R.W., Hodd R., Latif M.T., Hamid A.H., Rahman S.A., Sahani M. Risk of concentrantions of major air pollutants on the prevalence of cardiovascular and respiratory diseases in urbanized area of Kuala Lumpur, Malaysia. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2019; 171:290-300.
  12. Boev V.M. Environment and ecologically-related imbalance of trace elements in the population of urbanized and rural areas. Hygiene and Sanitation 2002; 5: 3 - 8.
  13. Popova L.Yu., Baybulatova L.R., Bakieva E.A., Zharikov K.M. Analysis of the effectiveness of bronchial asthma therapy in children using a regional register. Medical Bulletin of Bashkortostan 2020; 1: 51 - 6.
  14. Di Menno di Buccihianico A., Brighetti M.A., Cattani G., Costa C., Cusano M., De Gironimo V., Froio F., Gaddi R. Combined effects of air pollutions and allergens in the city of Rome. UrbanForestry @ UrbanGreeting 2019; 379: 13-23.
  15. Izhevsky P.V. Monitoring of congenital malformations in the institutions of the FMBA of Russia. Hygiene and Sanitation 2011; 5: 78 - 80.
  16. Akimov A.M., Kayumova M.M. Twenty-year dynamics of attitudes towards disease prevention among women in the open urban population. Doctor 2020;10: 84 - 7.
  17. Katsnelson B.A., Privalova L.I., Sutunkova M.P., Minigalieva I.A., Gurvich V.B., ShurV.Ya., Shishkina E.V., Vakeyev O.H., Valamina I.E., Varaksin A.N. Experimental research into metallic and metal oxide nanoparticle toxicity in vivo. In: Yan B., Zhou H., Gardea-Torresdey J., editors. Bioactivity of Engineered Nanoparticles. Springer: SpringerNatureSwitzerland AG; 2017.p. 259-319.

18. Antonov O.V. Hygienic risk factors for the formation of congenital malformations. *Hygiene and Sanitation* 2008;5:20-2.
19. Dautov F.F. Reproductive health of women in urban areas with different levels of anthropogenic load. *Hygiene and Sanitation* 2009;2:17 - 20.
20. Skalny A.V., Mazaletskaya A.L., Ajsuvakova O.P., Bjorkland G., Skalnaya M.S., Chao J.C.-J., Chernova L.N., Shakieva R.A., Kopylov Ph. Yu., Skalny A.A., Tinkov A.A. Serum zinc, copper, zinc-to-copper ratio, and other essential elements and minerals in children with attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2020; 58: 1-7.
21. Unguryanu T.N. Risk for public health due to the complex exposure of substances that pollute drinking water. *Public health and environment*. 2011; 3: 14 -9.
22. Onishchenko G.G. Hygienic assessment of drinking water supply to the population of the Russian Federation and measures to improve it. *Hygiene and Sanitation*. 2009; 2: 4-13.
23. Ahmed F., Mishra V. Estimating relative immediacy of water-related challenges in Small Island Developing States (SIDS) of the Pacific Ocean using AHP modeling. *ModelingEarthSystemsandEnvironmental*. 2017; 6: 201-14.
24. Ereishvili A.V. Influence of anthropogenic load on the content of heavy metals in biosubstrates of children. *Human Ecology*. 2011; 10: 29-33.
25. Kutsenko V.V. Threats to the environmental safety of the Russian Federation and ways to reduce them. *Hygiene and Sanitation*. 2003; 6: 24-6.
26. Carter P., Lagan J., Fortune C. Association of Cardiovascular Disease with Respiratory Disease. *J AmCollCardiol*. 2019; 73 (17): 2166-77.
27. Wallis A., Spinks K. The diagnosis and management of interstitial lung diseases. *BMJ*. 2015; 7:70-2.
28. Chen Z., Kahn M.E., Liu Y., Wang Z. The consequences of spatially differentiated water pollution regulation in China. *Journal of Environmental Economics and Management* 2018; 88: 468-85.

Поступила/Received: 17.08.2021

Принята в печать/Accepted:30.08.2021.



УДК 351.777.61 : 614.2

## САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА УТИЛИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ МНОГОПРОФИЛЬНОГО ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Шаповал И.В., Мулдашева Н.А., Каримова Л.К., Степанов Е.Г.

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

*В связи с увеличением числа лечебных учреждений и объема медицинских услуг выросло количество и разнообразие опасных медицинских отходов, утилизация которых требует дальнейшего совершенствования методик.*

**Цель:** оценка эффективности использования высокотемпературного метода утилизации медицинских отходов в многопрофильном учреждении.

**Объекты и методы исследования:** на примере многопрофильного лечебно-профилактического учреждения, расположенного в отдалении от крупных городов и районных центров и обслуживающего население небольшого города, изучены условия и методы обезвреживания и утилизации опасных медицинских отходов.

**Результаты.** Показана возможность снижения риска воздействия вредных факторов на здоровье работников лечебно-профилактического учреждения и окружающую среду при применении высокотемпературного метода утилизации медицинских отходов. Применение данного метода в многопрофильном лечебно-профилактическом учреждении является эффективным, экономически целесообразным и может быть рекомендовано для использования в других лечебных учреждениях.

**Ключевые слова:** лечебно-профилактическое учреждение, методы утилизации, медицинский персонал, экономический эффект.

**Для цитирования:** Шаповал И.В., Мулдашева Н.А., Каримова Л.К., Степанов Е.Г. Санитарно-эпидемиологический режим при организации процесса утилизации медицинских отходов на примере многопрофильного лечебно-профилактического учреждения. Медицина труда и экология человека. 2021;3:33-43.

**Для корреспонденции:** Шаповал Инна Валерьевна, н.с. отдела медицины труда ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», e-mail: shapoval-inna@mail.ru.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10303>

## SANITARY AND EPIDEMIOLOGICAL REGIME WHEN ORGANIZING HOSPITAL WASTE MANAGEMENT BASED ON A MULTIDISCIPLINE HEALTHCARE INSTITUTION

I.V. Shapoval, N.A. Muldasheva, L.K. Karimova, E.G. Stepanov

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

*Due to an increase in the number of healthcare institutions and the volume of medical services, the amount and variety of hazardous hospital waste management has increased. That requires further improvement of methods.*

**Purpose:** *to evaluate the efficiency of using the high-temperature method of disposing of medical waste in a multidisciplinary institution.*

**Objects and methods of study:** *based on a multidisciplinary healthcare institution located at a distance from large cities and regional centers and providing services to the population of a small city, the conditions and methods of neutralization and hospital waste management and disposal of hazardous wastes were studied.*

**Results.** *The possibility of reducing the risk of exposure to harmful factors on the health of workers of a healthcare institution and the environment when using the high-temperature method of disposing hospital waste is shown. The application of this method in a multidisciplinary healthcare institution is effective, economically feasible and can be recommended for use in other medical institutions.*

**Keywords:** *healthcare institution, waste management, medical personnel, economic effect.*

**Citation:** *I.V. Shapoval, N.A. Muldasheva, L.K. Karimova, E.G. Stepanov. Sanitary and epidemiological regime when organizing hospital waste management based on a multidiscipline healthcare institution. Occupational health and human ecology. 2021;3:33-43.*

**Correspondence:** *Inna V. Shapoval, Researcher at the Department of Occupational Health, shapoval-inna@mail.ru*

**Financing:** *The study had no financial support.*

**Conflict of Interest:** *The authors declare no conflict of interest.*

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10303>

Все возрастающие потребности людей в медицинской помощи привели к увеличению числа лечебных учреждений и медицинских центров, значительно увеличился объем медицинских услуг, соответственно выросло количество и разнообразие опасных медицинских отходов (далее МО), утилизация которых требует новых подходов, дальнейшего совершенствования методик их утилизации [1-6]. К сожалению, методики, основанные только на обезвреживании отходов и их дальнейшей деформации, требуют больших площадей (полигонов) для их захоронения. Именно поэтому более перспективными становятся разработки по совершенствованию технологий сжигания опасных отходов, в том числе медицинских. Это дает возможность сокращать объемы опасного мусора и не захламлять им территории.

Процесс обращения с МО уже сам по себе является фактором высокого риска в силу возможности загрязнения фармацевтическими, химическими, а в отдельных случаях даже радиоактивными веществами, патогенными микроорганизмами из окружающей среды [7-9]. Кроме того, заражение МО патогенными микроорганизмами может привести к опасным инфекционным заболеваниям [10-13]. Существуют убедительные доказательства того, что

такие факторы риска, как вирус иммунодефицита человека, гепатиты В и С, также могут передаваться через отходы системы здравоохранения, то есть больничные отходы могут играть ключевую роль в патогенезе и передаче инфекции и загрязнении окружающей среды.

Таким образом, создание оптимальной системы управления отходами здравоохранения может предотвратить распространение серьезных заболеваний, угрожающих здоровью общества и окружающей среде. Немаловажное значение имеют и экономические затраты на устранение последствий этого воздействия. В связи со значимостью данной проблемы изучение различных методов утилизации медицинских отходов и их эффективности в лечебно-профилактических учреждениях (далее ЛПУ) является актуальным.

**Цель исследования:** оценка эффективности использования высокотемпературного метода утилизации МО в многопрофильном учреждении.

**Объекты и методы исследования.** Изучена организация процесса сбора, хранения и утилизации МО на примере многопрофильного ЛПУ, которое имеет в своем составе стационар на 85 коек с терапевтическим, хирургическим отделениями и отделением интенсивной терапии, две поликлиники с дневными стационарами, отделение судебно-медицинской экспертизы, клиничко-диагностические лаборатории, имеющие разрешение на работу с микроорганизмами 3-4 степени патогенности, отделение скорой медицинской помощи, отделения вспомогательной диагностики, в том числе рентгенологические, склад иммунобиологических препаратов, аптеку и административно-хозяйственные подразделения. Питание больных организовано на базе собственного пищеблока, примыкающего к зданию стационара.

Как видим, количество и состав МО обусловлен работой всех подразделений больницы.

Проведена оценка эффективности высокотемпературного [14] метода утилизации и расчет экономического эффекта с учетом затрат на утилизацию опасных МО по договорам в сравнении с затратами на приобретение оборудования, документарное сопровождение, оборудование участка утилизации, дизельное топливо для сжигания.

**Результаты.** Основные требования при осуществлении деятельности работы с МО в период до 1 марта 2021 г. регулировались СанПиН 2.1.7.2790-10 [15]. После вступления в силу механизма «регуляторной гильотины», вышли новые санитарные требования СанПиН 2.1.3684-21 [16], где в X разделе описаны требования к обращению с МО.

Многопрофильное ЛПУ, на примере которого рассматриваются разные процессы утилизации МО, обслуживает население небольшого города (около 14 000 населения), расположенного в отдалении от крупных населенных пунктов. В больших городах и районных центрах удобным и экономически выгодным является оборудование крупных центров для сжигания МО. Если рассматривать такую же систему утилизации МО для рассматриваемого медицинского учреждения, то видно, что для него использование этого способа утилизации имеет ряд недостатков, как эпидемиологического, так и экономического характера.

В данном лечебном учреждении формируются разные классы опасных МО.

Как предписывают санитарные правила, МО по степени их эпидемиологической и токсической опасности влияния на людей, а также опасного воздействия на окружающую среду, подразделяют на пять классов. В анализируемом нами ЛПУ возможно образование МО первых четырех классов опасности – А, Б, В, Г. Медицинские отходы класса Д не образуются ввиду отсутствия отделений, которые могли бы стать их источником.

Источниками отходов класса А являются все подразделения ЛПУ, отходы в которых не загрязнены биологическими жидкостями, это бумага, предметы мебели, мусор с территории. Кроме того, источником отходов класса А является пищеблок.

Отходы класса Б накапливаются в результате функционирования, прежде всего, отделений стационара, двух поликлиник, клинично-диагностической лаборатории, отделения судебно-медицинской экспертизы, где накапливаются предметы, загрязненные кровью и другими биологическими жидкостями: отработанные шприцы, системы для капельниц, ватные диски, перевязочный материал, перчатки, инъекционные иглы, иные инструменты.

Формирование отходов класса В возможно в тех же подразделениях лечебного учреждения, что и отходов класса Б, в случае обращения больных особо опасными инфекционными заболеваниями. Особенно актуальным это стало в 2020 г. в связи с пандемией, вызванной новой коронавирусной инфекцией COVID-19, когда, несмотря на отсутствие инфекционного отделения, стало возможным обращение таких больных в поликлинику, скорую медицинскую помощь, а также их госпитализация в инкубационном периоде (при отсутствии симптомов и отрицательных результатах ПЦР-обследования на момент госпитализации) в отделения стационара.

Источники отходов класса Г в данной больнице – это просроченные лекарственные, дезинфицирующие средства, не подлежащие использованию, ртутьсодержащие лампы, приборы, рентгеновская пленка и растворы.

Исходя из количества и качества образующихся МО в соответствии с пунктами СанПиН 2.1.7.2790-10 в данном ЛПУ был разработан и утвержден пакет документов, который обосновывал имеющуюся на тот момент систему обращения с МО. Основными были следующие этапы: сбор отходов в самой организации, в том числе в ее подразделениях, транспортирование отходов из подразделений, их временное хранение на территории лечебного учреждения, обеззараживание, транспортировка отходов с территории больницы и их утилизация.

В связи с тем, что процессы сбора и утилизации МО классов Б и В являются наиболее сложными в плане проведения мероприятий по их обязательной дезинфекции/обезвреживанию, при выполнении которых медицинские работники подвергаются опасности заражения и получения травм, этот процесс рассмотрен нами более детально.

При расчете возможных норм образования МО в лечебном учреждении учитывалась коечная емкость стационара круглосуточного пребывания, функционирование двух поликлиник на 500 посещений в сутки с дневными стационарами, круглосуточное оказание экстренной медицинской помощи.

По расчетам годовая норма накопления отходов класса А данного лечебного

учреждения составляет 75% общего объема накопления всех отходов больницы (около 130 тонн), класса Б – около 20% от общего объема (порядка 28 тонн), класса В – около 1%, класса Г – около 4% (рисунок 1).

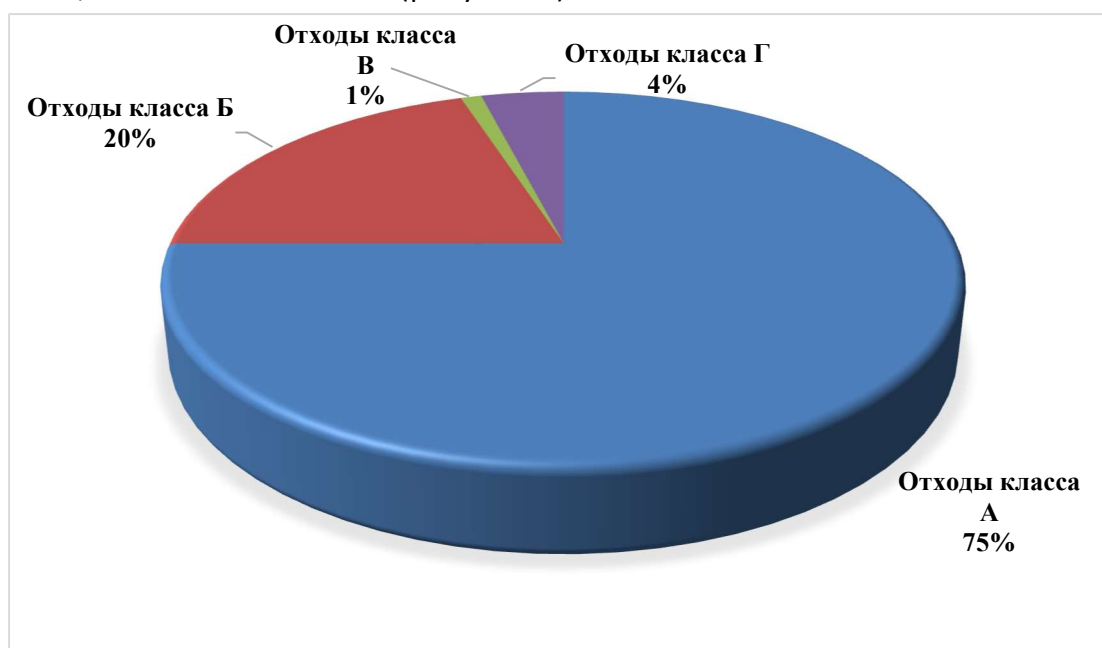


Рис.1. Годовая норма накопления отходов

До 2018 г. сбор и утилизация отходов класса Б осуществлялись по следующей схеме: первичный сбор отходов проводили в местах их образования в желтые пакеты после проведения дезинфекции на рабочем месте путем погружения в дезинфицирующий раствор на время экспозиции согласно инструкции; для сбора острого, режущего инструментария использовались заполненные дезинфицирующим средством твердые непрокальваемые контейнеры, имеющие маркировку «Отходы. Класс Б»; далее из мест образования отходы транспортировались в помещения для их временного хранения, откуда после накопления перевозились в организации, занимающиеся окончательной утилизацией МО по договору на оказание услуг.

Работа по обращению с МО класса В организовывалась в соответствии с правилами по работе с возбудителями 1–2 групп патогенности. До 2020 г. к отходам класса В в данной больнице можно было отнести лишь отходы фтизиатрического кабинета, что составляло малосущественный объем по сравнению с отходами класса Б. При утилизации данного вида отходов использовались красные мешки и емкости с маркировкой «Отходы. Класс В», уделялось отдельное внимание к проведению дезинфекции в местах образования отходов, их транспортировке в места временного хранения (маркировка, герметичность).

Данная схема являлась стандартной для всех лечебных учреждений, полностью соответствовала всем требованиям СанПин 2.1.7.2790-10, но при этом имела существенные недостатки.

Как описывалось ранее, ввиду отдаленного расположения населенного пункта, требовалась транспортировка МО на значительное расстояние к месту утилизации по договору, это требовало больших экономических затрат.

Конечно же, часто опасные отходы доставлялись к месту их окончательной утилизации с целью экономии на попутном автотранспорте, без использования специализированных автомобилей. Учитывая, что МО доставлялись в пакетах, был риск их разрыва и рассыпания во время транспортировки, а следовательно, возрастала вероятность травмирования и заражения инфекционными заболеваниями работников, осуществляющих их доставку.

К тому же одним из условий приемки шприцев на утилизацию был их предварительный разбор по видам пластмасс и отмывание от остатков дезсредств. Сам процесс отмывания и разбора был трудоемким, занимал достаточно длительное время и часто приводил к травмированию работников.

По данным литературы, случаи травм у медицинских работников чаще всего были связаны с проколом иглой, повреждением острым медицинским инструментом после манипуляций во время промывания инструмента дезинфицирующими средствами. Уколы иглой шприца составили 37,1% травм медработников, около трети травм (29,6%) происходили в момент разбора шприцев [17], их промывания, замачивания в растворе дезсредств.

Ввиду увеличения объема применения одноразового инструментария требовалось также большое количество оборудованных по СанПиН 2.1.7.2790-10 мест для временного хранения, организация которых была достаточно сложна в больнице 1983 года постройки.

Этап дезинфекции во многих случаях, конечно же, необходим. Но сокращение количества используемых лечебным учреждением дезинфицирующих средств выгодно как с точки зрения снижения вредного влияния на экологию, экономии материальных ресурсов организации, так и с точки зрения сохранения здоровья работников, использующих дезинфицирующие средства в процессе работы.

В 2018 г. с целью минимизации риска возникновения травм у персонала ЛПУ, инфекционных заболеваний, а также аллергизирующего и токсического воздействия дезинфицирующих средств, в данном лечебном учреждении было принято решение об организации уничтожения опасных МО высокотемпературным методом. Приобретен и запущен в эксплуатацию инсинератор – установка для термического уничтожения отходов объемом загрузки до 400 кг. Инсинератор состоит из двух камер: камеры основного сгорания, в которую непосредственно производят загрузку материала и камеры дожигания, где происходит дожигание мельчайших частиц и газов, поступающих из первой камеры.

Таким образом, при высокотемпературном способе утилизации МО используется так называемая многоступенчатая система очистки газов, которые содержатся в выделяемом дыме. Это позволяет максимально очистить выходящий в атмосферу воздух и значительно улучшить экологические условия в зоне, где расположено производство.

Учитывая то, что больница была выстроена в соответствии с генеральным планом города на самой окраине и практически не граничит с жилой зоной и городскими организациями, имеется возможность установки данного инсинератора в соответствии со всеми требованиями законодательства [18]. В соответствии с Проектом нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при установке инсинератора была выполнена инвентаризация источников выбросов, приведены расчеты загрязняющих веществ и предложены нормативы выбросов в целом по лечебному учреждению по источникам и график их контроля.

Таким образом, с изменением способа утилизации МО изменилась и схема их утилизации: исключен (в большинстве случаев, где это допустимо) этап дезинфекции острого и режущего инструментария. Все эти предметы непосредственно после использования закладываются в одноразовые желтые пластиковые контейнеры. Загрязненные кровью шприцы и другие медицинские изделия складывают в желтые пластиковые мешки, которые по мере наполнения на  $\frac{3}{4}$  герметично упаковываются и опечатываются. В каждом отделении больницы имеется специально отведенное место для контейнеров, куда складываются упакованные мешки. Работники перевозят контейнер с опасными МО в специальное помещение на территории больницы. Там же производится обмен полного контейнера на чистый и продезинфицированный. Его возвращают в отделение для дальнейшего использования.

Сотрудник, который работает на участке утилизации, регистрирует принятые отходы в журнале по учету опасных отходов. По мере того как накопится достаточное количество отходов, он выгружает опасные отходы в загрузочное отделение инсинератора вместе с одноразовой упаковкой. В дальнейшем многоразовые контейнеры дезинфицируют, тщательно промывают и складывают в специальном помещении для их хранения. Само сжигание производят, руководствуясь технологическими документами по эксплуатации инсинератора, на специально созданном участке для утилизации.

Для контроля процесса утилизации в учреждении обеспечено своевременное ведение документации по учету опасных МО, а также проведение производственного контроля за технологией утилизации. Для учета МО в каждом подразделении ведутся технологические журналы учета отходов классов Б и В, где в обязательном порядке указывается количество единиц упаковки отходов по видам, отмечается количество сданных на утилизацию единиц и их вес. Основным учетным документом на участке утилизации лечебного учреждения является технологический журнал участка по обращению с отходами.

Ответственными лицами из администрации лечебного учреждения проводится производственный контроль за работой с МО. В ходе производственного контроля оценивается запас пакетов для утилизации, одноразовых контейнеров, дезсредств, количество средств индивидуальной защиты, возможность стирки спецодежды, ее количество для смены, состояние режима дезинфекции, его соблюдение, состояние площадок для контейнеров, соблюдение технологического режима обезвреживания.

Кроме того, в соответствии с программой производственного контроля обязательно предусмотрены лабораторно-инструментальные исследования состояния атмосферного воздуха рабочей зоны в месте утилизации на содержание токсичных веществ.

**Обсуждение.** Показано преимущество высокотемпературного метода утилизации МО в лечебном учреждении, обслуживающем население небольшого города.

При применении этого метода утилизации МО существенно улучшились условия труда персонала ЛПУ в связи со снижением количества используемых в работе дезинфицирующих средств; снизилась вероятность возникновения аллергических заболеваний медицинского персонала от воздействия дезинфицирующих средств, а также их токсического воздействия как на работников, так и на окружающую среду; снизился риск получения производственных травм, а именно проколов одноразовыми иглами, при осуществлении сортировки и разбора одноразовых инструментов; существенно снизились затраты на покупку дезинфицирующих средств, транспортировку МО на утилизацию, содержание специального автотранспорта для осуществления их транспортировки.

Проведенный экономический расчет с учетом стоимости установки инсинератора (на момент покупки около 400 000 руб.), затрат на документарное сопровождение (100 000 руб.), оборудование участка утилизации (30 000 руб.), дизельное топливо для сжигания (10 000 руб. в месяц) показал экономическую выгоду применения высокотемпературного метода утилизации. При этом плата за утилизацию опасных МО по договорам (до установки инсинератора) составляла около 30 000 руб. в месяц. Таким образом, можно сделать вывод о том, что установка инсинератора в многопрофильном лечебном учреждении окупилась примерно в течение 3 лет.

**Выводы.** В ходе проведенного исследования показаны преимущества применения высокотемпературного метода утилизации опасных МО в многопрофильном лечебном учреждении: исключение длительной транспортировки, осуществление утилизации практически в месте их образования, исключение этапа дезинфекции и разбора медицинского инструментария, отсутствия необходимости организации большого количества мест хранения.

Конечно, несмотря на все имеющиеся преимущества данного метода утилизации опасных МО, встает вопрос о возможности выделения диоксинов [19,20] и других вредных химических веществ в атмосферный воздух. Все это требует строжайшего контроля со стороны как руководства ЛПУ, так и надзорных органов, а также дальнейшего изучения данного вопроса.

#### **Список литературы:**

1. Боркова Е.А., Горельчаник П.И., Горельчаник Л.И. Проблема утилизации отходов в системе устойчивого развития РФ. Экономические отношения. 2019; 9(2): 1167.
2. Dr. Murad Qadir, Dr. Rafat Murad, Dr. Naveed Faraz. Hospital waste management; Tertiary care hospital. The Professional Medical Journal. 2016; 23(07): 802-6, DOI:10.17957/TPMJ/16.3281.



3. Mahmood M, Shahab S, Malik R, Azim W. A study of waste generation, collection and disposal in a tertiary hospital. *Pak J Med Res.* 2001; 40:13-7.
4. Rasheed S. Iqbal, Lubna A. Baig, K. Muft. Hospital Waste Management in the Teaching Hospitals of Karachi. 2005; *Journal of the Pakistan Medical Association.* 55(5):192-5.
5. Hashmi SK, Shahab S. Hospital and biomedical waste management. In: Iliyas M, Editor, *Community medicine and public health.* 4th ed. Karachi: Time Publishers. 2003: 426-37.
6. Uysal F, Tinmaz E. Medical waste management in Trachea region of Turke, *Waste Manag Res.* 2004; 22: 403-7.
7. Hospital Waste Disposal: A Review Article Nosheen Arshad, Shamail Nayyar, Dr. Fatima Amin and Dr. Khawaja Tahir Mahmood Department of Pharmacy, Lahore College for Women University, Lahore, Pakistan DTL, Lahore, Pakistan, Nosheen Arshad et al /*J. Pharm. Sci. & Res.* 2011; 3(8):1412-9.
8. Gordon JG, Rein Hardt PA, Denys GA. Medical waste management. In: Mayhall CG (EDs.), *Hospital epidemiology and infection control*, (3rd). Lippincott Williams and Wilkins publication, 2004:1773-85.
9. Rutala WA, Weber DJ. Disinfection, sterilization and control of hospital waste. In: Mandell, Douglas and Bennett's *Principles and practice of infectious diseases* (6 th ed.), Elsevier Churchill Livingstone Publication. 2005; 3331-47.
10. Демидов Д.В., Пузырева Н.А., Любская О.Г. Особенности утилизации медицинских отходов. *Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности. Сборник материалов Международной научной студенческой конференции.* 2018: 180–3.
11. Самышкин А.В., Хизов А.В. Утилизация бытовых и производственных отходов в Саратовской области. *Научный вестник Вольского военного института материального обеспечения: военно-научный журнал.* 2017; 4 (44): 78-0.
12. Хизов А.В. Утилизация производственных, медицинских и бытовых отходов в Саратовской области. *Технология и производственная безопасность: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции.* Саратов, Амирит, 2017.:140-2.
13. Самутин Н.М., Буторина Н.Н., Стародубова Н.Ю., Корнейчук С.С., Устинов А.К. Приоритетные технологии системы обращения с медицинскими отходами. *Гигиена и санитария.* 2015; 7: 37-9.
14. Швецов И.В., Хизов А.В., Фоменко Н.Л. Утилизация бытовых, производственных и медицинских отходов в России. *Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях. Материалы IV международной научно-практической конференции.* 2018.:159-2.
15. СанПиН 2.1.7.2790-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами»: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 9 декабря 2010 г. № 163.
16. СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению

санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий»: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. № 3.

17. Мельникова А.А. Совершенствование системы обеспечения эпидемиологической безопасности при проведении инъекций. Автореферат канд. мед. наук, 2008, 25с.
18. Федеральный закон «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» от 21.11.2011 №323-ФЗ.
19. Двоскин Г.И., Дудкина Л.М., Зройчиков Н.А., Корнильева В.Ф., Фадеев С.А., Хасхачих В.В. Способ утилизации твердых медицинских отходов. Патент на изобретение RU2684263 С1. 04 апреля 2019г.
20. Артемова К.В., Тихановская Н.С. Проблемы охраны окружающей среды в сфере обращения медицинских отходов. Правовые институты и методы охраны окружающей среды в России, странах СНГ и Европейского союза: Законодательство и экологическая эффективность. Материалы V Международной научно-практической конференции преподавателей, практических сотрудников, студентов, магистрантов, аспирантов. Сборник научных статей, 2018: 11-3.

## References

1. Borkova E.A., Gorelchanik P.I., Gorelchanik L.I. The problem of waste management in the system of sustainable development of the Russian Federation. *Economic relations*. 2019; 9 (2): 1167.
2. Dr. Murad Qadir, Dr. RafatMurad, Dr. Naveed Faraz. Hospital waste management; Tertiary care hospital. *The Professional Medical Journal*. 2016; 23(07): 802-6, DOI:10.17957/TPMJ/16.3281.
3. Mahmood M, Shahab S, Malik R, Azim W. A study of waste generation, collection and disposal in a tertiary hospital. *Pak J Med Res*. 2001;40:13-7.
4. Rasheed S. Iqbal, Lubna A. Baig, K. Muft. Hospital Waste Management in the Teaching Hospitals of Karachi. 2005; *Journal of the Pakistan Medical Association* 55(5):192-5.
5. Hashmi SK, Shahab S. Hospital and biomedical waste management. In: Iliyas M, Editor, *Community medicine and public health*. 4th ed. Karachi: TimePublishers,2003: 426-37.
6. Uysal F, Tinmaz E. Medical waste management in Trachea region of Turke,*Waste Manag Res*. 2004;22:403-7.
7. Hospital Waste Disposal: A Review Article Nosheen Arshad, Shamail Nayyar, Dr. Fatima Amin and Dr. Khawaja Tahir Mahmood Department of Pharmacy, Lahore College for Women University, Lahore, Pakistan DTL, Lahore, Pakistan, NosheenArshad et al /*J. Pharm. Sci. & Res*. 2011; 3(8): 1412-9.
8. Gordon JG, Reinhardt PA, Denys GA. Medical waste management. In: Mayhall CG (Eds.), *Hospital epidemiology and infection control*, (3rd). Lippincott Williams and Wilkins publication, 2004: 1773-85.
9. Rutala WA, Weber DJ. Disinfection, sterilization and control of hospital waste. In: Mandell, Douglas and Bennett's *Principles and practice of infectious diseases* (6 th ed.), Elsevier Churchill Livingstone Publication. 2005; 3331-47.

10. Demidov D.V., Puzyreva N.A., Lyubskaya O.G. Features of hospital waste management. Innovative development of light and textile industries. Proceedings of the International Scientific Student Conference 2018: 180–3.
11. Samyshkin A.V., Khizov A.V. Utilization of household and industrial waste in the Saratov region. Scientific bulletin of the Volsk military institute of material support: military scientific journal. 2017; 4 (44): 78-0.
12. Khizov A.V. Utilization of industrial, medical and household waste in the Saratov region. Technology and industrial safety: Proceedings of the IV All-Russian scientific and practical conference. Saratov, Amirit, 2017: 140-2.
13. Samutin N.M., Butorina N.N., Starodubova N.Yu., Korneichuk S.S., Ustinov A.K. Priority technologies of the medical waste management system. Hygiene and sanitation. 2015; 7: 37-9.
14. Shvetsov I.V., Khizov A.V., Fomenko N.L. Utilization of household, industrial and medical waste in Russia. Innovations in environmental management and protection in emergency situations. Proceedings of the IV international scientific and practical conference. 2018: .159-2.
15. SanPiN 2.1.7.2790-10 "Sanitary and Epidemiological Requirements for Medical Waste Management": Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation of December 9, 2010 No. 163.
16. SanPiN 2.1.3684-21 "Sanitary and epidemiological requirements for the maintenance of the territories of urban and rural settlements, water bodies, drinking water and drinking water supply, atmospheric air, soils, living quarters, operation of industrial, public premises, organization and implementation of sanitary and anti-epidemic (preventive) measures ": Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated January 28, 2021. No. 3.
17. Melnikova A.A. Improving the system for ensuring epidemiological safety during injections. Abstract of Ph.D. thesis (Medicine). 2008, 25p.
18. Federal Law "On the Fundamentals of Health Protection of Citizens in the Russian Federation" dated November 21, 2011 No. 323-FZ.
19. Dvoskin G.I., Dudkina L.M., Zroychikov N.A., Kornilieva V.F., Fadeev S.A., Khaskhachikh V.V. A method for disposal of solid medical waste. Invention patent RU2684263 C1. 04 April 2019
20. Artemova K.V., Tikhanovskaya N.S. Environmental protection problems in the field of medical waste management. Legal Institutions and Methods of Environmental Protection in Russia, the CIS and the European Union: Legislation and Environmental Efficiency. Proceedings of the V International scientific-practical conference of teachers, practical staff, students, undergraduates, graduate students. Collection of scientific articles, 2018: 11-3.

Поступила/Received: 25.08.2021

Принята в печать/Accepted: 06.09.2021.

УДК 613.6; 614.771

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИЯХ С НАЛИЧИЕМ И ОТСУТСТВИЕМ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ЦЕМЕНТНОЙ ПЫЛЬЮ

Щербатов А.Ф.<sup>2</sup>, Новикова И.И.<sup>1,3</sup>, Ивлева Г.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Управление Роспотребнадзора по Новосибирской области, Новосибирск, Россия

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Новосибирск, Россия

*Цель работы заключалась в сравнительной оценке заболеваемости детского населения всех возрастных групп на территории с расположением промышленных предприятий, источников пыли цемента, в т.ч. PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10,0</sub>, характеризующейся высоким уровнем загрязнения (ИЗА5 в диапазоне от 6,0 до 10,0) и территории с отсутствием подобных источников загрязнения. На территории загрязнения выявлены более высокие уровни болезней кроветворных органов, эндокринной системы, системы кровообращения с преобладанием в структуре и более высоким уровнем заболеваний органов дыхания, что, учитывая результаты исследования и неблагоприятную медико-демографическую ситуацию на исследуемой территории, обусловлено неблагоприятным воздействием загрязнения атмосферного воздуха и требует разработки комплексных мер профилактики по снижению заболеваемости, особенно детей как наиболее уязвимой категории населения.*

**Ключевые слова:** загрязнение атмосферного воздуха, цементная пыль, заболеваемость детского населения, меры профилактики.

**Для цитирования:** Щербатов А.Ф., Новикова И.И., Ивлева Г.П. Сравнительная характеристика заболеваемости населения на территориях с наличием и отсутствием источников загрязнения атмосферного воздуха цементной пылью. Медицина труда и экология человека. 2021;3:44-61.

**Для корреспонденции:** Новикова Ирина Игоревна, директор ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, доктор медицинских наук, профессор. E-mail: novikova\_ii@niig.su

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10304>

## COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE MORBIDITY OF THE POPULATION IN THE TERRITORIES WITH THE PRESENCE AND ABSENCE OF SOURCES OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION BY CEMENT DUST

A. F. Shcherbatov<sup>2</sup>, I. I. Novikova<sup>1</sup>, Ivleva G. P.<sup>1</sup>

1- FBUN "Novosibirsk Research Institute of Hygiene" Rospotrebnadzor, Novosibirsk, Russia, Novosibirsk, Russia

2-Department of the Rospotrebnadzor in the Novosibirsk region, Novosibirsk, Russia

3- FGBOU VO "Novosibirsk State Medical University" of the Ministry of Health of Russia, Novosibirsk, Russia

*The purpose of the work was to comparatively assess the incidence of the child population of all age groups in the territory with the location of industrial enterprises, sources of cement dust, including PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10.0</sub>, characterized by a high level of pollution (ISA5 in the range from 6.0 to 10.0) and the territory with the absence of such sources of pollution. Higher levels of respiratory diseases, hematopoietic organs, endocrine system, circulatory system with a predominance in the structure and a higher level of respiratory diseases were detected in the territory of pollution, which, taking into account the results of the study and the unfavorable medical and demographic situation in the studied territory, is due to the adverse impact of atmospheric air pollution and requires the development of comprehensive preventive measures to reduce morbidity, especially children, as the most vulnerable category of the population.*

**Key words:** atmospheric air pollution, cement dust, morbidity of the child population, preventive measures

**For citation:** A. F. Shcherbatov<sup>2</sup>, I. I. Novikova<sup>1</sup>, Ivleva G. P.<sup>1</sup> Comparative characteristics of the morbidity of the population in the territories with the presence and absence of sources of atmospheric air pollution by cement dust. *Occupational health and human ecology*. 2021;3: 44-61.

**For correspondence:** Irina Igorevna Novikova, Director of the FBUN "Novosibirsk Research Institute of Hygiene" Rospotrebnadzor, Doctor of Medical Sciences, Professor. E-mail: novikova\_ii@niig.su

**Funding:** the study was not sponsored

**Conflict of interest:** The authors declare no conflict of interest.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10304>

Загрязнение воздуха представляет глобальную опасность для здоровья, так как 9 из 10 человек в мире сегодня живут в местах, где качество воздуха не соответствует рекомендациям ВОЗ, и согласно прогнозам, изменение климата усугубит эту проблему [1-10].

Без всяких сомнений, глобальное загрязнение окружающей среды является международной проблемой общественного здравоохранения. Очевидно, что урбанизация и индустриализация развивается небывалыми темпами во всем мире. Антропогенное

загрязнение является одним из крупнейших факторов риска для здоровья во всем мире, учитывая, что на его долю приходится около 9 млн смертей в год [11].

Миллионы людей ежедневно работают и проживают в условиях пылевого фактора – значимого фактора формирования заболеваний профессионального генеза, а также болезней органов дыхания, ведущих в структуре общей заболеваемости всех возрастных когорт населения [12-18].

К источникам пылевого фактора, наряду с другими химическими соединениями, относятся предприятия по производству цемента.

Производство цемента включает в себя комплекс химических процессов, в ходе которых в окружающую среду выделяются углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ), летучие органические соединения, монооксид углерода ( $\text{CO}$ ), оксид азота ( $\text{NO}_x$ ) и частицы ( $\text{PM}$ ), в т.ч. с диаметром менее 10 мкм [19].

Цемент состоит из окиси кальция ( $\text{CaO}$ , 62-67%) и кварцевого стекла ( $\text{SiO}_2$ , 17-25%) с меньшим количеством триоксида алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 3-8%), оксида железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 0-5%), оксида магния ( $\text{MgO}$ , 1-2%) и других тяжелых металлов, в том числе шестивалентного хрома ( $\text{Cr}^{6+}$ ), никеля [20,21].

Пыль, образующаяся в результате добычи, транспортировки и измельчения песка и известняка, газ и дым, выходящие из печи, а также цементная пыль, образующаяся в результате транспортировки и фасовки цемента, являются основными загрязнителями территории производства и окружающей рекреационной зоны [22-24]. По имеющимся в литературе данным, цементная пыль через системный кровоток может попадать в различные органы и системы, вызывая патологические изменения в сердечно-сосудистой системе, органах пищеварения, опорно-двигательном аппарате, увеличивая тем самым число органов-мишеней [20].

Результаты многочисленных исследований показывают увеличение числа обострений заболеваний, связанных с выбросами цементных заводов, и госпитализаций населения, проживающего в населенных пунктах дислокации цементных производств [25]. Причем дети являются особо уязвимой категорией населения, поскольку они проводят больше времени на открытом воздухе [26, 27]. Это обусловило актуальность данного исследования.

**Цель** настоящего исследования – дать гигиеническую оценку атмосферного воздуха в г. Искитим и сравнительную оценку показателей заболеваемости населения (по обращаемости за медицинской помощью) в группе наблюдения (г. Искитим, условно грязная территория) и в группе контроля (г. Бердск, условно чистая территория).

**Материалы и методы.** Материалы исследования: данные о социально-экономических и демографических показателях Новосибирской области и г. Искитима, социально-гигиенического мониторинга Управления Роспотребнадзора по Новосибирской области о загрязнениях атмосферного воздуха, данные инвентаризации источников выбросов загрязняющих веществ ОАО «Искитимцемент»; данные о заболеваемости по обращаемости за медицинской помощью и результатам медицинских осмотров детей Новосибирской области, г. Искитим (основная группа) и г. Бердск (контрольная группа)

Методы исследования – гигиенические, эпидемиологические, статистические. Гигиенические методы включали оценку результатов лабораторного контроля загрязняющих веществ в пробах атмосферного воздуха посредством их сравнения с регламентированными значениями предельно допустимых концентраций максимально разовых, среднесуточных и среднегодовых концентраций вредных веществ, загрязняющих атмосферный воздух, регламентированных СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»<sup>1</sup>. Оценка класса опасности пыли цемента проводилась в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»<sup>2</sup>.

Оценка распространенности заболеваемости детского населения проводилась с использованием интенсивных и экстенсивных показателей.

Статистический анализ материалов исследования осуществлялся с применением методов параметрического и непараметрического анализа с использованием пакетов STATISTICA-10.0 и возможностей Microsoft Excel [28-31]. Статистическая значимость оценивалась с помощью Т-критерия Стьюдента и метода углового преобразования Фишера [32]. Критический уровень значимости  $p$  принимался равным 0,05.

**Результаты.** Исследования проводились на территории г. Искитима Новосибирской области, который характеризуется размещением промышленных узлов, интенсивно загрязняющих атмосферный воздух (цементный завод, завод асбесто-цементных изделий, комбинат строительных материалов, камнеобрабатывающий завод, заводы железобетонных изделий, асфальтный завод, известняковый карьер).

Следует отметить, что в г. Искитим Новосибирской области в течение длительного времени регистрируется неблагоприятная медико-демографическая ситуация. Начиная с 2010 г. по настоящее время отмечается негативная динамика рождаемости населения с темпом убыли 7,6% в год; с 2015 г. – негативная динамика смертности населения с темпом прироста 1,2% в год. Темпы естественной убыли населения составляют 1,4 на 1000 населения в год. В результате за 10 лет численность населения сократилась на 11,2% и составила в 2020 г. 56033 чел. [33].

Среднегодовая концентрация взвешенных веществ за период наблюдения (2010-2019 гг.) стабильно составляла 1,2-1,4 ПДК, диоксида азота - 1,1-1,6 ПДК, оксида углерода - 1,2 ПДК, бенз(а)пирена - 2,4 ПДК. Максимальные разовые концентрации взвешенных веществ за период наблюдения составляли 1,5-1,9 ПДК, по диоксиду серы и сероводороду были ниже - 1,0 ПДК.

Согласно данным центра мониторинга загрязнения окружающей среды ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС», в Искитиме уровень загрязнения атмосферного воздуха по величине ИЗА5 в период исследования составлял от 6,0 до 10,0, что в соответствии с критериями оценки загрязнения атмосферного воздуха расценивается как высокий уровень

<sup>1</sup> СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> Available 12.07.2021.

<sup>2</sup> ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200233> Available 12.07.2021.

загрязнения [34]. Наибольший вклад в ИЗА5 стабильно вносили бенз(а)пирен и взвешенные вещества.

При этом максимальные из разовых концентраций взвешенных веществ составляли за период наблюдения в 1 км от источника составляли 1,6-3,2 ПДК, диоксида азота - 0,6 ПДК, оксида углерода - 1,6 ПДК, а подфакельные наблюдения за загрязнениями атмосферного воздуха от выбросов ОАО «Искитимцемент» выявили превышения максимально разовых предельно допустимых концентраций взвешенных веществ в 1,8 раза на расстоянии 1 км и более от границы санитарно-защитной зоны источника выбросов.

Сравнительная оценка заболеваемости населения (по обращаемости за медицинской помощью) проводилась по двум территориям:

– г. Искитим (условно грязная территория) – территория, на которой расположены промышленные предприятия, источники пыли цемента, в т.ч. частиц PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10,0</sub> – территория наблюдения (ТН);

– г. Бердск (условно чистая территория) - территория, на которой отсутствуют источники загрязнения атмосферного воздуха пылью, в т.ч. частицами PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10,0</sub> – контрольная территория (КТ).

При сравнительной оценке заболеваемости детей (0-14 лет) по официальным данным Минздрава Новосибирской области<sup>3</sup> за 2010-2019 гг. было установлено, что в структуре общей заболеваемости (по обращаемости за медицинской помощью) на двух территориях (территория наблюдения и контрольная территория) первое ранговое место занимали болезни органов дыхания с удельным весом в 64,2% на территории наблюдения и 59,1% на контрольной территории. Второе ранговое место принадлежало болезням органов пищеварения, составлявших соответственно 5,8 и 5,4%. По последующим ранговым местам в структуре заболеваемости детей на сравниваемых территориях имелись различия. Так, на территории наблюдения на третьем месте располагались болезни костно-мышечной системы (4,1%), а на контрольной - травмы и отравления (5,3%). Четвертое место на территории наблюдения занимали болезни глаз (3,7%), на контрольной - болезни костно-мышечной системы (4,2%), пятое место на территории наблюдения принадлежало болезням нервной системы (3,5%), на контрольной - болезни глаз (3,9%) (табл. 1).

<sup>3</sup> Ф № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации».



Таблица 1

Результаты ранжирования структуры среднемноголетней заболеваемости детей от 0 до 14 лет за период 2010-2019 гг.

Показатели	Структура в % и результаты ранжирования			
	ТН		КТ	
	%	ранг	%	ранг
Инфекционные и паразитарные болезни	3,3	6	3,6	6
Новообразования	0,5	15	0,4	15
Болезни кроветворных органов	1,1	12	0,5	13
Болезни эндокринной системы	1,8	10	1,4	12
Психические расстройства	1,9	9	2,1	10
Болезни нервной системы	<b>3,5</b>	<b>5</b>	3,3	7
Болезни глаз	<b>3,7</b>	<b>4</b>	<b>3,9</b>	<b>5</b>
Болезни уха	1,8	10	1,9	11
Болезни системы кровообращения	0,9	14	0,5	14
Болезни органов дыхания	<b>64,2</b>	<b>1</b>	<b>59,1</b>	<b>1</b>
Болезни органов пищеварения	<b>5,8</b>	<b>2</b>	<b>5,4</b>	<b>2</b>
Болезни кожи	3,3	6	3,1	8
Болезни костно-мышечной системы	<b>4,1</b>	<b>3</b>	<b>4,2</b>	<b>4</b>
Болезни мочеполовой системы	1,0	13	2,2	9
Травмы и отравления	3,1	8	<b>5,3</b>	<b>3</b>

При сравнительной оценке среднемноголетних интенсивных показателей общей заболеваемости детей (по обращаемости за медицинской помощью) установлены классы заболеваний (в том числе болезни кроветворных органов; болезни эндокринной системы; болезни системы кровообращения), по которым на территории наблюдения

регистрировались более высокие уровни заболеваемости в сравнении с контрольной территорией ( $p \leq 0,05$ ).

При сравнительной оценке заболеваемости подростков (15-17 лет) за 2010-2019 гг. было установлено, что в структуре общей заболеваемости (по обращаемости за медицинской помощью) на обеих территориях первое место занимали болезни органов дыхания, удельный вес которых составлял 45,2% на территории наблюдения и 39,6% - на контрольной территории. На втором месте располагались болезни органов пищеварения, составившие соответственно 10,8 и 10,1%; третье ранговое место принадлежало болезням костно-мышечной системы - 7,7 и 7,9% соответственно; четвертое ранговое место – болезням глаз – 6,5 и 6,8%; пятое ранговое место – травмам и отравлениям – 3,0 и 5,1% (табл. 2).

Таблица 2

**Результаты ранжирования структуры среднемноголетней заболеваемости подростков от 15 до 17 лет за период 2010-2019 гг.**

Показатели	Структура в % и результаты ранжирования			
	ТН		КТ	
	%	ранг	%	ранг
Инфекционные и паразитарные болезни	2,0	10	2,2	10
Новообразования	0,7	14	0,6	14
Болезни кроветворных органов	1,3	15	0,6	15
Болезни эндокринной системы	4,7	9	3,7	9
Психические расстройства	3,7	8	4,1	8
Болезни нервной системы	4,6	6	4,3	6
Болезни глаз	<b>6,5</b>	<b>4</b>	<b>6,8</b>	<b>4</b>
Болезни уха	1,9	11	2,0	11
Болезни системы кровообращения	3,2	12	1,7	12
Болезни органов дыхания	<b>45,2</b>	<b>1</b>	<b>39,6</b>	<b>1</b>
Болезни органов пищеварения	<b>10,8</b>	<b>2</b>	<b>10,1</b>	<b>2</b>

Болезни кожи	4,5	7	4,3	7
Болезни костно-мышечной системы	<b>7,7</b>	<b>3</b>	<b>7,9</b>	<b>3</b>
Болезни мочеполовой системы	0,4	13	0,8	13
Травмы и отравления	<b>3,0</b>	<b>5</b>	<b>5,1</b>	<b>5</b>

В результате сравнительной оценки среднесноголетних интенсивных показателей общей заболеваемости подростков (по обращаемости за медицинской помощью) выявлены классы заболеваний, по которым на сравниваемых территориях были выявлены статистически значимые различия ( $p \leq 0,05$ ). Так, более высокие уровни заболеваемости на территории наблюдения отмечались по болезням кроветворных органов; болезням эндокринной системы; болезням системы кровообращения; новообразованиям; болезням органов дыхания; более высокие уровни заболеваемости на контрольной территории отмечались по классу болезней – травмы и отравления (табл. 3).

Таблица 3

**Сравнительная оценка уровня среднесноголетней заболеваемости  
детей от 15 до 17 лет за период 2010-2019 гг. (на 100 тыс.)**

Показатели	ТН	$\pm m$	КТ	$\pm m$	t	p
Инфекционные и паразитарные болезни	1987,4	192,8	2168,9	210,4	$\leq 2$	$\geq 0,05$
Новообразования	675,4	65,5	585,9	56,8	$\geq 2$	$\leq 0,05$
Болезни кроветворных органов	1274,8	123,7	578,1	56,1	$\geq 2$	$\leq 0,05$
Болезни эндокринной системы	4695,1	455,4	3699,4	358,8	$\geq 2$	$\leq 0,05$
Психические расстройства	3720,4	360,9	4064,0	394,2	$\leq 2$	$\geq 0,05$
Болезни нервной системы	4552,7	441,6	4332,4	420,2	$\leq 2$	$\geq 0,05$
Болезни глаз	6462,5	626,9	6799,5	659,6	$\leq 2$	$\geq 0,05$
Болезни уха	1880,1	182,4	2029,9	196,9	$\leq 2$	$\geq 0,05$
Болезни системы кровообращения	3227,6	313,1	1698,5	164,8	$\geq 2$	$\leq 0,05$
Болезни органов дыхания	45200,0	2260,0	39570,1	1978,5	$\geq 2$	$\leq 0,05$
Болезни органов пищеварения	10847,2	1052,2	10052,6	975,1	$\leq 2$	$\geq 0,05$

Болезни кожи	4509,4	437,4	4303,4	417,4	≤2	≥0,05
Болезни костно-мышечной системы	7652,0	742,2	7872,8	763,7	≤2	≥0,05
Болезни мочеполовой системы	353,6	134,3	783,0	276,0	≤2	≥0,05
Травмы и отравления	2993,3	290,3	5103,4	495,0	≥2	≤0,05

Примечание: ТН – территория наблюдения, КТ – контрольная территория.

При сравнительной оценке заболеваемости населения 18 лет и старше за 2010-2019 гг. было установлено, что в структуре общей заболеваемости (по обращаемости за медицинской помощью) на территории наблюдения и контрольной первое ранговое место принадлежало болезням системы кровообращения с удельным весом в 23,4% на территории наблюдения и 19,4% на контрольной территории. На втором ранговом месте располагались болезни органов дыхания с удельным весом соответственно 22,6 и 18,8%; на третьем ранговом месте - болезни костно-мышечной системы – 10,9 и 9,9% соответственно; на четвертом – болезни эндокринной системы – 8,1 и 7,1%; на пятом – болезни мочеполовой системы – 4,8 и 6,9% (табл. 4).

Таблица 4

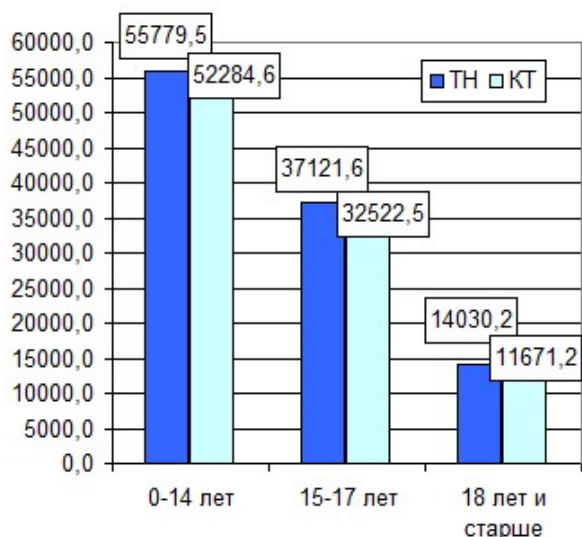
**Результаты ранжирования структуры среднемноголетней заболеваемости населения возрастной группы (18 лет и старше) за период 2010-2019 гг.**

Показатели	Структура в % и результаты ранжирования			
	ТН		КТ	
	%	ранг	%	ранг
Инфекционные и паразитарные болезни	1,6	11	2,7	11
Новообразования	3,3	8	4,3	8
Болезни кровеносных органов	0,7	15	0,8	15
Болезни эндокринной системы	<b>8,1</b>	<b>4</b>	<b>7,1</b>	<b>4</b>
Психические расстройства	2,2	13	2,1	13
Болезни нервной системы	3,9	10	3,8	10
Болезни глаз	5,1	7	5,0	7
Болезни уха	2,2	14	2,1	14

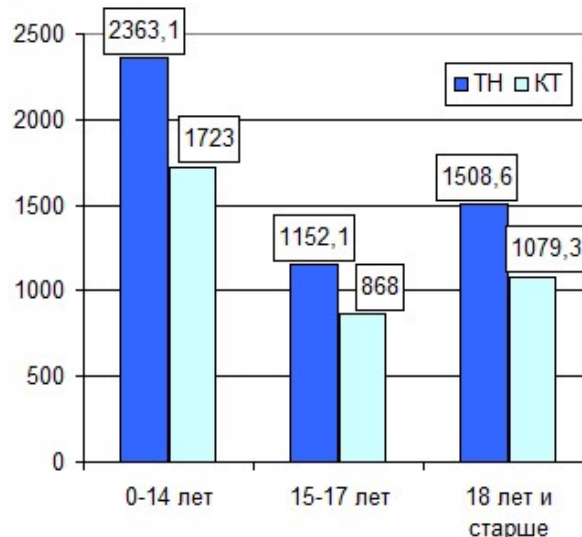
Болезни системы кровообращения	<b>23,4</b>	<b>1</b>	<b>19,4</b>	<b>1</b>
Болезни органов дыхания	<b>22,6</b>	<b>2</b>	<b>18,8</b>	<b>2</b>
Болезни органов пищеварения	6,0	6	6,9	6
Болезни кожи	2,6	12	2,5	12
Болезни костно-мышечной системы	<b>10,9</b>	<b>3</b>	<b>9,9</b>	<b>3</b>
Болезни мочеполовой системы	<b>4,8</b>	<b>5</b>	<b>6,9</b>	<b>5</b>
Травмы и отравления	2,5	9	4,2	9

Учитывая, что принципиальным отличием территорий (наблюдения и контрольной) был пылевой фактор, в связи с наличием или отсутствием на территории промышленных объектов, загрязняющих атмосферный воздух пылью цемента, частицами РМ 2,5 и РМ 10,0, а ожидаемым органом-мишенью были органы дыхания, детально изучались показатели структуры заболеваемости органов дыхания по отдельным заболеваниям и интенсивные показатели по ним.

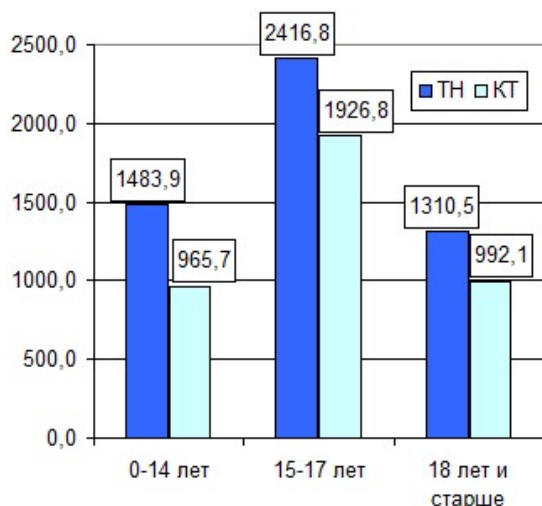
По классу болезней органов дыхания как основной патологии риска здоровью населения, обусловленной исходным выбором территории наблюдения (с размещением производственных объектов - источников загрязнения атмосферного воздуха пылью и частицами РМ 2,5, РМ 10,0) и контрольной территории, не имеющей неподвижных (стационарных) источников загрязнения атмосферного воздуха пылью и частицами РМ 2,5, РМ 10,0, были выявлены отдельные заболевания, по которым регистрировались более высокие уровни среднесуточной заболеваемости (на 100 тыс.) в сравнении с контрольной территорией ( $p \leq 0,05$ ) по всем изученным возрастным группам: по заболеваниям нижних дыхательных путей; по астме и астматическому статусу; по возрастной группе 0-14 лет - аллергический ринит (поллиноз); по возрастным группам 15-17 и 18 лет и старше - хронические болезни миндалин; по возрастной группе 18 лет и старше - заболевания верхних дыхательных путей (рис. 1).



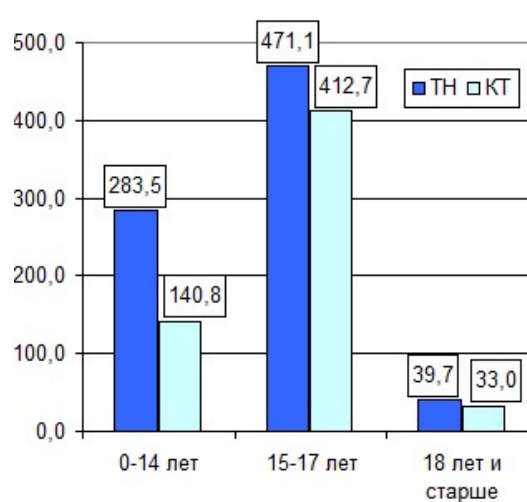
а) болезни верхних дыхательных путей



б) болезни нижних дыхательных путей



в) бронхиальная астма и астматический статус



г) аллергический ринит (поллиноз)

Рис. 1. Сравнительная характеристика среднегодовых показателей по отдельным заболеваниям органов дыхания за 2010-2019 гг. (на 100 тыс. нас.)

**Обсуждение.** Результаты проведенных исследований показали, что на территории наблюдения в сравнении с контрольной территорией отмечались более высокие показатели общей заболеваемости населения по обращаемости за медицинской помощью ( $p \leq 0,05$ ) во всех оцененных возрастных группах с преобладанием заболеваний верхних дыхательных путей, что подтверждается исследованиями других авторов, как в России, так и за рубежом, которые свидетельствуют о неизменном преобладании в структуре заболеваемости всех возрастных когорт населения болезней органов дыхания [15-24]. Высокие уровни заболеваемости ( $p \leq 0,05$ ) отмечались также по таким классам заболеваний, как болезни кроветворных органов; болезни эндокринной системы; болезни системы кровообращения, органы которых являются мишенями воздействия выбросов цементного производства [26]. А

в возрастных группах 15-17 лет и 18 лет и старше высокие уровни отмечались еще по новообразованиям.

Данные сравнительной оценки заболеваемости детей от 0 до 14 лет болезнями органов дыхания за период 2010-2019 гг. по отдельным заболеваниям, несмотря на отсутствие статистически значимых различий в показателях в целом по данному классу болезней ( $p \geq 0,05$ ), позволила выявить ряд заболеваний, по которым на территории наблюдения отмечались более высокие ( $p \leq 0,05$ ) среднемноголетние уровни заболеваемости. Это заболевания нижних дыхательных путей, астма, астматический статус, аллергический ринит (поллиноз).

Анализ заболеваемости подростков (15-17 лет) болезнями органов дыхания за период 2010-2019 гг. по отдельным заболеваниям выявил следующие болезни, по которым на территории наблюдения отмечались более высокие ( $p \leq 0,05$ ) среднемноголетние уровни заболеваемости: заболевания нижних дыхательных путей; хронические болезни миндалин; астма; астматический статус. При этом в данной возрастной группе, в отличие от возрастной группы 0-14 лет, статистически значимые различия в показателях отмечались в целом по классу болезней органов дыхания.

При сравнительной оценке заболеваемости в возрастной группе 18 лет и старше болезнями органов дыхания за период 2010-2019 гг. выявлены следующие болезни, по которым на территории наблюдения отмечались более высокие ( $p \leq 0,05$ ) среднемноголетние уровни заболеваемости: заболевания нижних дыхательных путей; астма; астматический статус; заболевания верхних дыхательных путей. Кроме того, в данной возрастной группе, в отличие от групп «дети» (0-14 лет) и «подростки» (15-17 лет), статистически значимые различия в показателях отмечались в целом по классу болезней органов дыхания. Полученные результаты согласуются с многочисленными исследованиями, свидетельствующими об увеличении числа обострений заболеваний и госпитализации населения, связанных с выбросами цементных заводов [25], особенно среди детей, наиболее подверженных влиянию вредного воздействия факторов окружающей среды [26,27].

**Заключение.** Таким образом, при сравнительной оценке показателей заболеваемости по обращаемости за медицинской помощью среди детского населения различных возрастных групп установлено, что в структуре общей заболеваемости на обеих территориях (территория наблюдения и контрольная территория) первое ранговое место принадлежало болезням органов дыхания с более высоким удельным весом на территории наблюдения. Второе ранговое место на обеих территориях практически с одинаковой долей занимали болезни органов пищеварения. По последующим ранговым местам в структуре заболеваемости детей на сравниваемых территориях имелись различия среди болезней костно-мышечной системы, травм и отравлений, болезней глаз с незначительными различиями в величинах удельного веса.

Статистически значимые более высокие показатели общей заболеваемости населения по обращаемости за медицинской помощью ( $p \leq 0,05$ ) во всех оцененных возрастных группах с преобладанием заболеваний верхних дыхательных путей, а также более высокие уровни

заболеваемости по таким классам заболеваний, как болезни кроветворных органов, эндокринной системы, системы кровообращения на территории наблюдения свидетельствуют о неблагоприятном воздействии загрязнения атмосферного воздуха на наблюдаемой территории, который оценивается по величине ИЗА5 за наблюдаемый период как высокий, с наибольшим вкладом в ИЗА5 бенз(а)пирена и взвешенных веществ. Полученные результаты исследования с учетом неблагоприятной медико-демографической ситуации в данном населенном пункте послужили основанием для разработки комплексной системы мер профилактики, включая меры первичной, вторичной и третичной профилактики.

### Список литературы:

1. Просвирякова И.А., Гриценко Т.Д., Ганькин А.Н., Фираго А.В. Влияние загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов твердыми частицами дисперсностью 10 и 2,5 микрон на показатели заболеваемости населения. Современные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и терапии: сб. материалов Респ. научно-практич. конф. с междунар. участием, Гродно, 24-25 сентября 2020 г. Гродно, 2020: 243-248.
2. Холодов А.С., Кириченко К.Ю., Задорнов К.С., Голохваст К.С. Влияние твердых взвешенных частиц атмосферного воздуха населенных пунктов на здоровье человека. Вестник Камчатского государственного технического университета. 2019; 49: 81-88.
3. Héroux M. E., Braubach M., Korol Nataliya, Krzyzanowski M., Paunovic E., Zastenskaya I. Основные выводы о медицинских аспектах загрязнения воздуха: проекты REVIHAAP и hrarie ВОЗ/ЕК. Гигиена и санитария. 2013; 6: 9-14.
4. Оценка экологической обстановки населением. Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Новосибирской области. Доступно по адресу: <http://www.dproos-nso.ru/articles.php?article=570&item=58>; <http://www.hintfox.com/article/ekologicheskie-problemi-skitima.html> (дата обращения 08.05.2021).
5. Май И.В., Кокоулина А.А., Загороднов С.Ю. Оценка экспозиции населения к мелкодисперсной пыли в зонах влияния выбросов промышленных стационарных источников. Анализ риска здоровью. 2014; 1: 21–30.
6. Ambient (outdoor) air quality and health. World Health Organization: Fact sheets. Available at: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (accessed 5 February 2019).
7. Brauer M., Freedman G., Frostad J. Ambient Air Pollution Exposure Estimation for the Global Burden of Disease 2013. Environ Sci Technol. 2016; 50: 79-88.
8. GBD 2017 Risk Factor Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. Lancet. 2018; 392: 1923-94.



9. Silva R. A., West J. J., Lamarque J. F. Future Global Mortality from Changes in Air Pollution Attributable to Climate Change. *Nat Clim Chang*. 2017; 7: 647-51.
10. Stowell J. D., Kim Y. M., Gao Y. The impact of climate change and emissions control on future ozone levels: Implications for human health. *Environ Int*. 2017; 108: 41-50.
11. Manisalidis I., Stavropoulou E., Stavropoulos A., Bezirtzoglou E. Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. *Front. Public Health*. 2020; 8: 14. doi: 10.3389/fpubh.2020.00014. PMID: 32154200; PMCID: PMC7044178.
12. Демиденко Г.А., Напесочный Н.С. Оценка загрязнения снежного покрова в городе Красноярске. *Вестник ОмГАУ*. 2016; 2(22): 115-120.
13. Крючкова Е.Н., Сааркоппель Л.М. Влияние факторов цементного производства на резистентность организма работающих. *Медицина труда и экология человека*. 2017; 2(10): 9-13.
14. Ревич Б. А. Мелкодисперсные взвешенные частицы в атмосферном воздухе и их воздействие на здоровье жителей мегаполисов. *Проблемы экологического мониторинга и моделирование экосистем*. 2018; 29(3): 53–78.
15. Сенотрусова С.В. Влияние техногенного загрязнения на заболеваемость детского населения промышленных городов. *Здоровая окружающая среда – основа безопасности регионов: материалы первого междунар. экологического форума в Рязани, Рязань, 11-13 мая 2017 г. Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2017; 2: 140-143.*
16. Сучкова С.В. Изучение здоровья населения, проживающего в зоне влияния ООО "Красноярский цемент", с применением оценки риска и эпидемиологических методов исследования. *Актуальные проблемы авиации и космонавтики*. 2017; 13: 745-746.
17. Шевчук А.Г., Журавлева О.В. Опасное влияние цементной пыли на организм человека на ОАО "Спасскцемент". *Студенческая наука: современные реалии: сб. материалов VII междунар. научно-практической конференции, Чебоксары, 11 декабря 2018г. Чебоксары: ООО «Интерактив плюс». 2018: 90-92.*
18. Голохваст К.С., Чайка В.В., Васянович Ю.А. Экологическая характеристика качественного состава атмосферных взвесей острова Русский. *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2014; 4(11): 146–150.
19. Gheibi M., Karrabi M., Shakerian M., Mirahmadi M. Life cycle assessment of concrete production with a focus on air pollutants and the desired risk parameters using genetic algorithm. *J Environ Health Sci Eng*. 2018; 16(1): 89-98. doi: 10.1007/s40201-018-0302-x. PMID: 30258645; PMCID: PMC6148234.
20. Meo S. A. Health hazards of cement dust. *Saudi Med J*. 2004; 25(9): 1153–1159.
21. Van Oss H., Padovani A. C. Cement manufacture and the environment: part I: chemistry and technology. *J Ind Ecol*. 2002; 6(1): 89–105. doi: 10.1162/108819802320971650.
22. Ерофеев Ю.В., Турбинский В.В., Щербатов А.Ф., Новикова И.И. Гигиеническая оценка загрязнений атмосферного воздуха цементной пылью. *Вопросы гигиены*. 2017; 4(26): 189 – 192.

23. Рапута В.Ф., Симоненков Д.В., Белан Б.Д., Ярославцева Т.В. Оценка выбросов диоксида серы в атмосферу Норильского промышленного района. *Оптика атмосферы и океана*. 2019; 32(6): 465–470.
24. Юдович Б.Э., Дмитриев А.М., Лямин Ю.А., Зубехин С.А. Цементная промышленность и экология. Доступно на: <https://www.allbeton.ru/upload/iblock/ac6/cementnaya-promishlennost-i-ekologiya-iyudovichk.pdf> (дата обращения: 14.02.2018 г.).
25. Matsuzawa A. Thioredoxin and redox signaling: Roles of the thioredoxin system in control of cell fate. *Arch. Biochem. Biophys.* 2017; 617: 101–105.
26. Маклакова О. А. Оценка риска развития заболеваний органов дыхания и коморбидной патологии у детей в условиях загрязнения атмосферного воздуха химическими веществами техногенного происхождения (когортное исследование). *Анализ риска здоровью*. 2019; 2: 56–63.
27. Ostro V., Lipsett M., Mann J., Braxton-Owens H., White M. Air pollution and exacerbation of asthma in African-American children in Los Angeles. *Epidemiology*. 2001; 12: 200-208.
28. Май И.В., Загороднов С.Ю., Макс А.А. Оценка потенциального загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными частицами в зоне расположения машиностроительного предприятия. *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика*. 2012; 2: 109–118.
29. Зайцева Н.В., Шур П.З., Кирьянов Д.А. Методические подходы к расчету вероятности негативных ответов для оценки индивидуальных рисков здоровью человека. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2015; 56(3): 5-11.
30. Голохваст К.С., Чекрызов И.Ю., Ревуцкая И.Л. Некоторые аспекты моделирования атмосферных взвесей исходя из вещественного состава. *Известия Самарского НЦ РАН*. 2012; 14(1.9): 2401-2404.
31. Пименова Е.В., Насртдинова Т.Ю., Лихачёв С.В. Гигиеническое и экологическое нормирование качества окружающей среды: учебное пособие. Пермь: ИПЦ «Прокрость». 2017.
32. Øvrevik J., Refsnes M., Låg M. Activation of Proinflammatory Responses in Cells of the Airway Mucosa by Particulate Matter: Oxidant- and Non-Oxidant-Mediated Triggering Mechanisms. *Biomolecules*. 2015; 5(3): 1399-1440.
33. Материалы Федеральной службы государственной статистики - численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям. Таблица №21. Численность населения городов и пгт по федеральным округам и субъектам Российской Федерации». [gorodarus.ru](http://gorodarus.ru) [сайт]. – URL: <https://gorodarus.ru/iskitim.html> (дата обращения: 03.02.2021).
34. РД по оценке 52.04.667.2005 Руководящий документ. Документ о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию. [docs.cntd.ru](http://docs.cntd.ru) [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200067118> (дата обращения: 20.08.2021).

**References:**

1. Prosviryakova I. A., Gritsenko T. D., Gankin A. N., Firago A. V. Influence of atmospheric air pollution in settlements with solid particles with a dispersion of 10 and 2.5 microns on the morbidity rates of the population. Modern issues of radiation and environmental medicine, radiation diagnostics and therapy: collection of articles. materials Rep. scientific and practical conf. with int. participation, Grodno, September 24-25, 2020 - Grodno, 2020, 243-248.
2. Kholodov A. S., Kirichenko K. Yu., Zadornov K. S., Golokhvast K. S. Influence of solid suspended particles of atmospheric air of settlements on human health. Bulletin of Kamchatka State Technical University. 2019; 49: 81-88.
3. Héroux M. E., Braubach M., Korol N., Krzyzanowski M., Paunovic E., Zastenskaya I. Key findings on medical aspects of air pollution: projects REVIHAAp and hrapie WHO / EC. Hygiene and sanitation. 2013; 6: 9-14.
4. Assessment of the ecological situation by the population. Department of Natural Resources and Environmental Protection of the Novosibirsk Region. Available at: <http://www.dproosnso.ru/articles.php?article=570&item=58>; <http://www.hintfox.com/article/ekologicheskie-problemi-skitima.html> (accessed 5 May 2021).
5. May I. V., Kokoulina A. A., Zagorodnov S. Yu. Assessment of the exposure of the population to fine dust in the zones of influence of emissions from industrial stationary sources. Health risk analysis. 2014; 1: 21-30.
6. Ambient (outdoor) air quality and health. World Health Organization: Fact sheets. Available at: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (accessed 5 February 2019).
7. Brauer M., Freedman G., Frostad J. Ambient Air Pollution Exposure Estimation for the Global Burden of Disease 2013. Environ Sci Technol. 2016; 50: 79-88.
8. GBD 2017 Risk Factor Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. Lancet. 2018; 392: 1923-94.
9. Silva R. A., West J. J., Lamarque J. F. Future Global Mortality from Changes in Air Pollution Attributable to Climate Change. Nat Clim Chang. 2017; 7: 647-51.
10. Stowell J. D., Kim Y. M., Gao Y. The impact of climate change and emissions control on future ozone levels: Implications for human health. Environ Int. 2017; 108: 41-50.
11. Manisalidis I., Stavropoulou E., Stavropoulos A., Bezirtzoglou E. Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. Front. Public Health. 2020; 8: 14. doi: 10.3389/fpubh.2020.00014. PMID: 32154200; PMCID: PMC7044178.
12. Demidenko G. A., Apesochny N. S. Assessment of snow cover pollution in the city of Krasnoyarsk. Bulletin of OmGAU. 2016; 2 (22): 115-120.
13. Kryuchkova E. N., Saarkoppel L. M. Influence of factors of cement production on the resistance of the organism of workers. Occupational medicine and human ecology. 2017; 2 (10): 9-13.

14. Revich B.A. Fine suspended particles in the air and their impact on the health of residents of megacities. *Environmental monitoring and ecosystem modeling*. 2018;29 (3): 53–78.
15. Senotrusova S. V. Influence of technogenic pollution on the incidence of children in industrial cities. A healthy environment is the basis for regional security: materials of the first international. ecological forum in Ryazan, Ryazan, May 11-13, 2017 Ryazan: FSBEI HE RGATU, 2017; 2: 140-143.
16. Suchkova S.V. Study of the health of the population living in the zone of influence of LLC "Krasnoyarsk cement", using risk assessment and epidemiological research methods. *Actual problems of aviation and astronautics*. 2017; 13: 745-746.
17. Shevchuk A. G., Zhuravleva O. V. Dangerous effect of cement dust on the human body at JSC "Spasskement". *Student science: modern realities: collection of articles. materials of the VII int. scientific-practical conference, Cheboksary, December 11, 2018 Cheboksary: Interactive Plus LLC*. 2018: 90-92.
18. Golokhvast K. S., Chaika V. V., Vasyanovich Yu. A. Ecological characteristics of the qualitative composition of atmospheric suspensions of the Russkiy Island. *Mining information and analytical bulletin*. 2014; 4 (11): 146– 150.
19. Gheibi M., Karrabi M., Shakerian M., Mirahmadi M. Life cycle assessment of concrete production with a focus on air pollutants and the desired risk parameters using genetic algorithm. *J Environ Health Sci Eng*. 2018;16(1): 89-98. doi: 10.1007/s40201-018-0302-x. PMID: 30258645; PMCID: PMC6148234.
20. Meo S. A. Health hazards of cement dust. *Saudi Med J*. 2004; 25(9): 1153–1159.
21. Van Oss H., Padovani A. C. Cement manufacture and the environment: part I: chemistry and technology. *J Ind Ecol*. 2002;6(1): 89–105. doi: 10.1162/108819802320971650.
22. Erofeev Yu. V., Turbinsky V. V., Shcherbatov A. F., Novikova I. I. Hygienic assessment of atmospheric air pollution with cement dust. *Hygiene issues*. 2017;4(26): 189-192.
23. Raputa V. F., Simonenkov D. V., Belan B. D., Yaroslavtseva T.V. Estimation of sulfur dioxide emissions into the atmosphere of the Norilsk industrial region. *Optics of the atmosphere and ocean*. 2019;32(6): 465-470.
24. Yudovich B. E., Dmitriev A. M., Lyamin Yu. A., Zubekhin S. A. Cement industry and ecology. Available at: <https://www.allbeton.ru/upload/iblock/ac6/cementnaya-promishlennost-i-ekologiya-iyudovichk.pdf> (date of access: 14.02.2018).
25. Matsuzawa A. Thioredoxin and redox signaling: Roles of the thioredoxin system in control of cell fate. *Arch. Biochem. Biophys*. 2017; 617: 101–105.
26. Maklakova O. A. Assessment of the risk of developing respiratory diseases and comorbid pathology in children under conditions of atmospheric air pollution with chemicals of technogenic origin (cohort study). *Health risk analysis*. 2019;2: 56-63.
27. Ostro B., Lipsett M., Mann J., Braxton-Owens H., White M. Air pollution and exacerbation of asthma in African-American children in Los Angeles. *Epidemiology*. 2001;12:200-208.
28. May I. V., Zagorodnov S. Yu., Max A. A. Assessment of potential air pollution by fine particles in the area of the machine-building enterprise. *Bulletin of the Perm National Research*

- Polytechnic University. Applied ecology. Urban studies. 2012;2:109-118.
29. Zaitseva N. V., Shur P. Z., Kiryanov D. A. Methodological approaches to calculating the probability of negative responses to assess individual risks to human health. Preventive and clinical medicine. 2015;56 (3): 5-11.
  30. Golokhvast K.S., Chekryzhov I.Yu., Revutskaya I.L. Some Aspects of Modeling Atmospheric Suspended Matter Based on the Material Composition. Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2012;14(1.9): 2401-2404.
  31. Pimenova E. V., Nasrtdinova T. Yu., Likhachev S. V. Hygienic and ecological regulation of the quality of the environment: a tutorial. Perm: IPC "Prokrost". 2017.
  32. Øvrevik J., Refsnes M., Låg M. Activation of Proinflammatory Responses in Cells of the Airway Mucosa by Particulate Matter: Oxidant- and Non-Oxidant-Mediated Triggering Mechanisms. Biomolecules. 2015;5(3): 1399-1440.
  33. Materials of the Federal State Statistics Service - the population of the Russian Federation by municipalities. Table "21. Population of cities and towns by federal districts and subjects of the Russian Federation" // gorodarus.ru [site]. - URL: <https://gorodarus.ru/iskitim.html> (date of access: 03.02.2021).
  34. RD on assessment 52.04.667.2005 Guiding document. A document on the state of air pollution in cities to inform state bodies, the public and the population. General requirements for development, construction, presentation and content // docs.cntd.ru [site]. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200067118> (date of access: 20.08.2021).

Поступила/Received: 16.07.2021

Принята в печать/Accepted: 06.09.2021.

УДК 614.71

**ВЛИЯНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ  
(ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

**Рафиков С.Ш., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р., Бактыбаева З.Б.,  
Рахматуллина Л.Р.**

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

*Проведен обзорный анализ данных по проблемам негативного влияния горнорудного производства (цветная металлургия) на здоровье населения, окружающую среду, включая загрязнение тяжелыми металлами, а также чрезвычайные ситуации техногенного характера.*

*Вследствие функционирования горнорудного производства происходит изменение естественного природного ландшафта, структуры почвенного покрова, загрязнение различными поллютантами окружающей территории. Наличие данных факторов безусловно сказывается на заболеваемости населения прилегающей территории. Для объективного наблюдения загрязнения окружающей среды используются жизненно важные компоненты окружающей среды – атмосферный воздух, почва и вода.*

*Существует риск возникновения аварийных ситуаций, в том числе эндогенных пожаров, при разработке рудных месторождений, которые трудно прогнозируются. Изучение их прогнозирования и непосредственного влияния на здоровье человека остается актуальным.*

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, атмосферный воздух, вода, почва, загрязнение, риски для здоровья населения.

**Для цитирования:** Рафиков С.Ш., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р., Бактыбаева З.Б., Рахматуллина Л.Р. Влияние предприятий горнорудной промышленности на состояние окружающей среды и здоровье населения (обзор литературы). Медицина труда и экология человека. 2021;3: 62-75.

**Для корреспонденции:** Рафиков Салават Шагитович, младший научный сотрудник отдела медицинской экологии ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», e-mail: raf\_777@mail.ru@mail.ru

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10305>

**THE IMPACT OF THE MINING INDUSTRY  
ON THE ENVIRONMENTAL AND PUBLIC HEALTH  
(LITERATURE REVIEW)**

**Rafikov S. Sh., Suleimanov R. A., Valeev T. K., Rakhmatullin N. R., Baktybaeva Z.B.,  
Rakhmatullina L. R.**

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

*We have conducted an overview analysis of the data on the adverse impact of the mining industry (non-ferrous metallurgy) on public health, the environment, including pollution by heavy metals, as well as technogenic emergencies.*

*Due to the mining production functioning, there is a change in the natural landscape, the structure of the soil cover, pollution by various pollutants of the surrounding area. The presence of these factors undoubtedly affects the morbidity of the population of the nearby territory. The vital environmental components such as atmospheric air, soil and water are used for objective surveillance of environmental pollution .*

*There is a risk of emergencies, including endogenous fires, during the development of ore deposits, which are difficult to predict. The study of their prediction and direct impact on human health remains relevant.*

**Keywords:** heavy metals, atmospheric air, water, soil, pollution, public health risks.

**Citation:** Rafikov S.Sh., Suleimanov R.A., Valeev T.K., Rakhmatullin N.R., Baktybaeva Z.B., Rakhmatullina L.R. The impact of the mining industry on the environmental and public health (literature review). Occupational health and human ecology. 2021;3:62-75.

**Correspondence:** Salavat Sh. Rafikov, Junior Researcher, Department of Medical Ecology, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, e-mail: raf\_777mail.ru@mail.ru

**Financing:** The study had no financial support.

**Conflict of interest:** The authors declare no conflict of interest.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10305>

В условиях образования техногенных геохимических провинций обеспокоенность вызывают неблагоприятные последствия влияния на живые организмы химических элементов и их соединений органического и неорганического происхождения, включая микроэлементы [1].

Приводит к таким последствиям в том числе активная деятельность человека. Происходят крупные перемещения химических компонентов в окружающей среде, которые сравнимы с естественными геологическими процессами [2,3,4].

Причинами возрастания негативных тенденций в состоянии здоровья населения Российской Федерации (РФ) могут являться нарушения обмена веществ в организме человека из-за воздействия геохимических факторов и техногенного загрязнения среды обитания [5].

Деятельность металлургических компаний можно отнести к источникам техногенного загрязнения. Металлургия относится к отрасли тяжелой промышленности, которая охватывает процессы получения из руд металлов и дальнейшее производство металлических изделий.

Для цветной металлургии характерна сложная структура. Цветные металлы делятся на тяжелые, легкие, драгоценные и редкие. В РФ функционируют различные типы предприятий цветной металлургии. Они формируют определенные подотрасли: медная, свинцово-цинковая, никель-кобальтовая, оловянная, алюминиевая, вольфраммолибденовая, титан-магниева, редкометалльная [6].

Масштабная добыча сырья, дальнейшая переработка, образование больших объемов отходов горнодобывающей отрасли приводят к значительным изменениям природного ландшафта, истощению, деградации природно-ресурсного потенциала и ухудшению качества жизни населения.

Большая группа химических элементов с атомной массой более 50 (цинк, медь, кобальт, марганец, ртуть, хром, свинец, олово, кадмий, молибден, никель, селен и др.) относится к тяжелым металлам (ТМ) и рассматривается как основной элемент промышленных загрязнений.

Значительным источником загрязнения окружающей среды мышьяком, кадмием, цинком, медью, никелем и др. являются предприятия цветной металлургии [7,8,9,10]. В окружающую среду поступает существенное количество металлов и их соединений на всех этапах производства: освоение месторождений, складирование отвалов пород, обогащение различных руд [11,12]. Об антропогенном загрязнении окружающей среды на территориях расположения предприятий цветной металлургии, горно-обогатительного комплекса говорят существующие данные [13,14].

Учитывая вышесказанное, представляется актуальным обобщить исследования с выделением наиболее острых проблем загрязнения окружающей среды и изменений состояния здоровья населения, проживающего на данных территориях.

**Материалы и методы.** При написании данной статьи использовались методы поиска, сортировки и анализа. Поиск источников проводился в электронных научных библиотеках eLibrary и CyberLeninka. В основу данной работы легли исследования зарубежных и отечественных авторов, занимавшихся проблемой влияния горнорудного производства на состояние окружающей среды и здоровье населения этой территории.

**Результаты и обсуждение.** Большинство авторов выделяют атмосферный воздух, питьевую воду, почву и снеговой покров как основные объекты наблюдения для оценки антропогенного загрязнения окружающей среды [15,16,17,18,19].

В горнорудном регионе проблема загрязнения обусловлена присутствием неорганизованных источников выбросов (карьеры, хвостохранилища, терриконы), повышением мощности действующих производств и недостаточным совершенством очистительных систем выбросов от организованных источников [20].

Одним из источников являются взрывы - часть процесса производства по добыче ископаемых. На окружающую среду воздействует образованное в результате взрыва облако



пыли и газа. Регистрируются превышения по диоксиду и оксиду азота, диоксиду серы, окиси углерода [21].

По данным исследователей, для горнорудного региона характерны выбросы твердых веществ до 49%, оксида углерода до 20%, оксида азота до 13%, диоксида серы до 10%, углеводородов (без летучих органических соединений) до 6,4%, выбросы прочих газообразных и жидких веществ до 0,4%.

Известно, что основными компонентами по канцерогенному риску могут быть кадмий, сажа, хром, мышьяк, бензол, бензин, свинец. А по неканцерогенному риску - медь, мазутная зола, бенз(а)пирен, неорганическая пыль с SiO<sub>2</sub> до 70%, марганец, бензин, диметиламин, серная кислота [22].

Информацию о загрязненности окружающей среды можно получить благодаря исследованию снегового и почвенного покрова [23]. Снег может отразить временные особенности загрязнения атмосферного воздуха и представлять собой оптимальную среду для исследования загрязнений зимнего периода [24, 25, 26, 27, 28, 29, 30,31].

В период таяния снега ТМ проникают в почву, попадают в водные объекты, подземные водоносные горизонты, что может приводить к загрязнению данных сред.

Распределение загрязнителей зависит от источника загрязнения, метеорологических условий, геохимии и ландшафта территории в целом [32,33, 34, 35, 36].

Хвостохранилища, отвалы пород, полигоны утилизации отходов, отстойники сточных вод - основные источники загрязнения почв территорий горнорудной промышленности. Загрязненность почв на данных территориях может составлять наибольшую долю в суммарном показателе комплексной антропогенной нагрузки.

В почве накапливаются ТМ с увеличением количества подвижных форм. Кратность превышения может наблюдаться по хрому до 2, по цинку – до 3, по свинцу – до 3,5 раза [37]. По данным авторов, на расстоянии 0,5 км от отвалов в почве фиксировались превышения по кадмию до 5 раз выше уровня ориентировочной допустимой концентрации [38].

Влияние производства на химический состав вод, как подземных, так и поверхностных, включает в себя сточные воды, газовые выбросы, выветривание пород отвалов и выпадение ТМ из атмосферы. Повышенное содержание ТМ в донных отложениях, аккумуляция в организме рыб может быть результатом сброса сточных вод [39, 40, 41, 42].

В организм человека ТМ поступают в основном с пищевыми продуктами, затем с водой и атмосферным воздухом.

Действие одновременно нескольких ТМ, может оказывать комбинированное воздействие на организм, может отмечаться суммирование и потенцирование [43].

Исследования растениеводческой продукции, которая выращена в районе выбросов производств цветной металлургии, показали высокое содержание ТМ. При этом надземные органы овощей содержали больше токсичных элементов, чем подземные органы. Вместе с растениями маркером загрязнения может быть и коровье молоко [44].

Поступление ТМ в организм человека отражается на микроэлементном составе биоматериала человека: кровь, моча, волосы и др. [45]. Чаще при проведении многоэлементного анализа в качестве биоматериала используют волосы для оценки влияния окружающей среды. Их просто собирать, транспортировать, они длительно хранятся и отражают состояние элементного состава организма. Исследователями установлена взаимосвязь микроэлементного состава волос с выбросами предприятий [46].

При проведении данных исследований чаще анализируют детское население, так как дети имеют повышенную чувствительность к избытку или недостатку поступления микроэлементов и больше привязаны к определенной территории. Взрослое население подвержено профессиональным, социальным факторам и миграционным процессам.

Существует зависимость между содержанием химических элементов в биоматериале человека и среде обитания, причем у некоторых элементов существует сезонность: повышенное содержание летом характерно для свинца, а зимой для цинка [47].

Медь, ее соединения токсичны для микрофлоры почвы и замедляют минерализацию азота. У человека способны вызывать острое отравление, обладают токсическим действием с различными проявлениями (функциональные расстройства нервной системы, печени и почек и др.).

Пары ртути оказывают нейротоксическое действие на организм человека. Неорганические соединения Hg обладают нефротоксическим действием. Существуют данные о том, что Hg оказывает гонадотоксическое, эмбриотоксическое и тератогенное действие [48].

Кадмий - рассеянный элемент, содержащийся в виде примеси в разных минералах. Миграция кадмия в окружающей среде зависит от вида его соединений и pH среды. Загрязнение водоемов и почвы кадмием может наблюдаться на территориях предприятий, занимающихся добычей и переработкой цинковой руды [49].

Для существующих хозяйств и агрохолдингов, находящихся вблизи отвалов горнорудного производства, может представлять проблему загрязнение почв, связанное с транслокацией кадмия в клубнях картофеля. Избыток данного элемента может приводить к поражению печени, сердца, развитию гипертонии, анемии и др.

Свинец (Pb) – токсикант, повышенное содержание которого в почве может привести к снижению количества представителей микробиоценоза почвы. Pb может негативно влиять на центральную нервную систему, костный мозг, синтез белка и др.

Юго-восточные районы Республики Башкортостан (РБ), которые расположены на Южном Урале, имеют геохимические, почвенные и другие особенности. На данных территориях более 50 лет функционируют крупные производства горнодобывающей, перерабатывающей промышленности (Учалы, Сибай, Бурибай), которые создают дополнительную нагрузку на окружающую среду. Это подтверждается многочисленными проведенными исследованиями [50, 51, 52, 53, 54].

В одном из исследований представлено, что в радиусе 12 км вокруг ОАО «Учалинский горно-обогатительный комбинат» (УГОК) фиксировалось загрязнение снега металлами. Содержание элементов на данной территории превышало фоновые значения: медь – от 10

до 400, цинк – от 5 до 150, свинец и барий – до 10 раз. Было предложено использовать определенные элементы - биомаркеры в волосах детей в социально-гигиеническом мониторинге для оценки риска здоровью населения, которые проживают в горнорудном регионе [55].

Некоторыми исследователями был проведен анализ состояния здоровья жителей горнорудного региона (Учалинский район), по результатам которого было отмечено распространение заболеваний органов дыхания до 22,2%, костно-мышечной системы до 13,8%, заболеваний органов кровообращения до 12,7% и органов пищеварения до 9,6% [56].

Другие авторы выделили наиболее важные проблемы региона: уменьшение доли детского населения, увеличение уровня первичной детской инвалидности по сравнению с уровнем в РБ; высокий темп прироста общей детской заболеваемости (новообразования, болезни крови до 2,6 раза, заболевания эндокринной системы до 3,1 раза, врожденные аномалии до 6,6 раза).

Подростковое население имело высокий темп прироста общей заболеваемости по болезням крови в 2,4 раза, нервной системы в 2,9 раза, кожи в 9,8 раза, врожденным аномалиям в 3,4 раза, а взрослое население – по болезням крови и глаза в 2 раза, уха в 1,7 раза, системы кровообращения в 1,8 раза, врожденным аномалиям почти в 3 раза [57].

Значимой проблемой, влияющей на здоровье и качество жизни населения, являются техногенные происшествия: взрывы, пожары (до 60% всех чрезвычайных происшествий), транспортные и радиационные катастрофы, аварии с выбросом химически опасных веществ, гидродинамические аварии, электроэнергетические аварии. При возникновении эндогенного рудничного пожара (самовозгорание руды) происходят выбросы значительных количеств вредных и токсичных газопылевых примесей в атмосферный воздух. Условия для развития окислительных процессов и самовозгорания пород возникают только при техногенной перестройке недр, часто при подземной и комбинированной разработке месторождений. Окислительные процессы и самовозгорание не всегда возможно предсказать [58].

Схожая ситуация произошла на территории недействующего карьера Сибайского филиала УГОК в г. Сибай Республики Башкортостан. В ноябре-декабре 2018 года на бортах карьера произошло самовозгорание рудной породы. Вследствие этого в атмосферном воздухе отдельных районов города появился смог и резкий запах. В администрацию города начали поступать жалобы от жителей на недомогания, которые были вызваны едким запахом и задымлением в городе. Администрацией был объявлен повышенный режим готовности. Было организовано проведение лабораторных исследований по определению уровня загрязнения атмосферного воздуха, которые проводились тремя независимыми лабораториями: ГБУ РБ «СОМГЗ», ГБУ РБ «УГАК» и Минэкологии РБ [59].

**Заключение.** Возрастающее техногенное влияние на объекты окружающей среды и человека, фиксируемое повышение заболеваемости населения промышленных городов с горнорудной промышленностью влекут за собой осуществление объективного, научно-обоснованного анализа воздействия всей совокупности факторов среды на здоровье населения горнорудных регионов.

В то же время в существующих работах наблюдается недостаток исследований, посвященных накоплению металлов в организме человека горнорудного региона, а также гигиенической оценке влияния на здоровье населения чрезвычайных ситуаций техногенного характера, включая эндогенные пожары и их последствия. Остается актуальной проблема развития безопасного освоения пожароопасных месторождений, совершенствование методик прогнозирования самовозгорания руд.

Существует необходимость комплексного изучения неблагоприятных факторов негативного влияния горнорудного производства на окружающую среду и здоровье населения, с дальнейшим обоснованием гигиенических рекомендаций, направленных на снижение загрязнения атмосферного воздуха, почвенного покрова и источников питьевого водоснабжения. Авторами данной статьи планируется проведение исследований, в которых помимо негативного воздействия на здоровье населения будут учтены не только действия тяжелых металлов, поллютантов, высвобождающихся при эндогенных пожарах, но и социально-экономические составляющие данных территорий, контент-анализ жалоб и обращений, публикационной активности населения в условиях режима повышенной готовности.

#### Список литературы:

1. Саэт Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1981.
2. Luo Kunli, Wong Douhu, Tan Jianan. Lead emission amount from coal combustion and its environment effect in Xi'an City. *J. Environ. Sci - China*. 2002;(23): 123-125.
3. Гильденскиольд Р.С., Новиков Ю.В., Хамидулин Р.С., Анискина Р.И., Винокур И.Л. Тяжелые металлы в окружающей среде и их влияние на организм (обзор). *Гигиена и санитария*. 1992; 5: 6-9.
4. Добровольский В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние.: М.: Мысль; 1983.
5. Боев В.М. Среда обитания и экологически обусловленный дисбаланс микроэлементами у населения урбанизированных и сельских территорий. *Гигиена и санитария*. 2002; 5: 3-8.
6. Цысов А.С. Функциональные зоны рисков предприятий металлургической промышленности. *Вестник Академии знаний*. 2020; 2(37): 360-367. DOI 10.24411/2304-6139-2020-10193.
7. Гильденскиольд Р.С, Кирьянова И.С. Проблемы сбора, транспортировки и переработки промышленных отходов. *Материалы X съезда гигиенистов и санитарных врачей*. М.; 2007; 118-125.
8. Ляпустина Л.В., Медведев А.Н. О влиянии неорганизованных стоков медного рудника на поверхностные воды. *Экологические проблемы промышленных регионов*. Материалы Всероссийской конференции. Екатеринбург, 2004; 161-162.
9. Макарова Ю.А. Методы и способы оценки экологического состояния геологической среды территорий предприятий цветной металлургии (на примере Верхне-Пышминского промузла). *Проблемы геологии и освоения недр*. Труды 5 Международного научного симпозиума им. академика М.А. Усова. Томск, 2001;531-532.

10. Рафикова Ю.С., Семенова И.Н., Хасанова Р.Ф., Суюндуков Я.Т. Уровни содержания кадмия и свинца в волосах населения зауральской зоны Республики Башкортостан. *Экология человека*, 2020; 1: 17-24.
11. Анищенко О.Л. Изучение распределения тяжелых металлов в почвах на территории жилой застройки (на примере Днепропетровска). Проблемы геологии и освоения недр. *Материалы докладов 2 Международной научной конференции им. академика М.А. Усова*. Томск, 1998; № 4.2: 101-102.
12. Терегулова З.С., Абдрахманова Э.И., Абдрахманова Е.Р. Оценка состояния здоровья населения горнорудных районов Республики Башкортостан. *Актуальные проблемы медицины труда. Материалы Российской научно-практической конференции*. Уфа, 2001; 240-241.
13. Мустафин С.К., Минигазимов Н.С., Зайнуллин Х.Н. Проблемы экологии горнорудных регионов Республики Башкортостан. *Актуальные проблемы географии и геоэкологии. Межвузовский сборник научных трудов, посвященный 40-летию Башкирского государственного университета*. Уфа, 1998; 54-67.
14. Щетников А.И. Формирование зоны экогеохимического неблагополучия в районе деятельности алюминиевого завода. *Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы. 4-я Российская биогеохимическая школа*. М.: Наука. Москва, 2003; 103-104.
15. Боев В.М. Экология человека в малых городах и сельских населенных пунктах Восточного Оренбуржья. *Гигиена и санитария*. 1994; №8: 40-42.
16. Боев В.М., Воляник М.Н. Антропогенное загрязнение окружающей среды и состояние здоровья населения Восточного Оренбуржья. *Издательство УрО РАН*; Екатеринбург, 1995.
17. Пинигин М.А., Сабирова З.Ф. Комплексная характеристика влияния факторов среды и социальных условий на здоровье населения. *Вестник Российской АМН*. 2006; №5. 12-16.
18. Сидоренко Г.И., Кутепов Е.Н., Гедымин М.Ю. Методология изучения состояния здоровья населения в зависимости от качества окружающей среды. *Вестник АМН СССР*. 1991; 1: 15-18.
19. Grosser Z.A., Ryan J.F. Overview of environmental analytical methods. *Instrumentation Solutions*. 1991; 3: 16-21.
20. Феттер В.В. О социально-гигиенических проблемах размещения горно-обогатительного комбината. *Сборник научных трудов ФНЦГ им. Эрисмана*, вып. 19, Липецк, 2007.
21. Поляков А.Д. Динамика формирования техногенной нагрузки и гигиенический прогноз развития железорудного региона: автореф. дис. канд. мед. наук., Москва, 2009.
22. Аскарлов Р.А., Аскарлова З.Ф., Абдуллина А.А. Качество атмосферного воздуха и состояние здоровья населения горнодобывающего региона (на примере г. Сибай). *Медицинский вестник Башкортостана*. 2011; Т.6 (2): 382-385.
23. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. М.: ИМГРЭ; 1990.

24. Артемов В.М., Парцеф Д.П., Саев Ю.Е. и др. Анализ загрязнения снегового покрова для проектирования сети станций АНКОС-А. Труды ИМПГ. М.; 1982; 144-149.
25. Боев В.М., Верещагин Н.Н., Дунаев В.Н. Определение атмосферных загрязнений по результатам исследования снегового покрова. Гигиена и санитария. 2003; 5: 69-71.
26. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеоиздат; 1985.
27. Гурьев Т.А., Тутыгин Г.С. Тяжелые металлы в снежном покрове придорожной полосы. Автомобильные дороги. 1995; №1-2: 34-36.
28. Карпенко И.Л., Бархатова Л.А., Куксанов В.Ф. Оценка аэрогенной нагрузки по загрязнению снегового покрова. Основные направления обеспечения гигиенической безопасности населения регионов России. Научные труды Федерального науч. центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана. Самара, 2002; 5: 187-189.
29. Василенко В.Н., Прокачева В.Г., Фридман Ш.Д. Оценка загрязнения снежного покрова промышленных районов по спутниковым изображениям. Труды ГГИ, 1981; №285: 56-63.
30. Степанова Н.В., Хамитова Р.Я., Петрова Р.С. Оценка загрязнения городской территории по содержанию тяжелых металлов в снежном покрове. Гигиена и санитария. 2003; 2: 18-21.
31. Темиргалиев Ш.М. Снег - индикатор загрязнения среды. Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 1991; 1: 86-88.
32. Качурин Н.М. Изменчивость загрязнения почв тяжелыми металлами. Труды Международного форума по проблемам науки, техники и образования, М.: АН о Земле. 2000; 17-19.
33. Мудрый И.В. Тяжелые металлы в системе почва-растение-человек (обзор). Гигиена и санитария. 1997; 1: 14-16.
34. Паранько Н.М., Рублевская Н.И. Гигиеническая характеристика загрязнения тяжелыми металлами окружающей среды промышленного региона и иммунный статус детей. Гигиена и санитария. 1999; 2: 51-54.
35. Янин Е.П. Распределение ртути в пылевых выбросах и почвах промплощадок предприятий Саранска. Медицина труда и пром. экология. 2002; 9: 44-46.
36. Eklund M. Distribution of cadmium, copper and zinc emitted from a Swedish copperworks, 1750-1900. Mining and Metals Environ. 1997; 58: 291-299.
37. Лисецкий Ф.Н., Чендев Ю.Г. Загрязнение почвы тяжелыми металлами в зоне Курской магнитной аномалии. Сб. научных трудов ФНЦГ им. Эрисмана. М., 2004; № 10.
38. Абакумов Е.В., Суюндуков Я.Т., Пигарева Т.А. и др. Биологическая и санитарная оценка отвалов Сибайского карьера Республики Башкортостан. Гигиена и санитария. 2016; Т. 95 (10): 929-934. DOI 10.18821/0016-9900-2016-95-10-929-934.
39. Гицова С., Петров И., Абрашева З. Влияние производства по добыче меди на содержание мышьяка в поверхностных водах. Гигиена и здравоохранение. 1993; №3: 25-27.
40. Даувальтер М.В. Состав подземных вод в зоне влияния предприятий горно-металлургического комплекса Мурманской области. Эколого-географические проблемы Кольского севера. Апатиты, 1999; 85-97.

41. Coulthard T.J., Macklin M.G. Modeling long-term contamination in river systems from historical metal mining. *Geology*. 2003; v31 (5): 451-454.
42. Armienta A., Rodrigues R., Morton O. et al. Health risk and sources of arsenic in the potable water of a mining area. 2nd International Symposium on Assessing and Managing Health Risks from Drinking Water Contamination. Approaches and Applications. Santiago. IAHS.-1999; 260:9-16.
43. Ларионова Т.К. Ртуть в организме людей в условиях загрязнения окружающей среды ртуть содержащими промышленными отходами. *Гигиена и санитария*. 2000; 3: 8-10
44. Piotrowski M. Wplyw emisji hutu miedzi "Legnica" na zawartosc kadmu I ołowiu w warzywach. *Rocz. AR Poznaniu. Ograd.* 1998; 27: 229-233.
45. Ревич Б.А. Загрязнение воздуха городов и здоровье детского населения. Медико-демографические критерии состояния здоровья для оценки экологического состояния территории. Рабочие доклады. М.: РАН. 1993; Вып.11.
46. Максимович Н.Г., Хайрулина Е.А. Геохимические методы в решении проблем охраны окружающей среды. *Географический вестник*. 2013; 4 (27): 59-64.
47. Ревич Б.А. Химические элементы в волосах человека как индикатор воздействия загрязнения производственной и окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 1990; 3: 55-59.
48. Филов В.А. Справочник вредных химические вещества. Лениг. отдел. изд. «Химия»; 1988.
49. Рафикова Ю.С., Семенова И.Н., Рафиков С.Ш. и др. Влияние факторов среды обитания на заболеваемость населения геохимической провинции Республики Башкортостан. Анализ риска здоровью. Материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Пермь, 2020; 450-459.
50. Белан Л.Н. Тяжелые металлы в техногенно загрязненных почвах. Экологические проблемы Республики Башкортостан. Уфа, 1997; 88-92.
51. Белан Л.Н. Экогеохимические условия Учалинского горнорудного района. Регион и география. Тезисы Международной науч. практ. конференции. Пермь, 1995; 10-11.
52. Бойков Г.В., Фаткуллин И.Р., Меньшиков В.Г. Техногенное воздействие горнорудного комплекса Республики Башкортостан на окружающую среду. Геологические исследования и охрана недр. 2003; 1: 25-34.
53. Даукаева Р.Ф., Бордукова М.О. Источники загрязнения атмосферы Учалинского ГОК тяжелыми металлами. Экологические проблемы промышленных регионов. Материалы Всеросс. конференции. Екатеринбург, 2004; 217-218.
54. Динамика минерального состава поверхностных и подземных вод Учалинского промузла. Геология в Урало-Каспийском регионе: Тезисы международной науч. практ. конференции. Уфа, 1996.
55. Сулейманов Р.А., Аллаярова Г.Р., Каримова Л.К. и др. Комплексная экологическая оценка состояния объектов окружающей среды на территориях размещения предприятий горнорудной промышленности. Башкирский экологический вестник. 2006; 1: 24-29.
56. Абдрахманова Е. Р. Биосреды человека и болезни в условиях антропогенеза. Проблемы экологии. Принципы их решения на примере Южного Урала. Москва, 2003; 86-96.

57. Аскарлов Р. А. Оценка риска здоровью населения горнодобывающего региона при воздействии комплекса химических факторов окружающей среды. Медицинский вестник Башкортостана. 2011; Т. 6(1): 20-24.
58. Рыльникова М. В., Радченко Д. Н., Айнбиндер Г. И., Есина Е. Н. Оценка взаимосвязи самовозгорания пород с деформационными процессами при комбинированной разработке месторождений колчеданных руд. Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2020; 2: 329-341.
59. Бакиров А.Б., Валеев Т.К., Сулейманов Р.А., Рахматуллин Н.Р., Бактыбаева З.Б. Проблемы эндогенных пожаров при разработках рудных месторождений и опыт гигиенической оценки аварийной ситуации, связанной с выбросами серосодержащих соединений. Гигиена и санитария. 2019; Т. 98 (9): 917-922.

### References:

1. Saet Y.E., Revich B.A., Yanin E.P. Geochemistry Environment. M.: Nedra, 1981.
2. Luo Kunli, Wong Douhu, Tan Jianan. Lead emission amount from coal combustion and its environment effect in Xi'an City. J. Environ. Sci - China. 2002; 23: 123-125.
3. Gildenskiold R.S, Novikov Yu.V., Hamidulin R.S., Aniskina R.I., Vinokur I.L. Heavy metals in the environment and their effect on an organism (for a review). Hygiene and sanitation. 1992; 5: 6-9.
4. Dobrovolsky V.V. Geography micronutrients. Global scattering. M.: Thought; 1983.
5. Boev V.M. habitat and environment caused by an imbalance in trace elements of the population in urban and rural areas. Hygiene and sanitation. 2002; 5: 3-8.
6. Tsysov A.S. Functional risk zone of the metallurgical industry. Bulletin of the Academy of Knowledge. 2020; 2(37): 360-367. DOI 10.24411 / 2304-6139-2020-10193.
7. Gildenskiold R.S., Kir'yanova I.S. Problems of gathering, transportation and processing of industrial waste. Proceedings of the X Congress of hygienists and sanitary inspectors. M.; 2007; 118-125.
8. Lyapustin L.V., Medvedev A.N. Effect of fugitive copper mine runoff to surface waters. Environmental problems of industrial regions. Proceedings of the conference. Ekaterinburg, 2004; 161-162.
9. Makarov Y.A. Methods and techniques for assessing the ecological condition of the geological environment of the Territories of non-ferrous metals (for example, Upper Pyshma industrial area). problems of geology and exploration of mineral resources. 5 Proceedings of the International Scientific Symposium them. Academician MA Usov. Tomsk, 2001; 531-532.
10. Rafikova Y.S., Semenova I.N., Hasanova R.F., Suyundukov J.T. Levels of cadmium and lead in the hair of the population Zauralskaya RB zone. Human Environment, 2020; 1: 17-24.
11. Anischenko O.L. The study of the distribution of heavy metals in soils in residential areas (in Dnepropetrovsk example). problems of geology and exploration of mineral resources. 2 Proceedings of the International Scientific Conference them. Academician MA Usov. Tomsk, 1998; 4.2: 101-102.



12. Teregulova Z.S., Abdrakhmanov E.I., Abdrakhmanov E.R. Assessment of health status of the population of the mining districts of the Republic of Bashkortostan. Actual problems of occupational medicine. The materials of the Russian scientific-practical conference. Ufa, 2001; 240-241.
13. Mustafin S.K., Minigazimov N.S., Zaynullin H.N. Environmental problems of mining regions of the Republic of Bashkortostan. Actual problems of geography and geo-ecology. Interuniversity collection of scientific papers dedicated to the 40th anniversary of the Bashkir State University. Ufa, 1998; 54-67.
14. Shchetnikov A.I. Formation ehkogeohimicheskoy trouble areas in the vicinity of the aluminum plant operations. Geochemical ecology and biogeochemical study of the biosphere taxa. 4th Rosciyskaya biogeochemical school. M.: Nauka. Moscow, 2003; 103-104.
15. Boev V.M. Human ecology in small towns and rural areas of East Orenburg region. Hygiene and sanitation. 1994; 8: 40-42.
16. Boots V.M., Voljanik M.N. Anthropogenic environmental pollution and state health of Eastern Orenburg. Publisher Uraine; Yekaterinburg, 1995.
17. Pinigin M.A., Sabirova Z.F. Comprehensive characteristic of the impact of environmental factors and social conditions for the health of the population. Bulletin of the Russian AMN. 2006; 5. 12-16.
18. Sidorenko G.I., Kutepov E.N., Gedykin M.Yu. Methodology for studying the state of health of the population, depending on the quality of the environment. Bulletin of AMN USSR. 1991; 1: 15-18.
19. Grosser Z.A., Ryan J.F. Overview of Environmental Analytical Methods. Instrumentation Solutions. 1991; 3: 16-21.
20. Fetter V.V. On the socio-hygienic problems of the placement of the mining and processing plant. Collection of scientific works FRZG them. Erisman, vol. 19, Lipetsk, 2007.
21. Polyakov A.D. Dynamics of man-made load and hygienic forecast for the development of the iron ore region: author. dis. Cand. honey. Sciences., Moscow, 2009.
22. Askarov R.A., Askarova Z.F., Abdullina A.A. Air quality and population health of the mining region (on the example of Sibai). Medical Bulletin Bashkortostan. 2011; T. 6(2): 382-385.
23. Methodical recommendations to assess the degree of pollution of atmospheric air of settlements by metals according to their maintenance in snow cover and soil. M.: IMGRE; 1990.
24. Artemov V.M., Parstef D.P, Sayet Yu.E. et al. Analysis of snow cover pollution for designing an ankos stations network. Proceedings imp. M.; 1982; 144-149.
25. Boots V.M., Vereshchagin N.N., Dunaev V.N. Determination of atmospheric contaminants based on the results of the research of snow cover. Hygiene and sanitation. 2003; 5: 69-71.
26. Vasilenko V.N., Nazarov I.M., Friedman Sh.D. Monitoring of contamination of snow cover. L.: Hydrometeoisdat; 1985.
27. Guriev T.A., Tutygin G.S. Heavy metals in the snow cover roadside strip. Car roads. 1995; 1-2: 34-36.

28. Karpenko I.L., Barhahatova L.A., Kuksanov V.F. Evaluation of the aerogenic load on the contamination of snow cover. The main directions of ensuring the hygienic safety of the population of Russia regions. Scientific works of the federal scientific. The center of hygiene them. F.F. Erisman. Samara, 2002; 5: 187-189.
29. Vasilenko V.N., Prokacheva V.G., Fridman Sh.D. Evaluation of the contamination of the snow cover of industrial areas by satellite images. Proceedings GGU, 1981; 285: 56-63.
30. Stepanova N.V., Khamitova R.Ya., Petrova R.S. Evaluation of pollution of urban area in the content of heavy metals in the snow cover. Hygiene and sanitation. 2003; 2: 18-21.
31. Temirgaliev S.M. Snow - medium contamination indicator. Herald of agricultural science of Kazakhstan. 1991; 1: 86-88.
32. Kachurin N.M. The variability of soil pollution with heavy metals. Proceedings of the International Forum on Science, Technology and Education, M.: An Oven. 2000; 17-19.
33. Mudryy I.V. Heavy metals in the soil-plant system - man (review). Hygiene and sanitation. 1997; 1: 14-16.
34. Paranko N.M., Rublevskaya N.I. Hygienic characteristic of pollution with heavy metal environment industrial regions and the immune status of children. Hygiene and sanitation. 1999; 2: 51-54.
35. Yanin E.P. Distribution of mercury in dust emissions and soils of industrial commissions of Saransk enterprises. Labor medicine and prom. ecology. 2002; 9: 44-46.
36. Eklund M. Distribution of Cadmium, Copper and Zinc Emitted from A Swedish CopperWorks, 1750-1900. Mining and Metals Environ. 1997; 58: 291-299.
37. Lisetsky F.N., Chendev Yu.G. Soil contamination with heavy metals in the zone of the Kursk magnetic anomaly. Sat Scientific Labor Frtzg them Erisman. M., 2004; Number 10.
38. Abakumov E.V., Suyundukov Ya.T., Pigareva T.A. et al. Biological and sanitary evaluation of Sibaisky quarry dumps of the Bashkortostan Republic. Hygiene and sanitation. 2016; T. 95(10): 929-934. DOI 10.18821 / 0016-9900-2016-95-10-929-934.
39. Gitsova S., Petrov I., Abrasheva 3. The effect of production of copper production on the content of arsenic in surface waters. Hig. and well-witted. 1993; 3: 25-27.
40. Dauvalter M.V. The composition of groundwater in the zone of influence of enterprises of the mining and metallurgical complex of the Murmansk region. Ecological and geographical problems of the Kola North. Apatity, 1999; 85-97.
41. Coulthard T.J., Macklin M.G. Modeling Long-Term Contamination In River Systems From Historical Metal Mining. Geology. 2003; V31 (5): 451-454.
42. Armienta A., Rodrigues R., Morton O. et al. Health Risk and Sources of Arsenic in the Potable Water Of A Mining Area. 2nd International Symposium on Assessing and Managing Health Risks from Drinking Water Contamination. Approaches and Applications. Santiago. IAHS.- 1999; 260: 9-16.
43. Larionova T.K. Mercury in the body of people under environmental pollution mercury containing industrial waste. Hygiene and sanitation. 2000; 3: 8-10.
44. Piotrowski M. Wplyw emisji hutu miedzi "Legnica" na zawartosc kadmu i ołowiu w warzywach. Roczn. AR Poznaniu. Ogrod. 1998; 27: 229-233.

45. Revich B.A. Air pollution cities and health of the children's population. Medical and demographic criteria for the state of health to assess the environmental condition of the territory. Work reports. M.: RAS. 1993;
46. Maksimovich N.G., Khayrulina E.A. Geochemical methods for environmental improving. Geographic bulletin. 2013; 4 (27): 59-64.
47. Revich B.A. Chemical elements in human hair as an indicator of exposure to indifference of industrial and environmental. Hygiene and sanitation. 1990; 3: 55-59.
48. Filov V.A. Directory harmful chemicals. Lenig. Department. ed. "Chemistry"; 1988.
49. Rafikova Yu.S., Semenova I.N., Rafikov S.Sh., Khasanova R.F., Kuzhina G.Sh. Effect of habitat factors on the incidence of the population of the geochemical province of the Republic of Bashkortostan. Risk analysis of health. Materials of the X All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation. Perm, 2020; 450-459.
50. Belan L.N. Heavy metals in technogenic polluted soils. Environmental problems of the Republic of Bashkortostan. Ufa, 1997; 88-92.
51. Belan L.N. Ekogoochemical conditions of the participation of the mining area. Region and geography. Abstracts of international scientific Stratic. conference. Perm, 1995; 10-11.
52. Boykov G.V., Fatkullin I.R., Menshikov V.G. The technogenic effects of the mining complex of the Republic of Bashkortostan on the environment. Geological studies and security of subsoil. 2003; 1:25-34.
53. Daukaeva R.F., Bordukova M.O. Sources of pollution of the atmosphere of the Fishing GOK with heavy metals. Environmental problems of industrial regions. Materials Vseross. conference. Ekaterinburg, 2004; 217-218.
54. The dynamics of the mineral composition of the surface and underground waters of the participated circuit. Geology in the Ural Caspian region: theses of international scientific. Stratic. conference. Ufa, 1996. P. 85-86.
55. Suleimanov R.A., Allayarova G.R., Karimova L.K. et al. Complex environmental assessment of the state of environmental facilities in the territories of accommodation of mining industry enterprises. Bashkir Ecological Bulletin. 2006; 1: 24-29.
56. Abdrakhmanova E.R. Bosrials of man and illness in anthropogenesis. Ecology problems. The principles of their solution on the example of the Southern Urals. Moscow, 2003; 86-96.
57. Askarov R.A. The assessment of health risk to the population of the mining region under the influence of complex chemical environment. Medical Bulletin Bashkortostan. 2011; T. 6(1): 20-24.
58. Rylnikova M.V., Radchenko D.N., Ainbiner G.I., Esin E.N. Evaluating relationship of self-burning of breeds with deformation processes in the combined development of summary ore deposits. Izvestia Tula State University. Earth science. 2020; 2: 329-341.
59. A.B. Bakirov, T.K. Valeev, R.A. Suleimanov, N.R. Rakhmatullin, Z.B. Baktybaeva. Problems of endogenous fires in the development of the ore deposits and experience of the hygienic assessment of the emergency, the emission of sulfur-containing compounds. Hygiene and sanitation. 2019; T. 98 (9): 917-922.

Поступила/Received: 15.08.2021

Принята в печать/Accepted: 06.09.2021.

УДК 614.715

## ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОФИЛАКТИКИ НАРУШЕНИЙ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЦЕМЕНТНОЙ ПЫЛИ

Новикова И.И.<sup>1,3</sup>, Щербатов А.Ф.<sup>2</sup>, Михеев В.Н.<sup>1</sup>, Сорокина А.В.<sup>1</sup>, Зубцовская Н.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Управление Роспотребнадзора по Новосибирской области, Новосибирск, Россия

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет», Новосибирск, Россия

*Экологические проблемы в большинстве своем имеют техногенное происхождение и связаны с загрязнением среды обитания промышленными предприятиями. Население, проживающее в зоне воздействия промышленных предприятий, как правило, характеризуется более высокими уровнями заболеваемости. Цель работы – научное обоснование инновационной модели профилактики нарушений здоровья населения, обусловленных загрязнениями приземных слоев атмосферы цементной пылью. Материалы и методы включали гигиеническую оценку загрязнений атмосферного воздуха и снегового покрова выбросами цементного завода, оценку свойств цементной пыли, показателей общей заболеваемости населения по обращаемости. Заключение: в ходе выполнения исследования для разных возрастных групп населения были установлены патологии риска, дополнены данные о токсикометрических свойствах цементной пыли, апробирована малопараметрическая модель оценки загрязнения атмосферного воздуха по результатам загрязнения проб снегового покрова, проведены расчеты риска формирования заболеваний у населения, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха выбросами цементного производства, определен удельный вес дополнительной заболеваемости по патологиям риска, составивший по болезням эндокринной системы – 54,7%; по болезням кровообращения – 21,2%; кроветворных органов – 13,2%. По результатам работы предложена инновационная модель мониторинга нарушений здоровья населения, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха.*

**Ключевые слова:** загрязнение атмосферного воздуха, алгоритм действий, риск здоровью, снеговой покров.

**Для цитирования:** Новикова И.И., Щербатов А.Ф., Михеев В.Н., Сорокина А.В., Зубцовская Н.А. Гигиеническое обоснование инновационной модели профилактики нарушений здоровья населения в условиях воздействия цементной пыли. Медицина труда и экология человека. 2021; 3:76-95.

**Для корреспонденции:** Новикова Ирина Игоревна, директор ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, доктор медицинских наук, профессор; e-mail: novikova\_ii@niig.su.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10306>

## HYGIENIC FOUNDATION OF AN INNOVATIVE MODEL OF PUBLIC HEALTH DISORDERS PREVENTION UNDER THE CONDITIONS OF CEMENT DUST EXPOSURE

Novikova I.I.<sup>1,3</sup>, Shcherbatov A.F.<sup>2</sup>, Mikheev V.N.<sup>1</sup>, Sorokina A.V.<sup>1</sup>, Zubtsovskaya N.A.<sup>1</sup>

1- FBUN "Novosibirsk Research Institute of Hygiene" Rospotrebnadzor, Novosibirsk, Russia,  
Novosibirsk, Russia

2-Department of the Rospotrebnadzor in the Novosibirsk region, Novosibirsk, Russia

3- FGBOU VO "Novosibirsk State Medical University" of the Ministry of Health of Russia,  
Novosibirsk, Russia

*Environmental problems are mostly of technogenic origin and are associated with pollution of the habitat by industrial enterprises. The population living in the zone of influence of industrial enterprises as a rule is characterized by higher levels of morbidity. The aim of the paper was to substantiate scientifically an innovative model of preventing health disorders of the population caused by pollution of the surface layers of the atmosphere with cement dust the present study was organized and carried out. Materials and methods included hygienic evaluation of the atmospheric air and snow cover pollution by the cement works emissions, evaluation of the cement dust properties and general morbidity indexes of the population. Conclusions: in the course of the study for different age groups of population risk pathologies were determined; data on toxicometrical properties of cement dust were supplemented; low-parameter model for assessing air pollution based on the results of snow cover samples pollution was approved; calculations of the risk of disease formation in the population caused by air pollution by emissions from cement production were carried out, the proportion of additional morbidity for pathologies of risk was determined, which amounted to 54.7% for diseases of the endocrine system; for circulatory diseases - 21.2%; hematopoietic organs - 13.2%. By results of this work the innovative model of monitoring of violations of health of the population, caused by pollution of atmospheric air is offered.*

**Key words:** atmospheric air pollution, algorithm of actions, health risk, snow cover.

**Citation:** Novikova I.I., Shcherbatov A.F., Mikheev V.N., Sorokina A.V., Zubtsovskaya N.A. Hygienic foundation of an innovative model of public health disorders prevention under the conditions of cement dust exposure. *Occupational health and human ecology.* 2021;3:76-95.

**Correspondence:** Irina Igorevna Novikova, Director of the FBUN "Novosibirsk Research Institute of Hygiene" Rospotrebnadzor, Doctor of Medical Sciences, Professor. E-mail: novikova\_ii@niig.su

**Financing:** The study had no financial support.

**Conflict of interest:** The authors declare no conflict of interest.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10306>

Экологические проблемы в большинстве своем имеют техногенное происхождение и связаны с антропогенным загрязнением среды обитания промышленными предприятиями и передвижными источниками загрязнения атмосферного воздуха [1,2,3]. Стационарные источники загрязнения атмосферного воздуха являются относительно управляемыми в рамках действующих нормативно-правовых регламентов [4,5,6,7].

Показатели заболеваемости населения, проживающего на территориях, характеризующихся антропогенным загрязнением атмосферного воздуха стационарными источниками загрязнения, как правило, характеризуются повышенными уровнями заболеваемости органов дыхания, эндокринной и иммунной систем [8].

Одним из ведущих факторов риска здоровью населения, проживающего на территориях с размещением предприятий по производству цемента, является пыль, образующаяся в результате добычи, транспортировки и измельчения песка и известняка, газ и дым, выходящие из печи, а также цементная пыль, образующаяся в результате транспортировки и фасовки цемента [9-11].

Исследования показывают увеличение числа обострений заболеваний, связанных с выбросами цементных заводов, и госпитализаций населения, проживающего в населенных пунктах дислокации цементных производств [12].

Производство цемента включает в себя комплекс химических процессов, в ходе которых в окружающую среду выделяются углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ), летучие органические соединения, монооксид углерода ( $\text{CO}$ ), оксид азота ( $\text{NO}_2$ ) и частицы ( $\text{PM}$ ), в т.ч. с диаметром менее 10 мкм [13]. Мелкодисперсные взвешенные частицы характеризуются по массовой концентрации как взвешенные частицы с диаметром менее 2,5 мкм ( $\text{PM}_{2.5}$ ) или 10 мкм ( $\text{PM}_{10}$ ) и содержат фракции разного вида и степени воздействия на здоровье [14-18].

Несмотря на действующие законодательные акты по охране атмосферного воздуха и здоровья населения в современных условиях проблема регламентации промышленных выбросов остается, разработка предельно допустимых выбросов сопряжена с неопределенностями, а их недоучет может послужить причиной риска здоровью населения. Эта проблема особенно актуальна в связи с последствиями для здоровья экспозиции мелкодисперсных взвешенных частиц в атмосферном воздухе, которые могут быть более точными индикаторами выбросов [19]. Это повысит значимость научного обоснования гигиенических нормативов мелкодисперсных частиц, содержащихся в цементной пыли и изучения прямого и опосредованного влияния их на здоровье, послужит основанием для актуализации структурных элементов системы социально-гигиенического мониторинга для минимизации риска нарушению здоровья [20-23].

**Цель настоящего исследования** – научное обоснование инновационной модели профилактики нарушений здоровья населения, обусловленных загрязнениями приземных слоев атмосферы цементной пылью.

**Материалы и методы.** Исследование проводилось на примере монопромышленного населенного пункта - г. Искитим Новосибирской области. Основным предприятием, загрязняющим атмосферный воздух на протяжении длительного времени, является ОАО

«Искитимцемент», и именно оно во многом определяет уровень популяционного здоровья жителей.

Программа исследования включала реализацию трех основных этапов исследования: 1) мониторинговый; 2) экспериментальный; 3) аналитический.

Методы исследования включали в себя: гигиенические, эпидемиологические, социологические и статистические.

В ходе выполнения работы обоснован приоритетный список веществ, выбрасываемых в атмосферу, проведены расчеты рассеивания загрязняющих веществ по максимально-разовым и среднегодовым концентрациям, определены значения канцерогенного и неканцерогенного риска по суммарным коэффициентам опасности для критических органов и систем организма в соответствии с Р 2.1.10.1920-04<sup>4</sup>; проанализирован анализ химического и дисперсного состава цементной пыли; определены параметры токсикометрии для пыли цемента при ингаляционном, пероральном и кожном поступлении в организм лабораторных животных.

С учетом реализации этапа идентификации опасности из списка выбрасываемых в атмосферный воздух ОАО «Искитимцемент» 51 наименования веществ было исключено 36 веществ и отобрано для реализации последующих этапов оценки риска 12 веществ (диоксид азота, азота оксид, керосин, марганец и его соединения, сера диоксид, монооксид углерода, взвешенные вещества, пыль цемента и 4 вещества, обладающие канцерогенными свойствами, - сажа, бензол, бенз(а)пирен, свинец и его соединения).

Проведен расчет величины ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) в атмосферном воздухе в соответствии с методическими указаниями по установлению ОБУВ загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест (МУ № 2630-82<sup>5</sup>; СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»)<sup>6</sup>.

Оценка класса опасности пыли цемента проводилась в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»<sup>7</sup>.

Исследования выполнялись в соответствии с правилами, принятыми Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и иных целей (Страсбург, 1986).

Характеристику химического состава снежного покрова проводили в аккредитованном ИЛЦ Новосибирского НИИ гигиены общепринятыми методами по РД

<sup>4</sup> Р 2.1.10.1920-04 // docs.cntd.ru [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200037399> (дата обращения: 19.08.2021).

<sup>5</sup> МУ № 2630-82 // docs.cntd.ru [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/675400120> (дата обращения: 19.08.2021).

<sup>6</sup> СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» // docs.cntd.ru [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115>

<sup>7</sup> ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» // docs.cntd.ru [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200233> (дата обращения: 19.08.2021).

52.04.186-89<sup>8</sup> с применением методов атомной абсорбции и атомно-эмиссионной спектроскопии, а также капиллярного электрофореза.

При оценке распространенности заболеваний среди детского населения использовались интенсивные и экстенсивные показатели.

Для оценки связи между показателями среды обитания и состояния здоровья детей применялся метод линейного корреляционно-регрессионного анализа с достоверностью  $p \leq 0,05$  [24].

**Результаты.** Город Искитим – типичный промышленный центр с небольшой численностью населения (менее 100 тыс. чел.). Основные градообразующие предприятия – цементный завод, завод асбесто-цементных изделий, комбинат строительных материалов, камнеобрабатывающий завод, два завода железобетонных изделий, асфальтный завод, известняковый карьер. Территория промышленного назначения составляет 18,6%.

На этапе мониторинговых исследований установлено, что суммарные валовые выбросы в атмосферный воздух за 2010-2019 гг. составляли от 12,0 до 19,5 тыс. тонн, выбросы ОАО «Искитимцемент» в суммарной структуре выбросов составляли 14,2-47,2%. При этом начиная с 2016 г. величина предельно допустимого выброса превышалась в 1,6-2,4 раза (рис. 1).



Рис. 1. Динамика валовых выбросов в атмосферный воздух в тыс. тонн от источников выбросов за 1995-2019 гг. (по данным ф. 2-ТП воздух)

Максимально разовые концентрации взвешенных веществ за период наблюдения составляли 1,5-1,9 ПДК, по диоксиду серы и сероводороду были ниже 1,0 ПДК. Было установлено, что в периоды неблагоприятных метеорологических условий, кроме пыли и бенз(а)пирена, в селитебной зоне максимально разовые концентрации превышали значения

8 РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы (в ред. РД 52.04.667-2005, утв. Росгидрометом) // docs.cntd.ru [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200036406> (дата обращения: 03.02.2021)



предельно допустимых концентраций еще по двум веществам – диоксиду азота и саже (4,5-4,9 ПДК<sub>мр.</sub>).

Проанализированы результаты лабораторных исследований содержания вредных веществ в атмосферном воздухе в санитарно-защитной зоне АО «Искитимцемент» (n=1134). Максимальные из разовых концентраций взвешенных веществ составляли за период наблюдения 1,6–3,2 ПДК, диоксида азота - 0,6 ПДК, оксида углерода - 1,6 ПДК (1 км от источника).

Для достижения большей точности информации о загрязнении атмосферного воздуха и уточнения плотности выпадений полидисперсной примеси была проведена оценка загрязнения снегового покрова с последующей экстраполяцией результатов на загрязнение атмосферного воздуха с использованием малопараметрической математической модели переноса.

Было исследовано 15 проб снега, отобранных в соответствии со схемой отбора проб. Концентрация пыли в исследуемых пробах составляла от 0,033-0,063 г/л на расстоянии 4 км и более от ОАО «Искитимцемент»; на территории размещения жилой зоны и образовательных организаций (в 1,5 км от ОАО «Искитимцемент») – 0,146-0,190 г/л; в 0,5 км от ОАО «Искитимцемент» - 0,303-1,523 г/л.

Суммарная концентрация всех исследованных химических веществ и соединений имела тенденцию к снижению концентрации с увеличением расстояния от источника загрязнения. Вынос пыли в зимнее время в северо-западном направлении был преобладающим и обусловлен, по-видимому, особенностями местности (табл. 1).

Таблица 1

**Результаты лабораторных исследований отобранных проб снега на содержание химических элементов**

Номер точки	Расстояние от источника (км)	Направление маршрута пробоотбора	Раствор + осадок, мкг/кг снега							
			Fe	Ni	Pb	Ti	Cd	Cr	V	Zn
1	0,64	СВ	3,608	0,032	0,101	0,425	0,013	0,046	0,027	0,280
2	0,67	СЗ	3,925	0,015	0,074	0,512	0,080	0,116	0,090	0,255
3	1,32	СЗ	3,160	0,019	0,070	0,404	0,008	0,036	0,023	0,355
4	1,65	СЗ	3,902	0,051	0,051	0,322	4,059	0,039	0,019	0,467
5	2,11	СЗ	5,013	0,01	0,05	0,73	0,00	0,04	0,03	0,26

				2	9	7	2	7	5	2
6	2,49	СЗ	3,507	0,01 0	0,07 6	0,31 9	0,00 1	0,03 6	0,02 5	0,29 5
7	3,39	ЗСЗ	2,058	0,00 5	0,04 3	0,19 1	0,00 1	0,01 4	0,00 9	0,16 5
8	1,18	С	2,029	0,02 3	0,05 1	0,25 4	0,00 1	0,02 4	0,01 6	0,20 4
9	0,8	С	3,361	0,00 5	0,08 3	0,53 4	0,00 3	0,04 9	0,02 8	0,25 5
10	0,67	С	3,712	0,02 5	0,08 6	0,70 4	0,00 0	0,05 3	0,03 3	0,37 6
11	0,46	ЮВ	16,26 1	0,19 4	0,14 6	0,55 6	0,51 8	2,04 7	0,02 8	0,59 1
12	0,93	ЮВ	2,344	0,01 5	0,04 9	0,22 5	0,00 1	0,02 6	0,01 7	0,60 9
13	5,24	СВ	0,736	0,00 8	0,02 7	0,08 0	0,00 1	0,00 7	0,00 1	0,16 1
14	5,75	С	1,223	0,01 8	0,03 9	0,15 3	0,00 2	0,01 5	0,00 4	0,28 8
15	4,44	ЗСЗ	0,712	0,00 9	0,02 0	0,06 4	0,00 1	0,01 0	0,00 5	0,07 4

Было установлено, что компонентный состав цементной пыли, недостаточно улавливаемый очистными сооружениями, включает CaO (62-67%), SiO<sub>2</sub> (17-25%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (3-8%), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,1-5%), MgO (1-2%), Cr<sup>6+</sup> (1-2%), Ni (0,5-2%) и представлен частицами 2,5-10 мкм, содержание которых в структуре пыли цемента увеличивалось в зависимости от удаления от промышленной площадки (рис. 2,3).

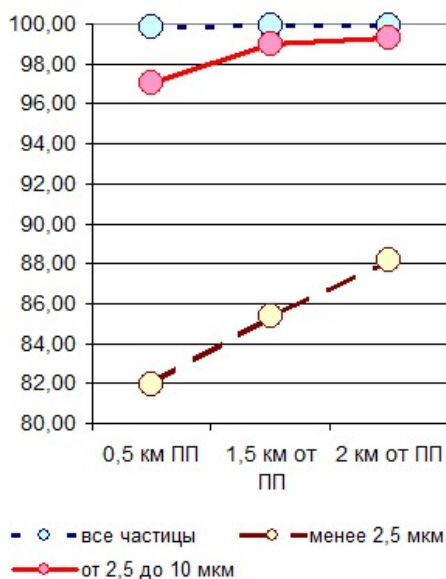


Рис.2. Эффективность очистных сооружений ОАО «Искитимцемент» в % на различных расстояниях от ПП (промплощадки)

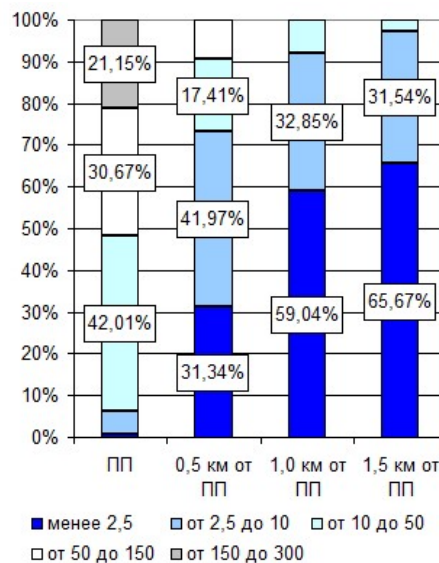


Рис.3. Структура пыли цемента по размерам частиц в зависимости от удаления от ПП (промплощадки)

Принимая это во внимание, в эксперименте были дополнительно изучены токсикологические свойства цементной пыли. В соответствии с расчетными формулами с учетом компонентного состава данной пыли были получены значения ОБУВ: ингаляционного (ОБУВ = 0,41 мг/м<sup>3</sup>), перорального (ОБУВ = 0,12 мг/л) и перкутанного (ОБУВ = 0,10 г/кг), что по всем показателям соответствует 3 классу опасности химических соединений.

Проведена оценка риска от загрязнения атмосферного воздуха выбросами ОАО «Искитимцемент». При расчетных процедурах оценки риска были реализованы стандартные этапы: идентификация опасности, оценка экспозиции, оценка зависимости «доза-ответ», характеристики риска.

Дозы поступления вредных веществ рассчитывались с учетом стандартных параметров легочной вентиляции для взрослых (20 м<sup>3</sup>) и детей (10 м<sup>3</sup>). При определении приоритетного перечня веществ для оценки риска использовались следующие критерии: референтные концентрации, ПДК, факторы канцерогенного потенциала, индексы сравнительной канцерогенной и неканцерогенной опасности (табл. 2).

Таблица 2

## Перечень химических веществ, включенных для оценки риска

№ п/п	Наименование вещества	CAS	Критерии приоритетности	Ранг канцерогенного риска	Ранг неканцерогенного риска
1	Сажа		К, Ф	1	8
2	Бензол	71-43-2	К, Ф, КС	2	10
3	Бенз(а)пирен	50-32-8	К, КС	3	9
4	Свинец и его неорганические соединения	7439-92-1	К, КС	4	11
5	Диоксид азота	10102-44-0	П, В, Ф, КС	-	1
6	Взвешенные вещества		П, В	-	2
7	Азота оксид	10102-43-9	П, В, Ф	-	3
8	Керосин	8008-20-6	П	-	4
9	Марганец и его соединения	7439-96-5	П, Ф	-	5
10	Сера диоксид	7446-09-5	П, Ф, КС	-	6
11	Монооксид углерода	630-08-0	КС	-	7
12	<b>Пыль цемента</b>		<b>П</b>	<b>-</b>	<b>не установлен</b>

Примечание: П – высокий приоритет (ранг по HRI с учетом существующего положения (СП) и перспективы (П)); К – канцерогены; Ф – есть фоновые концентрации; В – высокий объем выброса; КС - Короткий список основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Российской Федерации.

Вероятность развития канцерогенных эффектов определялась воздействием углерода (сажи), бенз(а)пирена, бензола, свинца и его соединений. Основной вклад в величину канцерогенного риска вносила сажа (77,9- 97,5%), индивидуальный канцерогенный риск от воздействия сажи составлял  $1,33 \cdot 10^{-6}$ , т.е. был на уровне приемлемого риска. Пересчет значений канцерогенного риска с учетом фактических выбросов ОАО «Искитимцемент», а также фоновых концентраций канцерогенов не превысил значения  $1,0 \cdot 10^{-5}$ , соответственно, продолжал оставаться на уровне приемлемого риска. При оценке неканцерогенного риска наибольшие коэффициенты опасности при регламентированных значениях предельно допустимых выбросов были получены от воздействия керосина и азота диоксида с наибольшими величинами от 0,39 до 0,62.

Были установлены вещества, определяющие индекс опасности формирования заболеваний у населения, проживающего на территории, расположенной в 1,5 км от промышленной площадки ОАО «Искитимцемент».

В таблице 3 представлены вещества, определяющие индекс опасности формирования болезней органов дыхания от выбросов ОАО «Искитимцемент», преобладающих в структуре заболеваемости населения. Суммарный индекс опасности был выше 1,0, как при всех значениях превышений предельно допустимых выбросов (ПДВ) - 2016-2019 гг., так и при нормативном значении ПДВ. Следует отметить, что по отдельным коэффициентам опасности значения также превысили 1,0: по  $PM_{2,5}$  (при выбросах, соответствующих 2 ПДВ и выше); по диоксиду азота (при выбросах, соответствующих 2,2 ПДВ и выше); по марганцу и его соединениям (при выбросах, соответствующих 2,4 ПДВ).

Таблица 3

**Вещества, определяющие индекс опасности формирования болезней органов дыхания от выбросов ОАО «Искитимцемент» у жителей, проживающих в 1,5 км от промышленной площадки данного предприятия**

Вещества	ПДВ*	1,6*ПДВ	2*ПДВ	2,2*ПДВ	2,4*ПДВ
	HQ (коэффициенты опасности)				
Марганец	0,103	0,165	0,331	0,728	1,748
Свинец	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Азота диоксид	0,189	0,303	0,606	1,333	3,199
Азота оксид	0,020	0,032	0,040	0,044	0,048
Сажа	0,004	0,006	0,011	0,025	0,060
Серы диоксид	0,010	0,017	0,033	0,073	0,176

Пыль (более 70% SiO <sub>2</sub> )	0,016	0,026	0,051	0,113	0,272
Пыль (SiO <sub>2</sub> 20-70%)	0,002	0,003	0,006	0,012	0,029
PM 2,5	0,580	0,928	1,160	1,276	1,392
PM 10,0	0,156	0,250	0,312	0,343	0,374
Суммарный индекс опасности	1,081	1,729	2,551	3,949	7,299

\*ПДВ - предельно допустимый выброс.

Индекс опасности, определяющий риск формирования у населения заболеваний органов дыхания, обусловленных фоновым загрязнением атмосферного воздуха, был стабильно выше 1 и составлял 6,5, в т.ч. за счет коэффициентов опасности, определяющих фоновое загрязнение атмосферного воздуха по PM 2,5 – 3,3, азота диоксиду – 1,75, азота оксиду – 0,83, саже – 0,1, диоксиду серы – 0,52 и марганцу – 0,019. Суммарный индекс опасности, определяющий риск заболеваний органов дыхания (фоновое загрязнение + загрязнение от площадного источника), составлял при соблюдении регламентированных значений ПДВ (2010-2015 г.) – 7,6; при превышениях значений ПДВ в 1,6 раза, соответствующих 2016 г., – 8,3; в 2,0 раза (2017 г.) – 9,1; в 2,2 раза (2018 г.) – 10,5; в 2,4 раза – 13,8.

Суммарные индексы опасности риска формирования заболеваний у населения, проживающего на территории, расположенной в 1,5 км от промышленной площадки ОАО «Искитимцемент» (с учетом фоновое загрязнение), при всех изученных вариациях выбросов были выше 1,0 по риску формирования заболеваний органов дыхания, болезней кроветворной системы, заболеваний печени, репродуктивной системы, нарушений роста и развития детей (табл. 4).

Таблица 4

**Суммарные индексы опасности риска формирования заболеваний у населения, проживающего на территории, расположенной в 1,5 км от промышленной площадки ОАО «Искитимцемент» (с учетом фоновое загрязнение)**

Показатели	ПДВ*	1,6*ПДВ	2,0*ПДВ	2,2*ПДВ	2,4*ПДВ
	(И) Индексы опасности				
Органы дыхания	7,60	8,25	9,07	10,47	13,82

Кроветворная система	4,32	4,58	5,10	6,27	9,21
Печень	2,01	2,23	2,52	3,02	4,23
Иммунная система	0,96	1,03	1,22	1,68	2,85
Система кровоснабжения	0,96	1,03	1,21	1,67	2,82
Нервная система	0,85	0,92	1,11	1,54	2,67
Эндокринная система	0,23	0,29	0,46	0,87	1,93
Процессы роста и развития детей	1,20	1,20	1,20	1,21	1,22
Репродуктивная система	1,20	1,20	1,20	1,21	1,22

\*ПДВ - предельно допустимый выброс.

При сравнительной оценке показателей заболеваемости населения, проведенной по двум территориям – г. Искитим (условно грязная территория - территория, на которой расположены промышленные предприятия, источники пыли цемента, в т.ч. PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10,0</sub>) – территория наблюдения и г. Бердск (условно чистая территория - территория, на которой отсутствуют источники загрязнения атмосферного воздуха пылью, в т.ч. частицами PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10,0</sub>) – контрольная территория, установлено, что население территории наблюдения подвержено рискам более высоких уровней заболеваемости по классам болезней, этиологически связанным с загрязнениями атмосферного воздуха от выбросов ОАО «Искитимцемент». Удельный вес дополнительной заболеваемости населения на территории наблюдения по патологиям риска, обусловленным воздействием выбросов ОАО «Искитимцемент», составил по болезням эндокринной системы – 54,7%; по болезням кровообращения – 21,2%; кроветворных органов – 13,2%. С учетом удельного веса дополнительной заболеваемости в структуре общей заболеваемости населения по обращаемости для территории наблюдения (г. Искитим) было определено среднегодовое количество дополнительных к фоновому значению случаев заболеваний, регистрируемых ежегодно по трем возрастным группам.

Таблица 5

Среднемноголетние показатели случаев заболеваний жителей территории наблюдения, обусловленных загрязнениями атмосферного воздуха выбросами ОАО «Искитимцемент» (дополнительная к фоновой заболеваемость)

Классы заболеваний	Всего дополнительных случаев		
	0-14 лет	15-17 лет	18 лет и старше
Класс IV. Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	203	88	3548
Класс IX. Болезни системы кровообращения	26	16	3748
Класс III. Болезни крови, кроветворных органов	17	3	526
Класс X. Болезни органов дыхания, в т.ч.:	1239	220	2901
болезни верхних дыхательных путей	842	176	1790
болезни нижних дыхательных путей	154	11	326
хронические болезни миндалин	41	11	141
астма и астматический статус	125	19	242
аллергический ринит	34	2	5
хронический бронхит	1	1	133
другие болезни органов дыхания	42		264
Итого	1485	327	10723

**Обсуждение.** Полученные в ходе исследования результаты во многом согласуются с ранее проведенными исследованиями. Так, в США, Великобритании, где уровень загрязнения воздуха достаточно низкий, появляются все новые свидетельства того, что неблагоприятные последствия для здоровья сохраняются в том числе на уровне ниже действующих нормативных ограничений [25-27]. В этих странах определяют территориально обусловленные уровни повышенной заболеваемости населения и делают вывод о необходимости пересмотра действующих гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны [25, 26]. Как и в настоящем исследовании, большинство



зарубежных гигиенистов отмечают проблему загрязнения атмосферного воздуха с рисками здоровью и недоучтенными рисками в связи с отсутствием референсных концентраций по значительному количеству контаминаций, что требует дополнительных токсикометрических исследований для обеспечения должной информативности результатов и сокращения их неопределенности. Эпидемиологические и токсикологические данные указывают на повышение значимости мелкодисперсных взвешенных частиц (PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>) в рисках здоровью и необходимость комплексных систем профилактики, так как они проникают в легкие, оказывая патогенетическое воздействие на развитие заболеваний органов дыхания и обострение имеющейся патологии [28-34].

Различные размеры частиц, их состав, а также характеристики могут соотноситься с конкретными источниками выбросов лучше, чем другие загрязнители воздуха и, следовательно, являются лучшими индикаторами загрязнения [8,28, 35-37], что подтверждается результатами данного исследования.

**Заключение.** Таким образом, в результате исследования установлено, что динамически изменяющаяся структура размещения стационарных и передвижных источников загрязнения атмосферного воздуха в промышленных центрах не позволяет посредством существующей сети стационарных постов наблюдения с должной степенью точности оценивать фактические уровни загрязнения воздуха на селитебной территории и вероятные последствия воздействия на здоровье населения. В связи с чем для территорий с устойчивым снеговым покровом целесообразно использовать его в качестве дополнительного источника информации.

С учетом преобладания в составе цементной пыли, определяемой на расстоянии 1,5 км от источника выбросов, частиц 2,5-10 мкм, представляющих угрозу риска здоровью населения, подтвержденного установленными суммарными индексами опасности риска формирования заболеваний у населения, проживающего в зоне влияния ОАО «Искитимцемент», планирование мониторинговых наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха на основе теоретических представлений о процессах переноса полидисперсных аэрозолей в приземных слоях атмосферы может существенно дополнить информативность результатов лабораторно-инструментальных исследований загрязнений атмосферного воздуха. Это позволит совершенствовать систему мониторинга и меры профилактики заболеваний, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха цементной пылью.

Полученные результаты были положены в основу инновационной модели мониторинга и профилактики нарушений здоровья населения, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха, которая может быть в перспективе реализована в рамках задач национального проекта «Экология». Инновационная модель мониторинга и профилактики нарушений здоровья населения, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха выбросами неподвижных (стационарных) источников, определяет алгоритмы действий и принятия управленческих решений, направленных на снижение рисков здоровью и социальную защиту населения, проживающего на территории риска.

## Список литературы:

1. Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В. Оптимизация программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха селитебных территорий в системе социально-гигиенического мониторинга на базе пространственного анализа и оценки риска для здоровья населения. Пермский медицинский журнал. 2010; 27(2): 130–138.
2. Май И.В., Клейн С.В., Седусова Э.В. Опыт доказательства вреда здоровью населения при воздействии факторов среды обитания. Здоровье и окружающая среда. 2015; 1(25): 59-63.
3. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. Здоровье населения как целевая функция и критерий эффективности мероприятий Федерального проекта «Чистый воздух». Анализ риска здоровью. 2010; 4: 4-13.
4. Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека. (Печальный опыт России). Новосибирск: СО РАМН, 2002.
5. Зайцева Н.В., Май И.В. Новые механизмы нормирования выбросов в атмосферу: концептуальный взгляд на перспективы и проблемы с позиций обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Анализ риска здоровью. 2020; 2: 4–15.
6. Май И.В., Кокоулина А.А., Загороднов С.Ю., Е.В. Попова. Оценка экспозиции населения к мелкодисперсной пыли в зонах влияния выбросов промышленных стационарных источников. Анализ риска здоровью. 2014; 1: 21–30.
7. Винокурова М.В., Винокуров А.В., Гурвич В.Б., Кузьмин С.С., Малых О.Л. Оценка качества атмосферного воздуха населенных мест расчетным методом в системе социально-гигиенического мониторинга. Гигиена и санитария. 2004; 4: 25-27.
8. Ракитский В.Н., Авалиани С.Л., Новиков С.М. Анализ риска здоровью при воздействии атмосферных загрязнений как составная часть стратегии уменьшения глобальной эпидемии неинфекционных заболеваний. Анализ риска здоровью. 2019; 4: 30-36.
9. Ерофеев Ю.В., Турбинский В.В., Щербатов А.Ф., Новикова И.И. Гигиеническая оценка загрязнений атмосферного воздуха цементной пылью. Вопросы гигиены. 2017; 4(26): 189 – 192.
10. Юдович Б. Э., Дмитриев А.М., Лямин Ю.А., Зубехин С.А. Цементная промышленность и экология // allbeton.ru: [сайт]. – URL: <https://www.allbeton.ru/upload/iblock/ac6/cementnaya-promishlennost-i-ekologiya-iyudovichk.pdf> (дата обращения: 26.08.2021 г.).
11. Рапута В.Ф., Симоненков Д.В., Белан Б.Д., Ярославцева Т.В. Оценка выбросов диоксида серы в атмосферу Норильского промышленного района. Оптика атмосферы и океана. 2019; 32(06): 465–470.
12. Holmgren A., Lu J. Thioredoxin and thioredoxin reductase: current research with special reference to human disease. Biochem. Biophys. Res. Commun. 2010; 396(1): 120-4.
13. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990-2015 a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. Lancet. 2016; 388(10053): 1659–1724.

14. Барскова Л. С., Виткина Т.И., Янькова В.И. Метод отбора и анализа проб атмосферного воздуха для определения фракционного состава твердых взвешенных частиц микроразмерного ряда. Экологические проблемы современности: выявление и предупреждение неблагоприятного воздействия антропогенно детерминированных факторов и климатических изменений на окружающую среду и здоровье населения: материалы междунар. форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды. Москва, 2017.
15. Просвирякова И.А., Гриценко Т.Д., Ганькин А.Н., Фираго А.В. Влияние загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов твердыми частицами дисперсностью 10 и 2,5 микрон на показатели заболеваемости населения. Современные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и терапии : сб. материалов Респ. научно-практич. конф. с междунар. участием, Гродно, 24-25 сентября 2020 г. Гродно, 2020: 243-248.
16. Холодов А.С., Кириченко К.Ю., Задорнов К.С., Голохваст К.С. Влияние твердых взвешенных частиц атмосферного воздуха населенных пунктов на здоровье человека. Вестник Камчатского гос. технич. университета. 2019; 49: 81-88.
17. Noël A., Xiao R., Perveen Z. Incomplete lung recovery following sub-acute inhalation of combustion- derived ultrafine particles in mice. Part. Fibre Toxicol. 2016; 13: 10.
18. Liu Y., Wang H.D., Yu Z.X. Influence of air pollution on hospital admissions in adult asthma in northeast China. Chin. Med. J. 2018; 131: 1030–1033.
19. Siljamo P., Sofiev M., Filatova E., Grewling L., Jäger S., Khoreva E., Linkosalo T., Ortega Jimenez S., Ranta H., Rantio-Lehtimäki A., Svetlov A., Veriankaite L., Yakovleva E., Kukkonen J. A numerical model of birch pollen emission and dispersion in the atmosphere. Model evaluation and sensitivity analysis. Int. J. Biometeorol. 2013; 57: 125–136.
20. Онищенко Г.Г. Актуальные вопросы методологии оценки риска и ее роль в совершенствовании системы социально-гигиенического мониторинга. Гигиена и санитария. 2005; 2: 3-6.
21. Рахманин Ю. А., Новиков С.М., Русаков Н.В. Научные основы теории риска в системе СГМ. Гигиена и санитария. 2004; 5: 4-5.
22. Савченков М.Ф., Савилов М.Ф. Проблемы медицины окружающей среды Сибири. Гигиена и санитария. 2006; 1: 19-20.
23. Синицина О.О. Научные основы системы регионального нормирования химических веществ в окружающей среде с учетом комплексного действия на организм: автореф. дис. на соиск. учен. степ. доктора мед. наук. Синицына Оксана Олеговна; ГУ «НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды РАМН». Москва, 2004.
24. Славин М.Б. Методы системного анализа в медицинских исследованиях. Москва: Медицина; 1989.
25. Di Q, Wang Y, Zanobetti A, Wang Y, Koutrakis P, Choirat C, Dominici F, Schwartz JD. Air Pollution and Mortality in the Medicare Population. N Engl J. Med. 2017; 376(26): 2513-22. DOI:[10.1056/NEJMoa1702747](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1702747) .

26. Refsnes M., Hetland R.B., Ovreivik J. Different particle determinants induce apoptosis and cytokine release in primary alveolar macrophage cultures. Part. Fibre Toxicol. 2006; 3: 10.
27. Zhang Y., Wang J., Chen L. Yang H., Zhang B. Ambient PM<sub>2.5</sub> and clinically recognized early pregnancy loss: A case-control study with spatiotemporal exposure predictions. Environment International. 2019; 126: 422-429. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.02.062>
28. Yang A., Janssen N.A.H., Brunekreef B., Cassie F.R., Hook D., Gehring U. Children's respiratory health and oxidative potential of PM<sub>2.5</sub>: the PIAMA birth cohort study. Occup. Environ. Med. 2016; 73: 154–160.
29. Zinellu E., Zinellu A., Giuseppe F.A., Carru C., Pirina P. Circulating biomarkers of oxidative stress in chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. Respiratory Research. 2016; 17(1): 1-11. <https://doi.org/10.1186/s12931-016-0471-z>
30. Pardo M., Porat Z., Rudich A. Repeated exposures to roadside particulate matter extracts suppresses pulmonary defense mechanisms, resulting in lipid and protein oxidative damage. Environ. Pollut. 2015; 210: 227–237.
31. Hamad S.H., Schauer J.J., Antkiewicz D.S. ROS production and gene expression in alveolar macrophages exposed to PM<sub>2.5</sub> from Baghdad, Iraq: Seasonal trends and impact of chemical composition. Science of the Total Environment. 2016; 543: 739–745.
32. Stowell J.D., Kim Y.M., Gao Y., Fud J.S., Change H.H., Liu Y. The impact of climate change and emissions control on future ozone levels: Implications for human health. Environ Int. 2017; 108: 41-50. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.08.001>
33. Голохваст К.С., Чекрыжов И.Ю., Ревуцкая И.Л., Соболева Е.В., Щека О.Л., Чернышев В.В., и др. Некоторые аспекты моделирования атмосферных взвесей исходя из вещественного состава. Известия Самарского НЦ РАН. 2012; 14(1-9): 2401–2404.
34. Thomson E.M., Breznan D., Karthikeyan S., MacKinnon-Roy Ch. [et al.] Cytotoxic and inflammatory potential of size-fractionated particulate matter collected repeatedly within a small urban area. Part. Fibre Toxicol. 2015; 12(1): 1-19. <https://doi.org/10.1186/s12989-015-0099-z>
35. Davies M.J. Protein oxidation and peroxidation. Biochem J. 2016; 473(7): 805-825. <https://doi.org/10.1042/BJ20151227>
36. Rodriguez-Villamizar L.A., Magico A., Osornio-Vargas A. [et al.] The effects of outdoor air pollution on the respiratory health of Canadian children: A systematic review of epidemiological studies. Can. Respir. J. 2015; 22(5): 282–292.
37. Bhatia M., McGrath K.L., Di Trapani G. [et al.] The thioredoxin system in breast cancer cell invasion and migration. Redox Biology. 2016; 8: 68–78.

#### References:

1. Zaitseva N.V., May I.V., Klein S.V. Optimization of observation programs for the quality of atmospheric air in residential areas in the system of socio-hygienic monitoring based on spatial analysis and risk assessment for public health. Perm Medical Journal. 2010; 27(2): 130-138.

2. May I.V., Klein S.V., Sedusova E.V. The experience of proving harm to public health under the influence of environmental factors. *Health and the Environment*. 2015; 1(25): 59-63.
3. Popova A.Y., Zaitseva N.V., May I.V., Popova A.Y. Health of the Population as a Target Function and Efficiency Criterion of the Federal Project "Clean Air" Measures. *Health Risk Analysis*. 2010; 4: 4-13.
4. Gichev Y.P. Pollution of the environment and human health. (Sad experience of Russia). Novosibirsk: Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences, 2002.
5. Zaitseva N.V., May I.V. New mechanisms of rationing emissions into the atmosphere: a conceptual view of the prospects and problems from the standpoint of sanitary and epidemiological well-being of the population. *Health Risk Analysis*. 2020; 2: 4-15.
6. May I.V., Kokoulina A.A., Zagorodnov S.Y. Assessment of public exposure to fine dust in zones of influence of emissions from industrial stationary sources. 2014; 1: 21-30.
7. Vinokurova M.V., Vinokurov A.V., Gurchich V.B., Kuzmin S.S., Malykh O.L. Assessment of the quality of atmospheric air in populated areas by calculation method in the system of social and hygienic monitoring. *Hygiene and sanitation*. 2004; 4: 25-27.
8. Rakitskiy V.N., Avaliani S.L., Novikov S.M. Health risk analysis from exposure to air pollution as part of a strategy to reduce the global epidemic of noncommunicable diseases. *Health risk analysis*. 2019; 4: 30-36.
9. Erofeev Yu.V., Turbinsky V.V., Shcherbatov A.F., Novikova I.I. Hygienic assessment of atmospheric air pollution with cement dust. *Hygiene issues*. 2017; 4 (26): 189 - 192.
10. Yudovich B.E., Dmitriev A.M., Lyamin Yu.A., Zubekhin S.A. Cement industry and ecology // allbeton.ru: [site]. - URL: <https://www.allbeton.ru/upload/iblock/ac6/cementnaya-promishlennost-i-ekologiya-iyudovichk.pdf> (date of access: 26.08.2021).
11. Raputa V.F., Simonenkov D.V., Belan B.D., Yaroslavtseva T.V. Estimation of sulfur dioxide emissions into the atmosphere of the Norilsk industrial region. *Optics of the atmosphere and ocean*. 2019; 32 (06): 465-470.
12. Holmgren A., Lu J. Thioredoxin and thioredoxin reductase: current research with special reference to human disease. *Biochem. Biophys. Res. Commun*. 2010; 396(1): 120-4.
13. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990-2015 a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2016; 388(10053): 1659–1724.
14. Barskova L.S., Vitkina T.I., Yankova V.I. A method for taking and analyzing atmospheric air samples to determine the fractional composition of suspended solid particles of the microsize range. *Environmental problems of our time: identification and prevention of the adverse impact of anthropogenically determined factors and climatic changes on the environment and public health: materials of the international. Forum of the Scientific Council of the Russian Federation on Human Ecology and Environmental Hygiene*. Moscow, 2017: 43–44.
15. Prosviryakova I.A., Gritsenko T.D., Gankin A.N., Firago A.V. Influence of atmospheric air pollution in settlements with solid particles with a dispersion of 10 and 2.5 microns on the morbidity rates of the population. *Modern issues of radiation and environmental medicine*,

- radiation diagnostics and therapy: collection of articles. materials Rep. scientific and practical conf. with int. participation, Grodno, September 24-25, 2020 Grodno, 2020: 243-248.
16. Kholodov A.S., Kirichenko K.Yu., Zadornov K.S., Golokhvast K.S. Influence of solid suspended particles of atmospheric air of settlements on human health. Bulletin of the Kamchatka State. technical university. 2019; 49: 81-88.
  17. Noël A., Xiao R., Perveen Z. Incomplete lung recovery following sub-acute inhalation of combustion- derived ultrafine particles in mice. Part. Fibre Toxicol. 2016; 13: 10.
  18. Liu Y., Wang H.D., Yu Z.X. Influence of air pollution on hospital admissions in adult asthma in northeast China. Chin. Med. J. 2018; 131: 1030–1033.
  19. Siljamo P., Sofiev M., Filatova E., Grewling L., Jäger S., Khoreva E., Linkosalo T., Ortega Jimenez S., Ranta H., Rantio-Lehtimäki A., Svetlov A., Veriankaite L., Yakovleva E., Kukkonen J. A numerical model of birch pollen emission and dispersion in the atmosphere. Model evaluation and sensitivity analysis. Int. J. Biometeorol. 2013; 57: 125–136.
  20. Onishchenko G.G. The topical issues of risk assessment methodology and its role in improving the system of socio-hygienic monitoring. Hygiene and Sanitation. 2005; 2: 3-6.
  21. Rakhmanin Yu. A., Novikov S.M., Rusakov N.V. Scientific foundations of risk theory in the SHM system. Hygiene and sanitation. 2004; 5:4-5.
  22. Savchenkov M.F., Savilov E.D. Environmental medicine problems of Siberia. Hygiene and sanitation. 2006; 1: 19-20.
  23. Sinitsina O.O. Scientific bases of system of regional normalization of chemical substances in environment taking into account complex action on organism: doctor of medical sciences / Oksana O. Sinitsina, Research Institute of Human Ecology and Environmental Health RAMS. - Moscow, 2004.
  24. Slavin M.B. Systems analysis methods in medical research. Moscow: Medicine; 1989. 304 p.
  25. Di Q, Wang Y, Zanobetti A, Wang Y, Koutrakis P, Choirat C, Dominici F, Schwartz JD. Air Pollution and Mortality in the Medicare Population // N Engl J. Med. – 2017; 376(26): 2513-22. doi: 10.1056/NEJMoa1702747. PMID: 28657878; PMCID: PMC5766848.
  26. Refsnes M., Hetland R.B., Ovreik J. Different particle determinants induce apoptosis and cytokine release in primary alveolar macrophage cultures. Part. Fibre Toxicol. 2006; 3: 10.
  27. Zhang Y., Wang J., Chen L. Yang H., Zhang B. Ambient PM2.5 and clinically recognized early pregnancy loss: A case-control study with spatiotemporal exposure predictions. Environment International. 2019; 126: 422-429. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.02.062>
  28. Yang A., Janssen N.A.H., Brunekreef B., Cassie F.R., Hook D., Gehring U. Children's respiratory health and oxidative potential of PM2.5: the PIAMA birth cohort study. Occup. Environ. Med. 2016; 73: 154–160.
  29. Zinellu E., Zinellu A., Giuseppe F.A., Carru C., Pirina P. Circulating biomarkers of oxidative stress in chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. Respiratory Research. 2016; 17(1): 1-11. <https://doi.org/10.1186/s12931-016-0471-z>

30. Pardo M., Porat Z., Rudich A. Repeated exposures to roadside particulate matter extracts suppresses pulmonary defense mechanisms, resulting in lipid and protein oxidative damage. *Environ. Pollut.* 2015; 210: 227–237.
31. Hamad S.H., Schauer J.J., Antkiewicz D.S. ROS production and gene expression in alveolar macrophages exposed to PM<sub>2.5</sub> from Baghdad, Iraq: Seasonal trends and impact of chemical composition. *Science of the Total Environment.* 2016; 543: 739–745.
32. Stowell J.D., Kim Y.M., Gao Y., Fud J.S., Change H.H., Liu Y. The impact of climate change and emissions control on future ozone levels: Implications for human health. *Environ Int.* 2017; 108: 41-50. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.08.001>
33. Golokhvast KS, Chekryzhov I.Yu., Revutskaya I.L., Soboleva E.V., Shcheka O.L., Chernyshev V.V., et al. Some aspects of modeling atmospheric suspensions based on the material composition. *Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences.* 2012; 14 (1-9): 2401-2404.
34. Thomson E.M., Breznan D., Karthikeyan S., MacKinnon-Roy Ch. [et al.] Cytotoxic and inflammatory potential of size-fractionated particulate matter collected repeatedly within a small urban area. *Part. Fibre Toxicol.* 2015; 12(1): 1-19. <https://doi.org/10.1186/s12989-015-0099-z>
35. Davies M.J. Protein oxidation and peroxidation. *Biochem J.* 2016; 473(7): 805-825. <https://doi.org/10.1042/BJ20151227>
36. Rodriguez-Villamizar L.A., Magico A., Osornio-Vargas A. [et al.] The effects of outdoor air pollution on the respiratory health of Canadian children: A systematic review of epidemiological studies. *Can. Respir. J.* 2015; 22(5): 282– 292.
37. Bhatia M., McGrath K.L., Di Trapani G. [et al.] The thioredoxin system in breast cancer cell invasion and migration. *Redox Biology.* 2016; 8: 68–78.

Поступила/Received: 03.08.2021

Принята в печать/Accepted: 08.09.2021.

УДК 613.6.027:323.332:621-05

## ОЦЕНКА АПРИОРНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ РАБОТНИКОВ ОСНОВНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ГРУПП ПРОИЗВОДСТВА МАШИНОСТРОЕНИЯ

Валеева Э.Т., Галимова Р.Р., Степанов Е.Г.

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

*Автомобилестроение является важной подотраслью машиностроения, где трудятся десятки тысяч работников. Воздействие ряда вредных производственных факторов на производстве превышает допустимые нормы и является непосредственной угрозой здоровью людей.*

*Воздействие на работающих комплекса вредных производственных факторов, таких как повышенные уровни шума, вибрации, химические вещества, а также тяжесть трудового процесса являются определяющими в формировании условий труда работников.*

**Цель:** *изучить качественные и количественные характеристики вредных факторов производства и оценить уровень априорного риска у работников автомобилестроения.*

**Материалы и методы.** *На основе результатов специальной оценки условий труда (СОУТ), выполняемой в соответствии с Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 января 2014г. № 33н (карты СОУТ в количестве 96 шт.), дана качественная и количественная оценка вредным производственным факторам рабочей среды и трудового процесса химической и физической природы (аэрозоли сложного состава, в том числе сварочные; производственный шум, вибрация, микроклимат), а также тяжести труда. Общую оценку условий труда работников проводили в зависимости от уровней воздействия факторов рабочей среды и трудового процесса в соответствии с Р.2.2.2006-05. Оценка априорного профессионального риска у работников проведена согласно Р 2.2.1766-03.*

**Результаты.** *Проведенные исследования в производстве автомобилестроения показали, что к основным вредным производственным факторам, которые формируют условия труда работников автомобилестроения, относятся интенсивный производственный шум, вибрация, токсические вещества различной природы и тяжесть труда. Общая оценка условий труда для работников основных профессий относится к вредному 3 классу 1-2 степени вредности. Наиболее вредные условия труда характерны для профессиональных групп слесарей механо-сборочных работ (МСП), штамповщиков, маляров и лаборантов химанализа (класс 3.2), далее следуют транспортировщики и токари (класс 3.1.).*

**Заключение.** *Определен малый (умеренный) и средний (существенный) уровень априорного риска для работников различных профессий согласно суммарной оценке класса вредности и опасности производства автомобилестроения, что требует продолжения изучения*



влияния неблагоприятных условий и характера труда работников машиностроения на состояние их профессионального здоровья.

**Ключевые слова:** автомобилестроение, условия труда, работники, уровень риска.

**Для цитирования:** Валеева Э.Т., Галимова Р.Р., Степанов Е.Г. Оценка априорного риска здоровью работников основных профессиональных групп производства машиностроения. Медицина труда и экология человека. 2021; 3:96-108.

**Для корреспонденции:** Валеева Эльвира Тимерьяновна, г.н.с. отдела медицины труда ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», д.м.н., e-mail: oozr@mail.ru.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10307>

## **ASSESSMENT OF A PRIORI HEALTH RISK FOR WORKERS IN THE MAIN OCCUPATIONAL GROUPS IN ENGINEERING INDUSTRY**

**E.T. Valeeva. R.R. Galimova, Stepanov E. G.**

*Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia*

*The motor industry is an important sub-industry of mechanical engineering involving tens of thousands of workers. The impact of a number of harmful work environment factors exceeds the admissible norms and is a direct human health threat.*

*The impact of a complex of harmful work environment factors, such as increased levels of noise, vibration, chemicals, as well as the work intensity are decisive ones in the formation of working conditions for workers.*

**Purpose:** *to study the qualitative and quantitative characteristics of harmful work environment factors and determine the level of a priori health risk among motor industry workers.*

### **Materials and methods.**

*Based on the results of a special assessment of working conditions (SAWC), carried out in accordance with the Russian Ministry of Labour and Social Protection Order of January 24, 2014. No. 33n (96 SAWC cards), a qualitative and quantitative assessment of the harmful occupational factors of the work environment and the work process of chemical and physical nature (aerosols of a complex composition, including welding; industrial noise, vibration, microclimate), as well as the work intensity has been done. The general assessment of workers' working conditions carried out depending on the levels of exposure to work environment and work process was done in accordance with R.2.2.2006-05. The assessment of a priori occupational risk among workers was carried out in accordance with R 2.2.1766-03.*

**Results.** *The studies conducted in the motor industry have shown that the main harmful occupational factors that form the working conditions of workers in the motor industry include intense industrial noise, vibration, toxicants of various nature and work intensity. The general assessment of working conditions for workers of the main occupations are of harmful Class 3 of 1-2 degrees of hazard. The most harmful working conditions are typical for occupational groups of*

*mechanical assembly (MA), stampers, painters and chemical analysis laboratory assistants (Class 3.2), followed by transporters and turners (Class 3.1.).*

**Conclusion.** *The average level of a priori risk for workers has been determined according to the total assessment of the hazard and hazardous class of the motor industry, which requires further study of the impact of unfavorable conditions and the nature of work of engineering workers on their professional health.*

**Key words:** *motor industry, working conditions, workers, risk level.*

**Citation:** *Valeeva E.T., Galimova R.R., Stepanov E. G. Assessment of a priori health risk for workers in the main occupational groups in engineering industry. Occupational health and human ecology. 2021; 3:96-108.*

**Correspondence:** *Elvira T. Valeeva, Senior Researcher at the Department of Occupational Health of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, e-mail: oozr@mail.ru*

**Financing:** *The study had no financial support.*

**Conflict of interest:** *The authors declare no conflict of interest.*

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10307>

В сфере машиностроения РФ работает более 3,5 млн человек. Автомобильная промышленность, где трудятся более 900 000 тысяч человек, является одной из ведущих подотраслей машиностроения, при этом почти 27% всей совокупной продукции приходится на ее долю [1]. Как показывают исследования ряда авторов, условия труда работников машиностроения сопряжены с воздействием целого комплекса вредных производственных факторов. Существенное влияние на здоровье работников оказывают шум, вибрация, физические и психоэмоциональные перегрузки [2,3]. Недостаточное и несвоевременное выявление болезней, вызванных вредным воздействием производственной среды влечет за собой рост числа осложненных случаев профессиональных, профессионально обусловленных заболеваний, включая инвалидизацию работников, что диктует необходимость разработки и внедрения профилактических программ, принятие которых будет способствовать снижению риска развития заболеваний, ассоциированных с воздействием вредных производственных факторов [4-10].

К крупной подотрасли транспортного машиностроения относится автомобилестроение. Производство автомобильной продукции составляет примерно 2,3% внутреннего валового продукта страны и около 23% в объеме продукции машиностроения. Воздействие таких неблагоприятных факторов в условиях производства автомобилестроения, как повышенные уровни интенсивного производственного шума, локальная вибрация, тяжесть трудового процесса оказывают основное, определяющее значение на формирование условий труда в отрасли [11,12]. Кроме того, немаловажное значение на здоровье людей оказывает и химический фактор, представленный сварочными аэрозолями и сложными аэрозолями, преимущественно фиброгенного действия. Следует подчеркнуть, что для большинства рабочих мест в автомобилестроении характерно воздействие на работающих всего комплекса вредных производственных факторов [11].

Современная концепция теории профессионального риска как в отечественной, так и зарубежной литературе предполагает разработку мероприятий по минимизации ущерба здоровью работников в зависимости от категории опасности [3,14]. Чем выраженнее риск, тем более ответственнее необходимо подходить к разработке процессов анализа, идентификации опасностей, их качественной и количественной оценки с последующей системой управления рисками и пониманием того, как будет меняться риск вследствие всех внешних воздействий и будет ли соответствовать установленным критериям риска [15-21].

Все вышеизложенное является основанием для более глубокого изучения с гигиенической точки зрения процесса производства машиностроения с целью идентификации опасностей и оценки риска, основной целью которого будет принятие корпоративных программ укрепления здоровья на рабочем месте, обеспечение благоприятных условий труда работников.

**Материалы и методы.** Исследование проведено в рамках НИР «Разработка и научное обоснование медико-профилактических программ по снижению риска развития заболеваний, ассоциированных с воздействием вредных производственных факторов у работников машиностроительной отрасли (автомобилестроения)» (2021-2025 гг.).

Гигиеническая оценка условий труда основывалась на анализе карт СОУТ (96), проведенной на крупнейшем из действующих предприятий по производству автобусов «НЕФАЗ» Республики Башкортостан.

Проведено качественное и количественное изучение производственных факторов на рабочих местах среды: химический (аэрозоли химических веществ сложного состава, в том числе сварочные), физические (производственный шум, вибрация, микроклимат), а также тяжести труда. Общую оценку условий труда работников проводили в зависимости от уровней воздействия факторов рабочей среды и трудового процесса в соответствии с Р.2.2.2006-05.

Априорный профессиональный риск у работников автомобилестроительного производства оценивали на основании категорий профессионального риска с учетом гигиенических показателей, учитывающих классы условий труда согласно Р 2.2.1766-03.

**Результаты.** Значительно высокий процент рабочего времени в производстве занимают технологические операции, связанные с механической обработкой, а также сборкой крупногабаритных узлов и изделий, что является одной из отличительных черт условий труда данной категории работников автомобильной отрасли.

Сборочные, а также клепальные виды работ проводятся в механо-сборочном цехе. Основной профессиональной группой работников этого цеха являются слесари МСР, которые производят сборку изделий и узлов из заготовок. Характерным для этой профессиональной группы является то, что работники подвергаются воздействию комплекса практически всех вышеперечисленных вредных производственных факторов, ведущими из которых являются: интенсивный шум, локальная вибрация при использовании ручного пневмоэлектроинструмента, физические нагрузки на мышцы верхнего плечевого пояса.

Зачистка и обдирка поверхностей и швов проводится слесарями механосборочного цеха, при этом используются шлифовальные машинки типа ИП с кругами на бакалитовой

связке с электрокорундом в качестве режущей основы. В данном производстве используются следующие типы пневматических шлифовальных машинок: ИП 2106, ЗП-1018, МШУ-115, ИП 2014Б, МШУ-230, а также пневматическая дрель ИП 1016 и отрезная машинка ИП 2203 пневматического типа. Все вышеперечисленные применяемые в автомобилестроении виды ручных пневматических шлифовальных машинок являются механизированными инструментами вращательного действия.

Основным фактором в трудовом процессе слесарей МСР является интенсивный производственный шум. Результаты анализа гигиенических показателей свидетельствуют, что на рабочих местах слесарей уровни шума в цехе в момент подготовительных работ не превышают предельно допустимые уровни (ПДУ), в процессе технологических работ превышают ПДУ на 14-15 дБА по эквивалентному уровню, что соответствует вредному классу условий труда - 3.2. (табл. 1). Характер шумового фактора является постоянным, широкополосным, средне- и высокочастотным.

Таблица 1

**Фактические и нормативные значения параметров шума на рабочих местах слесарей сборщиков в производстве автомобилестроения**

Наименование технологического процесса/ фактора	Уровень звука, дБА	ПДУ, дБА	Время воздействия фактора, %	Класс условий труда
Цех (подготовка к работе, непостоянный, фон)	76,6; 75,4; 77,1	80	20	2
Цех (тех. процесс, непостоянный, оборудование, фон)	93,9; 95,1; 94,4	80	80	3.2
Эквивалентный уровень звука за 8-часовой рабочий день, дБА	93,5	80	60	3.2

В процессе труда на верхний плечевой пояс слесаря МСР, а также резчика по металлу воздействует локальная вибрация. В процессе обработки штампов, шлифовальных и других видов работ слесарь более 80% времени работает стоя, в согнутом в пояснице положении, крепко держа шлифовальный инструмент всей поверхностью кисти правой руки, при этом левая кисть охватывает или поддерживает гибкий вал. Работники используют шлифовальный механизм от 48 до 57% времени рабочей смены. Для работы с виброинструментом характерны высокие уровни колебательной скорости в области средних и особенно высоких частот. Проведенный анализ показал, что практически все рабочие места слесарей МСР по уровням локальной вибрации, согласно Руководству Р 2.2.2006-05,

характеризуются вредным условием труда третьего класса первой степени - 3.1, превышение скорректированного значения нормы в величинах виброскорости составило 2,4-3,8 дБ (класс 3.1)( табл. 2).

**Таблица 2**

**Фактические и нормативные значения измеряемых параметров локальной вибрации у слесарей МСР**

	Уровень виброускорения, дБ	ПДУ, дБ	Время контакта с фактором, %	Класс условий труда
При работе с электроинструментом			50	
Корректированный уровень (ось X)	131	126		3.1
Корректированный уровень (ось Y)	129	126		3.1
Корректированный уровень (ось Z)	127	126		3.1
Эквивалентный скорректированный уровень:			100	
Ось X	129,8	126	3.1	3.1
Ось Y	128,4	126	3.1	3.1
Ось Z	124	126	2	2

Химический фактор на рабочих местах слесарей МСР, слесарей-монтажников представлен аэрозолями преимущественно фиброгенного действия, пылью металлов, как правило, не превышающих ПДУ (табл. 3).

Особенности трудового процесса слесаря МСР связаны с необходимостью в течение длительного периода рабочего времени находиться в вынужденной рабочей позе стоя (60%), совершать периодические подъемы и перемещения груза до 20 кг, вследствие чего труд слесаря МСР отнесен к тяжелому - 3 классу 1 степени.

Таблица 3

**Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны  
слесарей МСР**

Виды работ, вещество	Фактическая концентрация, мг/м <sup>3</sup>	ПДК максимальная разовая- среднесменная, мг/м <sup>3</sup>	Класс условий труда	Время контакта с фактором, %
Зачистка швов: Электрокорунд, мг/м <sup>3</sup>	5,1/4,08	-/6	2	80
Среднесменные значения концентрации: Электрокорунд, мг/м <sup>3</sup>	4,08	6	2	

Работа штамповщиков заключается в обслуживании штамповочных прессов, а также трубогибочных станков различных типов назначения и конструкции. В процессе труда они наблюдают за работой технологического оборудования, в случае поломки или сбоя в работе, оборудование останавливают, устраняют неисправность и проводят выбраковку деталей. На рабочих местах на штамповщиков воздействует производственный шум, который по интенсивности соответствует 3 классу 1 степени, тяжесть трудового процесса находится в пределах допустимых значений - класс 2.

Работа транспортировщика заключается в перемещении грузов различного рода и качества. В процессе работы транспортировщик вынужден находиться в положении стоя около 80% времени смены. Условия труда по тяжести трудового процесса у транспортировщика соответствуют классу 3.1.

Воздействие химического фактора, представленного комплексом токсичных веществ, таких как уайтспирт, фенол, ксилол, толуол, аммиак, формальдегид, хромовый ангидрид, свинец и его соединения, имеет место на рабочих местах маляров, лаборантов химанализа (класс условий труда 3.1).

В процессе труда электросварщиков на автоматических линиях и полуавтоматических машинах, а также машинистов крана основными вредными веществами являются озон, оксиды углерода и азота. Класс условий труда по химическому фактору у этих работников соответствует вредному 3 классу 1 степени. При этом следует подчеркнуть, что время контакта с вредными веществами у них очень высокое: от 80 до 100% рабочей смены (табл. 4).

Таблица 4

**Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны  
электросварщиков и машинистов крана**

Профессия/ вещества	Фактическая концентрация	ПДК	Класс условий труда	Время контакта с фактором, %
Электросварщик				
Озон, мг/м <sup>3</sup>	0,2	0,1	3.1	80
Углерод оксид, мг/м <sup>3</sup>	23	20	3.1	80
Азота диоксид, мг/м <sup>3</sup>	1,8	2	2	80
Комбинация веществ (углерода оксид; азота диоксид)	2,05	1	3.1	
Машинист крана, Сварщик				
Озон, мг/м <sup>3</sup>	0,12	0,1	3.1	100
Углерод оксид, мг/м <sup>3</sup>	13	20	2	100
Азота диоксид, мг/м <sup>3</sup>	0.8	2	2	100
Комбинация веществ (углерода оксид; азота диоксид)	1,05	1	3.1	100

Интенсивность воздействия производственного шума на данную группу работников соответствовала вредному 3 классу 1 степени, показатели тяжести трудового процесса, как правило, находились в пределах допустимых величин (класс 2).

Таким образом, для основных профессиональных групп работников машиностроительного производства ведущими вредными производственными факторами являются шум и вибрация (класс 3.2 у слесарей механосборочных работ, 3.1 у штамповщиков). Для таких групп работников, как транспортировщики, в трудовом процессе преобладают тяжелые физические нагрузки (класс 3.1) и химический фактор - у маляров, лаборантов химического анализа, сварщиков и машинистов крана (класс 3.1).

**Обсуждение.** Проведенные исследования в производстве автомобилестроения показали, что работники подвергаются сочетанному воздействию комплекса вредных производственных факторов. Ведущим производственным фактором в производстве является интенсивный шум, уровни которого в процессе технологических работ превышают ПДУ на 14-15 дБА по эквивалентному уровню. На отдельных рабочих местах имеет место превышение скорректированного значения локальной вибрации на 2,4-3,8 дБ. Немаловажное значение на производстве имеет и химический фактор, представленный аэрозолями преимущественно фиброгенного действия, пылью металлов, а из факторов трудового процесса - тяжесть труда. Следует отметить, что на отдельные категории работников воздействует одновременно почти весь спектр производственных факторов значительное время в течение смены.

Общая оценка условий труда в основных профессиях изученного производства относится к вредному 3 классу 1-2 степени вредности (табл. 5).

Таблица 5

## Общая оценка условий труда работников машиностроения

Профессия	Класс условий труда по интенсивности факторов					Общая оценка условий труда
	Химический	Шум (Лэкв.)	Микроклимат	Вибрация локальная	Тяжесть труда	
Слесарь МСР	2	3.2	2	3.1	3.1	3.2
Штамповщик	-	3.1	2	-	2	3.1
Транспортировщик	2	2	2	-	3.1	3.1
Токарь	2	3.1	2	-	3.1	3.1
Маляр	3.1	2	2	-	2	3.1
Лаборант хим. анализа	3.1	2	2	-	2	3.1



Сварщик автоматическ их линий, машинист крана	3.1	3.1	2	2	2	3.1
---	-----	-----	---	---	---	-----

Установлено, что в наихудших производственных условиях находится группа слесарей МСР (класс 3.2), далее следуют транспортировщики, штамповщики, маляры, лаборанты химанализа, сварщики и машинисты крана (класс 3.1).

Сопоставление количественной оценки степени угрозы здоровью работников различных отраслей экономики, основанное на теории профессионального риска, открывает перспективу обоснования системы санитарно-гигиенических и медико-профилактических программ, способствующих снижению его до приемлемого уровня [22].

Согласно руководству Р 2.2.2006-05, у работников при классе 3.1-3.2 может наблюдаться рост производственно обусловленной заболеваемости, что является определяющим фактором повышения уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности, особенно заболеваниями со стороны органов-мишеней и систем, наиболее подверженных воздействию определенных факторов. Возможно появление отдельных признаков либо начальных, легких форм профессиональных заболеваний.

Проведенные исследования позволили оценить профессиональный риск нарушений здоровья у работников при классе условий труда 3.1 как малый (умеренный) и при классе 3.2 как средний (существенный) уровень априорного риска согласно суммарной оценке класса вредности и опасности машиностроительных производств.

**Заключение.** Проведенное изучение характера и условий труда работников автомобилестроения показали, что основные профессиональные группы работников подвергаются воздействию комплекса неблагоприятных производственных факторов, интенсивность которых соответствует вредному третьему классу первой-второй степени, при таких значениях гигиенических показателей уровень априорного риска оценен как малый (умеренный) и средний (существенный). Дальнейшие исследования по изучению особенностей сочетанного и комбинированного действия вредных факторов на организм позволят провести оценку состояния профессионального здоровья работников и разработать мероприятия по профилактике профессиональных заболеваний.

#### Список литературы:

1. Устинова О.Ю., Аминова А.И., Маклакова О.А., Кирьянов Д.А. Оптимизация программ дополнительного медицинского обследования работников предприятий машиностроения. Медицина труда и промышленная экология. 2011; 11: 32-37.
2. Крига А.С., Усатов А.Н. Условия труда и состояние здоровья работников предприятия авиационного машиностроения на современном этапе. Здоровье населения и среда обитания. 2011; 9: 6-8.

3. Лапко И.В., Кирьяков В.А., Антошина Л.И. Влияние вибрации, шума, физических нагрузок и неблагоприятного микроклимата на показатели углеводного обмена у рабочих горнодобывающих предприятий и машиностроения. Медицина труда и промышленная экология. 2014; 7: 32 - 36.
4. Послание Президента Российской Федерации Федеральному собранию Российской Федерации от 1 марта 2018 г. [Электронный ресурс] Консультант Плюс: официальный сайт компании. – М.: Консультант Плюс, 1997–2018. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_291976/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_291976/) (дата обращения: 12.12.2018).
5. Фесенко М. А., Рыбаков И. А., Комарова С. В. Социально-гигиеническое исследование влияния факторов образа жизни на здоровье работающих, занятых во вредных условиях труда. Здоровье населения и среда обитания. 2016; 7: 23 - 27.
6. Park J., Shin S.Y., Kang Y., Rhie J. Effect of night shift work on the control of hypertension and diabetes in workers taking medication. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*. 2019; 31(1): 27.
7. Ahn J., Kim N.S., Lee B.K, Park J., Kim Y. Relationship of Occupational Category With Risk of Physical and Mental Health Problems. *Safety and Health at work*. 2019; 10: 504-511.
8. Donoghue A.M. Occupational health hazards in mining: an overview. *Occup. Med. (Lond.)* 2004; 54(5): 283-9. <https://doi.org/10.1093/ocmed/kqh072>
9. Шляпников, Д.М., Шур П.З. Сравнительная оценка профессионального риска здоровью работников предприятия по добыче калийных руд. Медицина труда и пром. экология. 2017; 11: 14–19.
10. Синода В.А. Гигиеническая оценка профиля и уровня профессионального риска у рабочих основных профессий вагоностроительного производства. Анализ риска здоровью. 2015; 2: 52–61.
11. Осос З.М., Соловьева В.В., Крупская Д.А. и др. Оценка профессионального риска здоровью работающих на предприятии машиностроения. Здоровье и окружающая среда. 2014; 24(2): 68–73.
12. Сауткина А.С., Елькин А.Б., Пачурин Г.В., Шевченко С.М. Оценка профессионального риска в НОАО «Гидромаш» ретроспективным методом. *Международ. журн. приклад. и фундам. исслед.* 2016; 12: 219–223.
13. Онищенко, Г.Г. Оценка и управление рисками для здоровья как эффективный инструмент решения задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации. *Актуальные аспекты анализа риска здоровью*. 2013; 4–14.
14. Rizkiani D.O., Modjo R. Health risk assessment of workers at the mining company PT. HIJ site in South Kalimantan: an overview. *KnE Life Sciences*. 2018; 4(5): 616-26. <https://doi.org/10.18502/cls.v4i5.2591>.
15. Emerging risks and new patterns of prevention in a changing world of work. Geneva: International Labour Organization. 2010; 19.

16. Ellwood P., Reynolds J., Duckworth M. Green jobs and occupational safety and health: Foresight on new and emerging risks associated with new technologies by 2020. Luxembourg: European Agency for Safety and Health at Work. 2014; 40. <https://doi.org/10.2802/92105>.
17. Flaspöler E., Reinert D., Brun E. et al. Expert forecast on emerging physical risks related to occupational safety and health. Luxembourg: European Agency for safety and health at work. 2005; 76.
18. Expert forecast on emerging biological risks related to occupational safety and health. Luxembourg: European Agency for Safety and Health at Work. 2007; 145.
19. Expert forecast on emerging psychosocial risks related to occupational safety and health. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 2007; 126.
20. Expert forecast on emerging chemical risks related to occupational safety and health. Luxembourg: European Agency for Safety and Health at Work. 2009; 197.
21. Fernández F.B., Pérez M.Á.S. Analysis and modeling of new and emerging occupational risks in the context of advanced manufacturing processes. *Procedia Eng.* 2015; 100: 1150-9. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.01.478>
22. Валеева Э.Т., А.Б. Бакиров, В.А. Капцов, Л.К. Каримова, З.Ф. Гимаева, Р.Р. Галимова. Анализ риска здоровью. 2016; 3(15): 88-97.

## References

23. Ustinova O.Yu., Aminova A.I., Maklakova O.A., Kiryanov D.A. Optimization of programs for additional medical examination of employees of mechanical engineering enterprises. *Occupational health and industrial ecology.* 2011; 11: 32-37.
24. Kriga A.S., Usatov A.N. Working conditions and health status of the aircraft engineering enterprise workers at the present stage. *Public health and environment.* 2011; 9: 6-8.
25. Lapko I.V., Kiryakov V.A., Antoshina L.I. The impact of vibration, noise, physical exertion and an unfavorable microclimate on the indicators of carbohydrate metabolism in workers of mining enterprises and mechanical engineering. *Occupational health and industrial ecology.* 2014; 7: 32 - 36.
26. Message of the Russian Federation President to the Russian Federal Assembly of March 1, 2018 [Electronic resource] Consultant Plus: the official website of the company. - M.: Consultant Plus, 1997–2018. - Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_291976/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_291976/).
27. Fesenko M.A., Rybakov I.A., Komarova S.V. Socio-hygienic study of the influence of lifestyle factors on the health of workers employed in hazardous working conditions. *Public health and environment.* 2016; 7: 23-27.
28. Park J., Shin S.Y., Kang Y., Rhie J. Effect of night shift work on the control of hypertension and diabetes in workers taking medication. *Annals of Occupational and Environmental Medicine.* 2019; 31(1): 27.
29. Ahn J., Kim N.S., Lee B.K, Park J., Kim Y. Relationship of Occupational Category With Risk of Physical and Mental Health Problems. *Safety and Health at work.* 2019; 10: 504-511.

30. Donoghue A.M. Occupational health hazards in mining: an overview. *Occup. Med. (Lond.)* 2004; 54(5): 283-9. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqh072>
31. Shlyapnikov, D.M., Shur P.Z. Comparative assessment of occupational health risks of employees of a potash mining enterprise. *Occupational health and industrial ecology*. 2017; 11: 14-19.
32. Synoda V.A. Hygienic assessment of the profile and level of occupational risk in workers of the main occupations of the carriage-building production. *Health risk analysis*. 2015; 2: 52-61.
33. Osos Z.M., Solovieva V.V., Krupskaya D.A., et al. Assessment of occupational health risks of workers at a machine-building enterprise. *Health and the environment*. 2014; 24 (2): 68–73.
34. Sautkina A.S., Elkin A.B., Pachurin G.V., Shevchenko S.M. Assessment of occupational risk in NJSC "Gidromash" by the retrospective method. *Int. zhurn. butt. and fund. issled.* 2016; 12: 219-223.
35. Onishchenko, G.G. Assessment and management of health risks as an effective tool for solving the problems of ensuring the sanitary and epidemiological well-being of the population of the Russian Federation. *Relevant aspects of health risk analysis*. 2013; 4-14.
36. Rizkiani D.O., Modjo R. Health risk assessment of workers at the mining company PT. HIJ site in South Kalimantan: an overview. *KnE Life Sciences*. 2018; 4(5): 616-26. <https://doi.org/10.18502/kls.v4i5.2591>.
37. Emerging risks and new patterns of prevention in a changing world of work. Geneva: International Labour Organization. 2010; 19.
38. Ellwood P., Reynolds J., Duckworth M. Green jobs and occupational safety and health: Foresight on new and emerging risks associated with new technologies by 2020. Luxembourg: European Agency for Safety and Health at Work. 2014; 40. <https://doi.org/10.2802/92105>.
39. Flaspöler E., Reinert D., Brun E. et al. Expert forecast on emerging physical risks related to occupational safety and health. Luxembourg: European Agency for safety and health at work. 2005; 76.
40. Expert forecast on emerging biological risks related to occupational safety and health. Luxembourg: European Agency for Safety and Health at Work. 2007; 145.
41. Expert forecast on emerging psychosocial risks related to occupational safety and health. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 2007; 126.
42. Expert forecast on emerging chemical risks related to occupational safety and health. Luxembourg: European Agency for Safety and Health at Work. 2009; 197.
43. Fernández F.B., Pérez M.Á.S. Analysis and modeling of new and emerging occupational risks in the context of advanced manufacturing processes. *ProcediaEng.* 2015; 100: 1150-9. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.01.478>
44. Valeeva E.T., A. B. Bakirov, V. A. Kaptsov, L. K. Karimova, Z. F. Gimaeva, R. R. Galimova. Health risk analysis. 2016; 3 (15): 88-97.

Поступила/Received: 20.08.2021

Принята в печать/Accepted: 10.09. 2021.

УДК 613.12: 551.58

## ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ХОЛОДОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ТЕРРИТОРИЯХ РЕГИОНА С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ КЛИМАТА

Нарутдинов Д.А.<sup>1</sup>, Рахманов Р.С.<sup>2</sup>, Богомолова Е.С.<sup>2</sup>, Разгулин С.А.<sup>2</sup>, Потехина Н.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Медицинская служба войсковой части 73633, Красноярск, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава  
России, Нижний Новгород, Россия

*Оценка изменения климата важна не только в глобальном масштабе, но и на отдельных территориях. Цель исследования – провести анализ физических факторов внешней среды на территориях с различными типами климата Красноярского края по периодам определения климатических норм, определить риск здоровью по показателям холодного воздействия. Оценили климатические условия субарктического и континентального климатов: температура, скорость движения и относительная влажность воздуха в периодах климатических норм: 1961-1990 и 1991-2020 гг. Определяли длительность теплого и холодного периодов года; риск здоровью по интегральному показателю условий охлаждения (обморожения). В субарктическом климате в 1991-2020 гг. по сравнению с 1961-1990 гг. установлены повышение температуры и уменьшение скорости движения воздуха в течение 11 мес. в году; в континентальном - увлажнение воздуха в течение 10 мес. в году. В субарктическом климате теплый период года составил 3, холодный – 6 мес.; в континентальном – 5 и 3 мес. соответственно. В предыдущем временном периоде в субарктическом климате критический риск холодной травмы возможен зимой, в октябре-ноябре, а в марте-мае – умеренный; в континентальном – в октябре-апреле умеренный риск. Изменения климата снизили риск холодного воздействия: в субарктическом климате на 1 мес. сократился период критического и увеличился период умеренного риска, в умеренном на 1 мес. - умеренного риска (октябрь-март), что увеличивает время безопасной и более безопасной работы на открытой территории. Региональные позитивные изменения снижения риска здоровью при холодном воздействии на организм актуализируют изучение влияния потепления климата на здоровье населения на других территориях страны.*

**Ключевые слова:** Красноярский край, физические факторы внешней среды, субарктический и континентальный климаты, риск холодного воздействия.

**Для цитирования:** Нарутдинов Д.А., Рахманов Р.С., Богомолова Е.С., Разгулин С.А., Потехина Н.Н. Оценка риска здоровью по показателям холодного воздействия на территориях региона с различными типами климата. Медицина труда и экология человека. 2021;3:109-123.

**Для корреспонденции:** Рахманов Рафаиль Салыхович, профессор кафедры гигиены ФГБОУ ВО «ПИМУ» МЗ РФ, доктор медицинских наук, профессор, e-mail: raf53@mail.ru.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10308>

## HEALTH RISK ASSESSMENT BY COLD EXPOSURE INDICATORS IN AREA WITH DIFFERENT CLIMATE TYPES

Narutdinov D.A.<sup>1</sup>, Rakhmanov R.S.<sup>2</sup>, Bogomolova E.S.<sup>2</sup>, Razgulin S.A.<sup>2</sup>, Potekhina N.N.<sup>2</sup>

1 - Medical service of the military unit 73633, Krasnoyarsk, Russia

2 - Department of Hygiene Volga Research Medical University, Department of Hygiene, Nizhny Novgorod, Russia

*Climate change assessment is important not only on a global scale, but also in individual territories. The purpose of the study is to analyze the physical factors of the external environment in territories with different types of climate in the Krasnoyarsk Territory by periods of determining climatic norms, to determine the health risk by indicators of cold exposure. The climatic conditions of the subarctic and continental climates were assessed: temperature, speed of movement and relative humidity of air in the periods of climatic norms: 1961-1990 and 1991-2020. Determined the duration of the warm and cold periods of the year; health risk according to the integral indicator of cooling conditions (frostbite). In the subarctic climate in 1991-2020. compared with 1961-1990. found: an increase in temperature and a decrease in the speed of air movement for 11 months a year; in the continental - air humidification for 10 months a year. In the subarctic climate, the warm period of the year is 3, the cold - 6 months; in the continental - 5 and 3 months. In the previous time period in the subarctic climate, the critical risk of cold injury is possible in winter; in October-November, March-May, it is moderate; in continental - moderate risk in October-April. Climate change reduced the risk of cold exposure: in the subarctic climate, the critical period decreased by 1 month and the moderate risk increased by 1 month, and moderate risk by 1 month (October-March), which increases the time of safe and safer work in open areas. ... Regional positive changes in reducing health risks during cold exposure to the body make the study of the impact of climate warming on the health of the population in other territories of the country actual.*

**Key words:** Krasnoyarsk Territory, physical factors of the external environment, subarctic and continental climates, risk of cold exposure.

**Citation:** Narutdinov D.A., Rakhmanov R.S., Bogomolova E.S., Razgulin S.A., Potekhina N.N. Health risk assessment by cold exposure indicators in area with different climate types. *Occupational health and human ecology.* 2021;3:109-123.

**Correspondence:** Rakhmanov Rofail Salykhovich, Professor of the Department of Hygiene of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "PIMU" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Doctor of Medical Sciences, Professor, e-mail: raf53@mail.ru

**Financing:** The study had no financial support.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflicts of interest.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10308>

Изменения климата прямым или косвенным способом могут влиять на здоровье человека [1, 2]. Наиболее значимо меняются температура атмосферного воздуха, которая в

мире возросла за 130 лет на 0,85°C, а в последние четверть века темпы глобального потепления ускорились, превысив 0,18°C за десятилетие [3].

Глобальное потепление может привести к ряду позитивных преимуществ: уменьшение числа случаев смерти в местах с умеренным климатом, рост производства пищевых продуктов в определенных районах. Однако в подавляющем большинстве случаев общие последствия изменения климата для здоровья будут негативными [4]. По оценке ВОЗ, изменение климата вызовет порядка 250 000 смертей дополнительно в год в период с 2030 по 2050 гг., 38 000 человек умрут из-за воздействия жары на престарелых, 48 000 — из-за диареи, 60 000 — из-за малярии и 95 000 — из-за детского недоедания [5]. Потепление окажет серьезное влияние на рост болезней, спровоцированных экстремальной жарой, сердечно-легочных болезней, пищевых инфекций, психических заболеваний, стресса [6, 7].

В связи с этим представляет интерес оценка изменения климата на человека не только в глобальном масштабе, но и на отдельных административных территориях России.

**Цель** – провести анализ физических факторов внешней среды на территориях с различными типами климата Красноярского края по периодам определения климатических норм, определить риск здоровью по показателям холодового воздействия.

**Материалы и методы.** Исследование провели на примере субарктического и континентального (умеренного пояса) климата. Данные получены из ФГБУ «Среднесибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» из метеоцентров, расположенных в районе г. Норильска (Таймырский филиал) и г. Красноярска (Опытное поле).

Провели сравнительный анализ средних помесечных показателей на открытой территории: температуры атмосферного воздуха (°C), скорости движения воздуха (ветра, м/с), относительной влажности (%), определенных в двух периодах климатических норм – 1961-1990 и 1991-2020 гг. [8, 9]. Определяли длительность теплого и холодного периодов года [10]. Для этого использовали данные последних десяти лет каждого периода: 1981-1990 и 2010-2019 гг.<sup>9</sup>

Риск здоровью оценивали по интегральному показателю условий охлаждения (обморожения), который определяет время безопасной работы на открытой территории. Он определялся по формуле:  $ИПУОО=34,654-0,4664 \times t_v + 0,6337 \times v$ , где  $t$  – температура воздуха, °C;  $v$  – скорость ветра, м/с [11]. Интерпретацию результатов осуществляли по следующим критериям:  $\leq 34$  – риск работы на открытой территории отсутствует;  $< 34 - \leq 47$  – риск умеренный;  $< 47 - \leq 57$  – риск критический;  $> 57$  – риск катастрофический<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.

<sup>10</sup> Методические рекомендации МР 2.2.7.2129-06. Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях.

Статистическую обработку провели с использованием компьютерной программы Statistica-6.1, определяли средние величины и ошибки средней ( $M \pm m$ ), достоверность различий определяли по t-критерию Стьюдента.

**Результаты.** Как показали результаты анализа температуры атмосферного воздуха в каждом периоде наблюдения теплый период года в условиях Красноярска длился 3 месяца (лето), в мае и сентябре в первом периоде температура колебалась от 8,3 до 13,3°C и от 8,0 до 10,4°C, во втором в эти месяцы – от 7,1 до 11,5°C. Холодный период длился с декабря по февраль (3 зимних месяца). В апреле и июне температура в последнем периоде наблюдения была достоверно выше, чем в предыдущем, соответственно на 4,0-3,9°C (рис. 1). В июле-октябре – выше на 0,7-0,8°C.

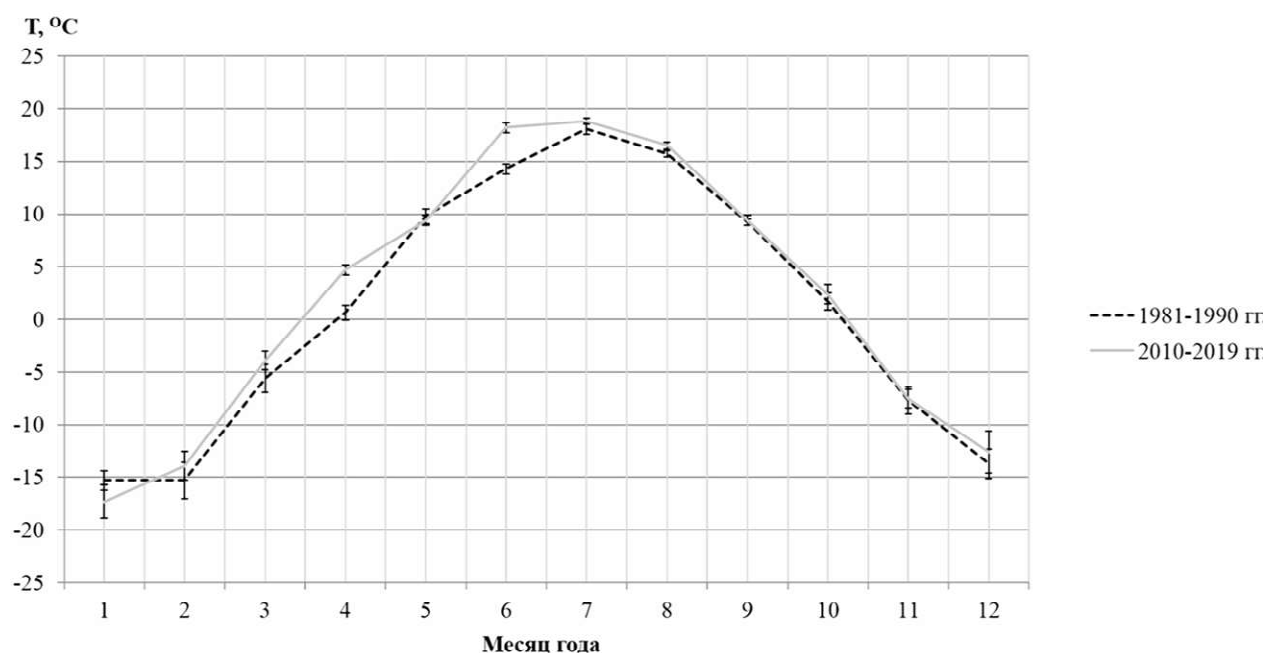


Рис. 1. Показатели температуры атмосферного воздуха в районе г. Красноярска по отрезкам наблюдения в периодах климатических норм

В районе г. Норильска теплый период года длился всего 3 месяца (летний период года), холодный – в первом периоде наблюдения 6 месяцев (ноябрь-апрель), во втором – 5 месяцев (ноябрь-март) (рис. 2).



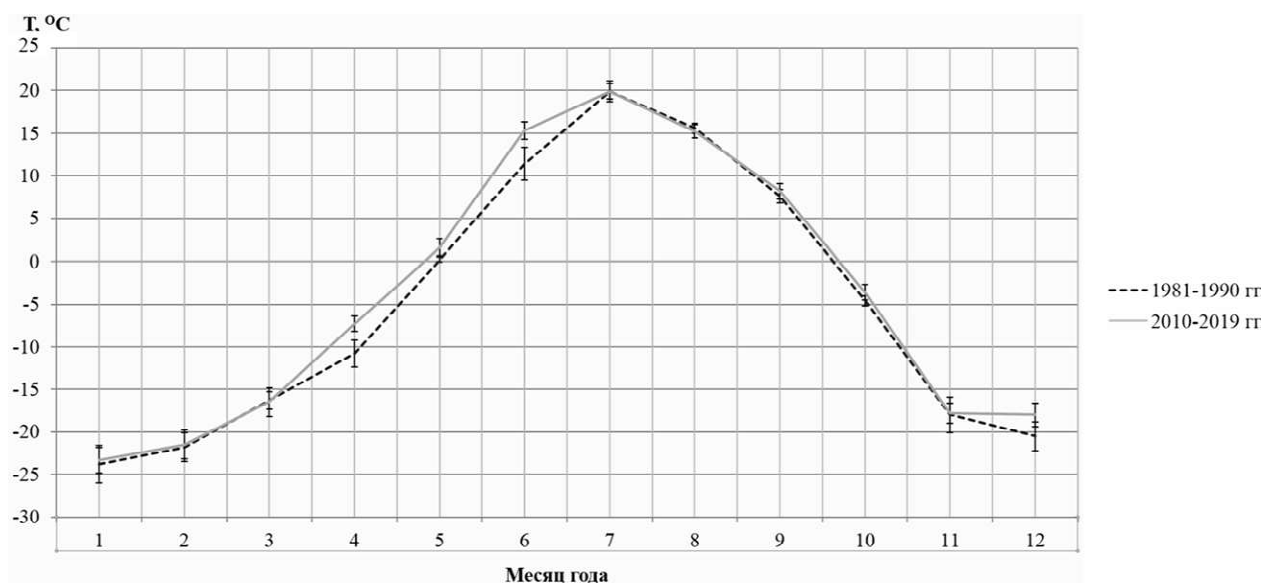


Рис. 2. Показатели температуры атмосферного воздуха в районе г. Норильска по отрезкам наблюдения в периодах климатических норм

В районе Красноярска по периодам наблюдения были определены изменения показателей влажности. В сентябре-мае относительная влажность во втором периоде наблюдения была выше по сравнению с показателями предыдущего периода наблюдения. При этом превышения достигали от 1,7 до 6,6%; в ноябре-марте различия имели существенные значения: ноябрь,  $p=0,012$ ; декабрь,  $p=0,023$ ; январь,  $p=0,05$ ; февраль,  $p=0,05$ ; март,  $p=0,042$  (рис. 3).

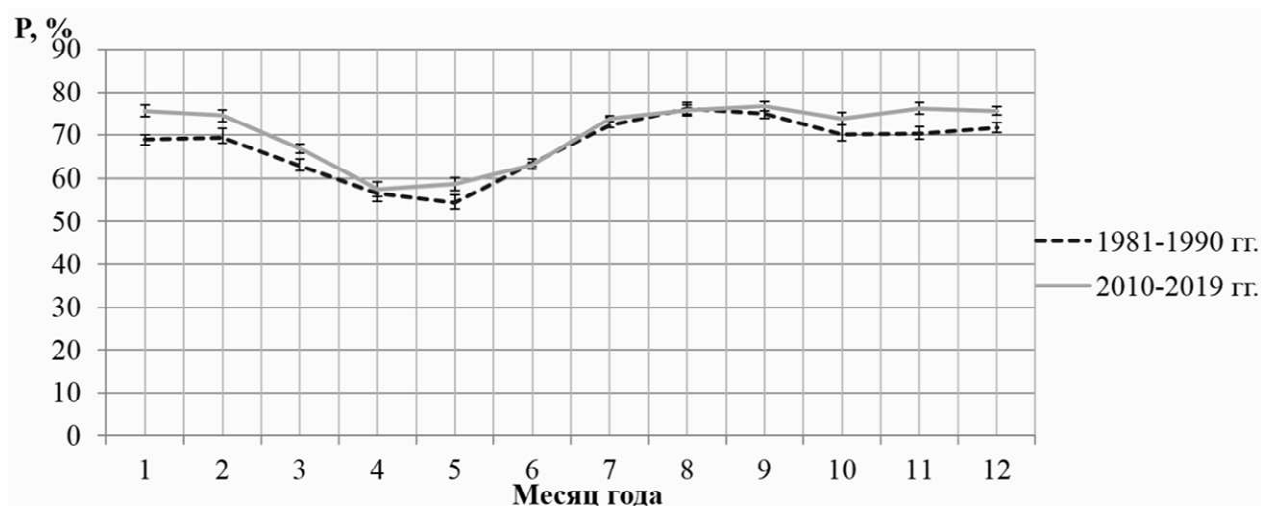


Рис. 3. Показатели относительной влажности воздуха в районе г. Красноярска по отрезкам наблюдения в периодах климатических норм

В районе Норильска изменений показателей относительной влажности по периодам наблюдения не было выявлено (рис. 4). Вместе с тем отмечена достаточно высокая влажность в осенний, зимний и весенний периоды.

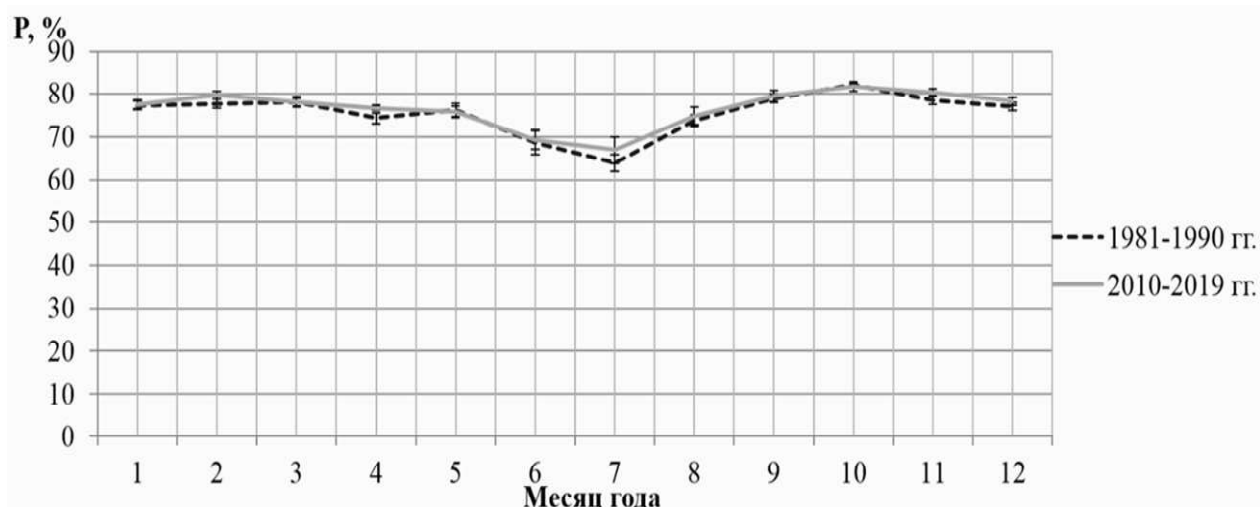


Рис. 4. Показатели относительной влажности воздуха в районе г. Норильска по отрезкам наблюдения в периодах климатических норм

В условиях умеренного континентального климата во втором периоде наблюдения отмечено значительное снижение скорости ветра во все месяцы, за исключением сентября (рис. 5). Снижение скорости ветра отмечено от 0,2 м/с (август,  $p=0,038$ ), 0,4 м/с (февраль,  $p=0,045$ ) до 1,0 м/с (ноябрь,  $p=0,001$ ). В остальные месяцы достоверное снижение скорости ветра составляло 0,6 м/с.

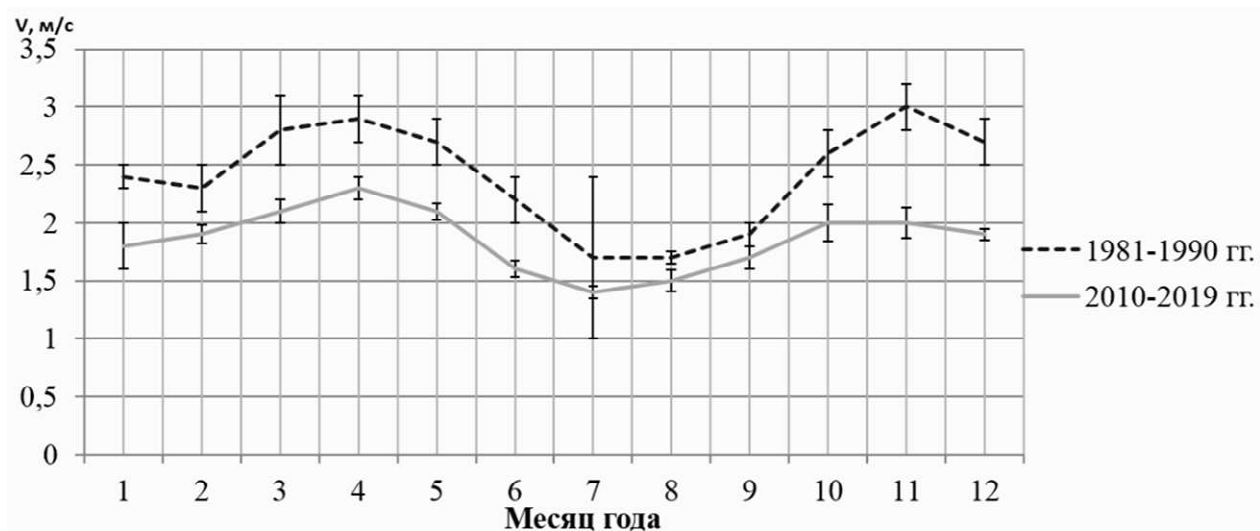


Рис. 5. Показатели скорости ветра в районе г. Красноярска по отрезкам наблюдения в периодах климатических норм

Обращают внимание достаточно высокие скорости ветра в условиях субарктического климата (рис. 6), среднемесячные значения которых достигали в первом периоде наблюдения 6,1 м/с и выше, во втором – 5. Отмечены значительные снижения скорости ветра по месяцам. Так, в апреле-декабре достоверное снижение скорости ветра достигало от 0,7 (август,  $p=0,015$ ) до 1,1 м/с (ноябрь,  $p=0,041$ ). В феврале-марте также скорость ветра была ниже, соответственно на 1,0 м/с, но эти изменения не носили достоверный характер ( $p=0,09$  и  $p=0,71$ ). Только в январе скорость ветра во втором периоде наблюдения не изменилась.

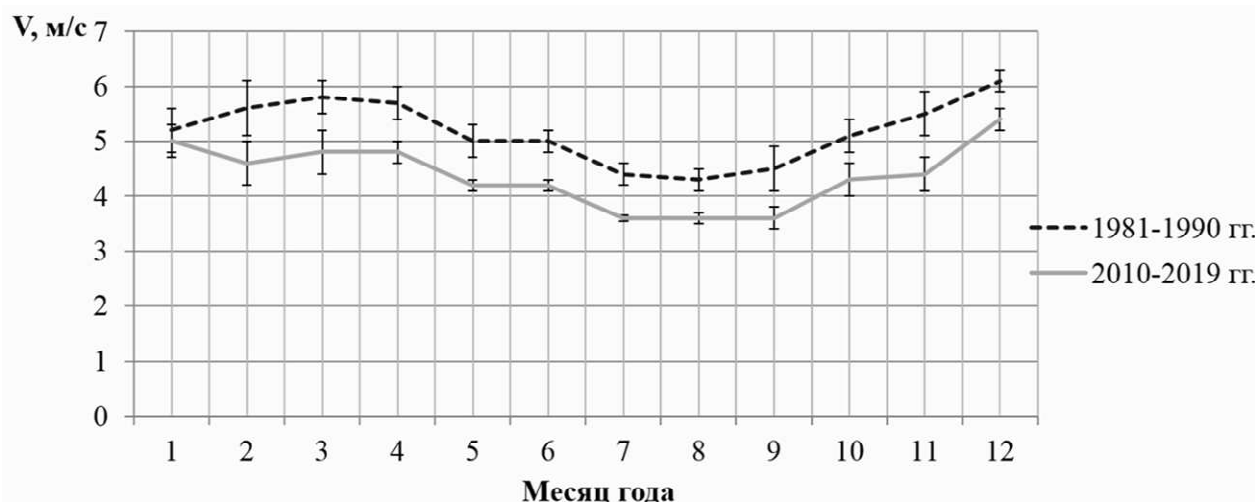


Рис. 6. Показатели скорости ветра в районе г. Норильска по отрезкам наблюдения в периодах климатических норм

При оценке влияния физических факторов внешней среды на организм по интегральному показателю условий охлаждения было отмечено, что в районе Красноярска в 1981-1990 гг. негативное влияние было возможно в октябре-апреле (в течение 7 месяцев). Определялся умеренный риск охлаждения организма (табл. 1). Во втором наблюдении период такого же умеренного риска охлаждения организма был короче на 1 месяц (октябрь-март). При этом цифровые значения ИПУОО во втором отрезке времени, за исключением января, были ниже предыдущих показателей.

Таблица 1

Среднемесячные значения ИПУОО в районе г. Красноярска по периодам наблюдения, ед.

№ п/п	Период наблюдения, гг	Месяц года											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1981- 1990	43,3 1	43,2 5	39,0 4	36,1 9	31,8	31, 4	27,3	28,4	31,5 7	35,5 1	40,1 5	42,75
2	2010- 2019	43,8 6	42,3 4	37,8	33,9 2	31,6	27, 18	26,7 7	27,9 1	31,3 5	34,8	40,9	41,74

Более суровые условия обитания были в субарктической зоне Красноярского края (табл. 2). В 1981-1990 и 2010-2019 гг. только в июне-сентябре отсутствовал риск охлаждения организма. В первом временном отрезке наблюдения умеренный риск охлаждения организма определялся в октябре-ноябре и марте-мае (5 месяцев), а в зимний период года – критический риск охлаждения. Во втором временном отрезке наблюдения период умеренного риска охлаждения организма увеличился с октября по декабрь (6 месяцев) и был такой же в марте-мае. Период критического риска обморожения организма уменьшился на 1 месяц: определялся только в январе-феврале зимнего сезона года.

Таблица 2

Среднемесячные значения ИПУОО в районе г. Норильска по периодам наблюдения, ед.

№ п/ п	Период наблюдения, гг.	Месяц года											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1981- 1990	49,05	48,3 7	45, 93	43, 3	37, 73	32, 51	28, 21	30, 1	33, 96	40, 03	46,5 3	48,08
2	2010- 2019	48,69	47,6	45, 4	41, 1	36, 57	30, 18	27, 65	29, 85	33, 11	39, 06	41,0 8	46,47

**Обсуждение результатов.** Многочисленными исследованиями доказано влияние на здоровье происходящего в настоящее время потепления климата, а также влияние волн жары или холода [10-22]. С целью своевременного принятия управленческих мер по профилактике негативного влияния изменений климата Правительством РФ подписан комплексный план реализации Климатической доктрины Российской Федерации на период до 2020 года. Среди мероприятий – проведение научных исследований погоды и климата, обеспечивающих оценку и прогнозирование связанных с изменением климата угроз национальной безопасности; оценка рисков и выгод для экономики страны и ее территории, а также способности адаптации к изменению климата; разработка методики расчета рисков и оценки ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения высокого риска<sup>11</sup>.

В настоящее время разработаны рекомендации по оценке риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска, экономической оценке рисков для здоровья при воздействии факторов среды обитания. Вместе с тем региональные проблемы состояния климата изучены недостаточно. Научные изыскания сосредоточены на изучении погодноклиматических условий, связанных с изменением температурного фактора<sup>12</sup>.

Примененный в нашем исследовании методический подход сравнительного анализа состояния физических факторов по периодам установления климатических норм, с одной стороны, дал возможность оценить происходящие изменения как каждого фактора в отдельности, так и климата в динамике многолетнего наблюдения, с другой – оценить риск здоровью при работах на открытой территории и определить время непрерывного пребывания на холоде человека в комплекте индивидуальных средств защиты от холода.

Всемирной метеорологической организацией предложены градации единого 30-летнего периода для оценки климатических норм: первый установленный ВМО период для оценки норм – 1931-1960 гг., второй – 1961-1990 гг. и третий – 1991-2020 гг. [8, 9]. В нашем случае анализ состояния физических факторов в последние десятилетия второго и третьего периодов позволил ответить на вопрос: происходят ли изменения климата, как в целом, так и по отдельным параметрам, на территориях с различными типами климата.

Как оказалось, в третьем периоде установления климатических норм произошло изменение всех трех оцениваемых физических параметров внешней среды: и температуры

---

<sup>11</sup>Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2011 г. N 730р "Об утверждении Комплексного плана реализации Климатической доктрины Российской Федерации на период до 2020 года".

<sup>12</sup> МР 2.1.10.0057-12. 2.1.10. Состояние здоровья населения в связи с состоянием окружающей среды и условиями проживания населения. Оценка риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска.

МР 5.1.0029-11. Методические рекомендации к экономической оценке рисков для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания.

МР 5.1.0030-11. Методические рекомендации к экономической оценке и обоснованию решений в области управления риском для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания.

атмосферного воздуха, и скорости его движения, и влажности. В умеренном континентальном климате отмечено достоверное повышение температуры воздуха в апреле-июне, в июле-октябре – до 0,8°C. Произошло увлажнение воздуха в сентябре-мае, относительная влажность увеличивалась до 6,6% ( $p=0,001$ ). В 11 месяцах года скорость ветра была достоверно ниже, чем в сравниваемый предыдущий период определения климатических норм. В субарктическом типе климата также отмечено изменение температуры, но только в апреле-июне. Влажность воздуха практически не изменилась, оставаясь повышенной 10 месяцев в году. Скорость ветра, как и в условиях умеренного климата, уменьшилась: за исключением одного месяца в году уменьшение достигало 1,1 м/с<sup>13</sup>.

Комплексная оценка влияния на человека температуры и скорости ветра по ИПУОО показала, что в умеренном климате в третьем периоде определения климатических норм риск здоровью при нахождении на открытой территории сократился на 1 месяц, а в остальные 6 месяцев в году регистрировался умеренный риск холодовой травмы. В субарктическом типе климата также отмечено снижение риска холодового воздействия за счет критического варианта, произошло увеличение периода умеренного риска на 1 месяц, хотя длительность сезона влияния экстремальных воздействий не сократилась.

Таким образом, изменение трех физических показателей внешней среды отмечено в умеренном континентальном климате, в субарктическом – только двух. При этом температура внешней среды возрастала, скорость движения воздуха уменьшалась. В континентальном климате, кроме того, увеличилась влажность воздуха. Произошедшие изменения климата отразились на снижении риска холодового воздействия на организм, что сказывается на продолжительности безопасного и менее безопасного времени работ на открытой территории.

С другой стороны, потепление представляет определенную эпидемиологическую опасность, которое впоследствии может привести к росту инфекционных и паразитарных заболеваний, ухудшению условий проживания населения, состояния здоровья и традиционного природопользования коренных народов Севера, деградации вечной мерзлоты [23, 24]. Как полагают другие авторы, необходимы дальнейшие исследования для всестороннего понимания воздействия изменения климата на здоровье в различных регионах [25].

## **Выводы**

1. В субарктическом и умеренном континентальном климате Красноярского края в завершающее десятилетие периода установления климатических норм 1991-2020 гг. по сравнению с периодом 1981-1990 гг. выявлено: повышение температуры атмосферного воздуха в субарктическом и умеренном континентальном климате в апреле-июне и апреле-октябре соответственно; уменьшение скорости движения воздуха на протяжении

---

<sup>13</sup> МР 2.2.7.2129-06. Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях.

11 месяцев в году В континентальном климате возросла влажность воздуха в течение 10 месяцев в году.

2. Изменение погодно-климатических условий снизило риск холодового воздействия на организм: в субарктическом климате на 1 месяц сократился период критического риска (при сохранении общей продолжительности периода), в умеренном - на 1 месяц период умеренного риска холодовой травмы, что увеличивает время безопасной и более безопасной работы на открытой территории.
3. Региональные позитивные изменения снижения риска здоровью при холодовом воздействии на организм в субарктическом и континентальном климате Красноярского края актуализируют изучение влияния потепления климата на здоровье населения на других климатических территориях страны.

#### Список литературы:

1. Говорушко С.М. Влияние погодно-климатических условий на биосферный процесс. Геофизические процессы и биосфера. 2012; 11(11): 5-24.
2. Ревич Б.А., Шапошников Д.А. Особенности воздействия волн жары и холода на смертность в городах с резко континентальным климатом. Сибирское медицинское обозрение. 2017;2: 84–90.
3. IPCC. Summary for Policymakers. In: Edenhofer O, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B., Kriemann JS, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx editors. Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.: Cambridge University Press. 2014.
4. Climate change and health. WHO. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>.
5. WHO. Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s. Geneva: World Health Organization. 2014.
6. Balbus J.A., Crimmins J.L., Gamble D.R., Easterling K.E., Kunkel S., Saha, Sarofim. M.C.Ch. 1: Introduction: Climate Change and Human Health. The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment. 2016: 25–42.
7. Martina S Ragettli, Martin Rösli. Heat-health action plans to prevent heat-related deaths-experiences from Switzerland. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz. 2019. Vol. 62(5): 605-611. doi: 10.1007/s00103-019-02928-8.
8. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Динамические климатические нормы температуры воздуха. Метеорология и гидрология. 2012;12: 5-18.
9. Груза Г. В. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата России: температура воздуха. М.: ИГКЭ Росгидромета и РАН. 2012.

10. Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Подольная М.А., Харьковская Т.Л., Кваша Е.А. Волны жары в южных городах европейской части России как фактор риска преждевременной смертности населения. Проблемы прогнозирования. 2015; 2: 56–67.
11. Кнауб Р.В., Игнатъева А.В. Оценка энергетических последствий заболеваемости и смертности людей от климатических изменений на территории Томской области России. Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). 2015; 48: 466-87.
12. Веремчук Л.В., Челнокова Б.И. Влияние природно-экологических условий на качество среды обитания человека в Приморском крае. Здоровье населения и среда обитания. 2013;2: 4-6.
13. Веремчук Л.В., Минеева Е.Е., Виткина Т.И., Гвозденко Т.А. Влияние климата на функцию внешнего дыхания здорового населения г. Владивостока и больных с бронхолегочной патологией. Гигиена и санитария. 2018; 97 (5): 418-42.
14. Ворошилова И.И., Радченкова И.В. Влияние климатических факторов на здоровье молодых людей, проживающих в условиях центра и юга Сибири. Успехи современного естествознания. 2013; 5: 142-3.
15. Григорьева Е.А., Кирьянцева Л.П. Погодные условия как фактор риска развития болезней органов дыхания населения и меры по их профилактике на примере студенческой молодежи. Бюллетень. 2014; 51: 62-8.
16. Диханова З.А., Мухаметжанова З.Т., Исакова А.К., Алтаева Б.Ж., Мукашева Б.Г. Влияние климата на организм человека. Гигиена труда и медицинская экология. 2017;1 (54): 11-6.
17. Уянаева А. И., Тупицына Ю. Ю., Рассулова М. А., Турова Е. А., Львова Н. В., Айрапетова Н. С. Влияние климата и погоды на механизмы формирования повышенной метеочувствительности. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016; 93 (5): 52-7.
18. Шартова Н.В., Шапошников Д.А., Константинов П.И., Ревич Б.А. Определение порогов температурно-зависимой смертности на основе универсального индекса теплового комфорта – UTCI. Анализ риска здоровью. 2019; 3:83-93. DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.10.
19. Green H., Bailey J., Schwarz L., Vanos J., Ebi, K., & Benmarhnia T. Impact of heat on mortality and morbidity in low and middle income countries: A review of the epidemiological evidence and considerations for future research. Environmental Res. 2019; 171: 80–91. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.01.010>.
20. Gu S., Zhang L., Sun S., Wang X., Lu B., Han H., Wang A. Projections of temperature-related cause-specific mortality under climate change scenarios in a coastal city of China. Environment International. 2020.143, 105889. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105889>.
21. Son, J.-Y., Liu, J. C., & Bell, M. L. Temperature-related mortality: a systematic review and investigation of effect modifiers. Environmental Research Letters. 2019. 14 (7): 73004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab1cdb>.
22. Benmarhnia T., Schwarz L., Nori-Sarma A., & Bell M. L. Quantifying the impact of changing the threshold of New York City heat emergency plan in reducing heat-related illnesses.



Environmental Research Letters. 2019; 14 (11): 114006. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab402e>.

23. Катцов В.М., Порфирьев Б.Н. Климатические изменения в Арктике: Последствия для окружающей среды и экономики. Арктика: Экология и экономика. 2012;11: 66-79.
24. Gu S., Zhang L., Sun S., Wan X., Lu B., Han H., Wang A. Projections of temperature-related cause-specific mortality under climate change scenarios in a coastal city of China. Environment International. 2020;143:105889. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105889>.
25. Ferreira L. de C. M., Nogueira M. C., Pereira R. V. de B., de Farias, W. C. M. Rodrigues M. M. de S., Teixeira M. T. B., & Carvalho M. S. Ambient temperature and mortality due to acute myocardial infarction in Brazil: an ecological study of time-series analyses. Scientific Reports. 2019; 9 (1):13790. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50235-8>.

## REFERENCES

1. Govorushko S.M. The influence of weather and climatic conditions on the biosphere process. Geophysical Processes and the Biosphere, 2012;11 (11): 5-24 (in Russian).
2. Revich B.A., Shaposhnikov D.A. Influence features of cold and heat waves to the population mortality - the city with sharply continental climate. Siberian Medical Review. 2017; 2: 84–90 (in Russian).
3. PCC. Summary for Policymakers. In: Edenhofer O, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B., Kriemann JS, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx editors. Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.: Cambridge University Press, 2014.
4. Climate change and health. WHO. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>.
5. WHO. Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s. Geneva: World Health Organization, 2014.
6. Balbus J.A., Crimmins J.L., Gamble D.R., Easterling K.E., Kunkel S., Saha, Sarofim. M.C.Ch. 1: Introduction: Climate Change and Human Health. The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment, 2016: 25–42.
7. Martina S Ragettli, Martin Rööfli. Heat-health action plans to prevent heat-related deaths-experiences from Switzerland. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 2019; 62 (5): 605-11. doi: 10.1007/s00103-019-02928-8.
8. Gruza G.V., Rankova E.Ya. Dynamic climatic norms of air temperature. Meteorology and Hydrology, 2012; 12: 5-18.
9. Gruza G. V. Observed and expected climate changes in Russia: air temperature. Moscow: IGKE Roshydromet and RAS, 2012.

10. Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Podolnaya M.A., Kharkova T.L., Kvasha E.A. Heat waves in southern cities of European Russia as a risk factor for premature mortality. Forecasting problems, 2015; 2: 56–67 (in Russian).
11. Knaub R.V., Ignatieva A.V. Assessment of the energy consequences of human morbidity and mortality from climate change in the Tomsk region of Russia. Contemporary studies of social problems (electronic scientific journal), 2015;4 (48): 466-87 (in Russian).
12. Veremchuk L.V., Chelnokova B.I. Influence of natural and ecological conditions on the quality of human habitat in the Primorsky Territory. Public health and habitat, 2013; 2: 4-6 (in Russian).
13. Veremchuk L.V., Mineeva E.E., Vitkina T.I., Gvozdenko T.A. The influence of climate on the function of external respiration of the healthy population of Vladivostok and patients with bronchopulmonary pathology. Hygiene and sanitation, 2018; 97 (5): 418-42 (in Russian).
14. Voroshilova I.I., Radchenkova I.V. The influence of climatic factors on the health of young people living in the center and south of Siberia. Advances in modern natural science, 2013; 5 :142-3.
15. Grigorieva E.A., Kiryantseva L.P. Weather conditions as a risk factor for the development of respiratory diseases of the population and measures for their prevention on the example of student youth. Bulletin, 2014;5: 62-8 (in Russian).
16. Dikhanova Z.A., Mukhametzhanova Z.T., Iskakova A.K., Altayeva B.Zh., Mukasheva B.G. The influence of climate on the human body. Occupational health and medical ecology, 2017; 1 (54):11-6 (in Russian).
17. Uyanaeva A.I., Tupitsyna Yu.Yu., Rassulova M.A., Turova E.A., Lvova N.V., Airapetova N.S. Influence of climate and weather on the mechanisms of formation of increased meteorological sensitivity. Questions of balneology, physiotherapy and physical therapy, 2016; 93 (5): 52-7(in Russian).
18. Shartova N.V., Shaposhnikov D.A., Konstantinov P.I., Revich B.A. Determination of thresholds for temperature-dependent mortality based on the universal thermal comfort index - UTCI. Health risk analysis, 2019; 3: 83-3(in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.10.
19. Green H., Bailey J., Schwarz L., Vanos J., Ebi K., & Benmarhnia T. Impact of heat on mortality and morbidity in low and middle income countries: A review of the epidemiological evidence and considerations for future research. Environmental Research, 2019;71:80–91. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.01.010>.
20. Gu S., Zhang L., Sun S., Wang X., Lu B., Han H., Wang A. Projections of temperature-related cause-specific mortality under climate change scenarios in a coastal city of China. Environment International, 2020;143:105889. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105889>.
21. Son J.-Y., Liu J. C., & Bell M. L. (2019). Temperature-related mortality: a systematic review and investigation of effect modifiers. Environmental Research Letters, 2019;14 (7): 73004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab1cdb>.
22. Benmarhnia T., Schwarz L., Nori-Sarma A., & Bell M. L. (2019). Quantifying the impact of changing the threshold of New York City heat emergency plan in reducing heat-related

- illnesses. *Environmental Research Letters*, 2019;14:11: 114006. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab402e>
23. Kattsov V.M., Porfiriev B.N. Climate Change in the Arctic: Implications for the Environment and the Economy. *Arctic: Ecology and Economics*, 2012; 11: 66-9 (in Russian).
24. Gu S., Zhang L., Sun S., Wang X., Lu B., Han H., Wang, A. Projections of temperature-related cause-specific mortality under climate change scenarios in a coastal city of China. *Environment International*, 2020;143:105889. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105889>.
25. Ferreira L. de C. M., Nogueira M. C., Pereira, R. V. de B., de Farias W. C. M., Rodrigues M. M. de S., Teixeira M. T. B., & Carvalho, M. S. (2019). Ambient temperature and mortality due to acute myocardial infarction in Brazil: an ecological study of time-series analyses. *Scientific Reports*, 2019;9(1):13790. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50235-8>.

Поступила/Received: 06.09.2021

Принята в печать/Accepted: 07.09.2021.

УДК 604.6:663.81

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОКОВОЙ ПРОДУКЦИИ НА СОДЕРЖАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ

Мухаммадиева Г.Ф., Бакиров А.Б., Кудояров Э.Р., Валова Я.В., Зиятдинова М.М., Каримов Д.О., Даукаев Р.А.

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

*В данной статье представлены результаты исследования соковой продукции отечественного производства на наличие генетически модифицированных компонентов. Объектами анализа выбраны соки, нектары, сокосодержащие напитки и морсы различных торговых марок. Содержание генетически модифицированных организмов определяли методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени на амплификаторе CFX96 (Bio-Rad, США) с использованием коммерческих наборов реагентов. На основании проведенных исследований установлено, что в анализируемых образцах соковой продукции отечественного производства генетически модифицированные компоненты отсутствуют. Полученные данные подтверждают соответствие реализуемой соковой продукции требованиям нормативных документов, регламентирующих содержание генетически модифицированных организмов в пищевой продукции.*

**Ключевые слова:** соковая продукция, генетически модифицированные организмы, растительная ДНК, полимеразная цепная реакция.

**Для цитирования:** Мухаммадиева Г.Ф., Бакиров А.Б., Кудояров Э.Р., Валова Я.В., Зиятдинова М.М., Каримов Д.О., Даукаев Р.А. Исследование соковой продукции на содержание генетически модифицированных ингредиентов. Медицина труда и экология человека. 2021;3:124-131.

**Для корреспонденции:** Мухаммадиева Гузель Фанисовна, старший научный сотрудник отдела токсикологии и генетики с экспериментальной клиникой лабораторных животных ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», кандидат биологических наук, e-mail: [ufniimt@mail.ru](mailto:ufniimt@mail.ru).

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10309>

## STUDY OF JUICE PRODUCTS FOR THE CONCENTRATION OF GENETICALLY MODIFIED INGREDIENTS

Mukhammadieva G.F., Bakirov A.B., Kudoyarov E.R., Valova Ya.V.,  
Ziatdinova M.M., Karimov D.O., Daukaev R.A.

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

*This article focuses on the results of a study on domestic juice products for the presence of genetically modified components. The objects of analysis included juices, nectars, juice drinks and fruit drinks of various brands. The concentration of genetically modified organisms was determined by the polymerase chain reaction method in real time on a CFX96 amplifier (Bio-Rad, USA) using commercial reagent kits. The study has shown the absence of genetically modified components in juice products of domestic production. The data obtained confirm the compliance of the sold juice products with the requirements of regulatory documents regulating the concentration of genetically modified organisms in food products.*

**Keywords:** *juice products, genetically modified organisms, plant DNA, polymerase chain reaction.*

**Citation:** *Mukhammadieva G.F., Bakirov A.B., Kudoyarov E.R., Valova Ya.V., Ziatdinova M.M., Karimov D.O., Daukaev R.A. Study of juice products for the concentration of genetically modified ingredients. Occupational health and human ecology. 2021; 3: 124-131.*

**Correspondence:** *Guzel F. Mukhammadieva, Senior Researcher at the Department of Toxicology and Genetics with an Experimental Clinic of Laboratory Animals of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Cand. Sc. (Biology), e-mail: ufniimt@mail.ru.*

**Financing.** *The study had no financial support.*

**Conflict of interests.** *The authors declare no conflict of interests.*

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10309>

Соковая продукция представлена на потребительском рынке широким ассортиментом различных торговых марок и производителей разных ценовых сегментов. В соответствии с Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 023/2011 «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей» к соковой продукции относят: соки, нектары, сокосодержащие напитки и морсы [1]. Являясь неотъемлемой частью питания, данные продукты достаточно популярны среди потребителей. Поскольку при изготовлении соковой продукции используются фрукты, ягоды и овощи, считается, что ее потребление помогает получить необходимый комплекс витаминов и минералов [2-4]. В последнее время в Российской Федерации отмечаются колебания объемов производства соковой продукции на фоне экономического кризиса [5-8].

С каждым годом в мире увеличивается производство новых генетически модифицированных сортов растений. Благодаря генетической модификации растения приобретают устойчивость к вредителям и болезням, а также к неблагоприятным природно-климатическим факторам [9-12]. Так, в США апельсиновые деревья уничтожаются неизлечимой бактериальной инфекцией, известной как Хуанлунбин (HLB) или «озеленение цитрусовых». Одним из самых эффективных способов сохранения цитрусовой индустрии Флориды и большей части производства апельсинового сока в стране является создание с помощью генной инженерии устойчивого вида деревьев [13, 14]. Для получения новых генетически модифицированных сортов цитрусовых используются различные биотехнологические методы [15-17].

На территории Российской Федерации запрещено выращивание и разведение генетически модифицированных растений, однако разрешен ввоз генетически модифицированной продукции и продукции, полученной с их применением, за исключением специализированного детского питания. Всего в нашей стране допущено к использованию для пищевых целей 27 генетически модифицированных линий 4 видов растений [18]. При этом в мире зарегистрировано уже более 400 линий генетически модифицированных культур [19]. Для приготовления соковой продукции в России в основном используется импортное сырье, что обусловлено климатическими условиями, при которых выращивание большинства фруктов является затруднительным на территории страны. В связи с этим существует возможность попадания генетически модифицированных компонентов в отечественную соковую продукцию. Вместе с тем некоторые производители не указывают наличие генетически модифицированных ингредиентов в составе продукции.

**Целью** данной работы является исследование соковой продукции отечественного производства на наличие генетически модифицированных компонентов.

**Материалы и методы.** Объектами для проведения исследований послужили 56 образцов соковой продукции разных производителей, среди которых 7 соков, 30 нектаров, 10 сокосодержащих напитков и 9 морсов. Из них 64,3% были разрешены для детского питания.

Экстракцию ДНК из исследуемых образцов проводили с использованием набора реагентов «МагноПрайм ФИТО» (ООО «НекстБио», Россия), предназначенного для выделения ДНК из сырья и продуктов растительного происхождения. Наличие генетически модифицированных организмов в соковой продукции подтверждалось методом полимеразной цепной реакции с гибридизационно-флуоресцентной детекцией продуктов реакции на амплификаторе CFX96 (Bio-Rad, США) в режиме реального времени. Для выявления последовательности ДНК гена, специфичного для растительного генома, промоторов 35S, FMV и терминатора NOS использовали набор «АмплиСенс ГМ Плант-1-FL» (ФГУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия), а для количественного определения промотора 35S и обнаружения последовательности ДНК гена, специфичного для генома сои – комплект реагентов «АмплиКвант ГМ соя-FL» (ФГУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора, Россия). Для амплификации применяли следующую программу: 95°C – 15 мин, один цикл; 95°C – 15 с, 59°C – 1 мин, 42 цикла. Непосредственно в ходе полимеразной цепной реакции осуществляли регистрацию флуоресцентного сигнала, уровень которого пропорционален количеству ДНК в исследуемом образце. При флуоресцентной детекции специфических последовательностей использовали флуорофоры FAM, HEX, ROX и Cy5. По окончании амплификации проводили учет результатов по каждому каналу детекции с помощью программного обеспечения прибора CFX96. Результаты исследования интерпретировали на основании наличия (или отсутствия) пересечения кривой флуоресценции с установленной на соответствующем уровне пороговой линией, что определяет наличие (или отсутствие) для данной пробы значения порогового цикла Ct. Результаты исследования считались достоверными только в случае получения правильных результатов для контролей этапов экстракции и амплификации ДНК.

**Результаты.** Проведено исследование 56 проб соковой продукции отечественного производства на выявление генетически модифицированных источников растительного происхождения. Ни в одном из анализируемых образцов не было обнаружено регуляторных последовательностей 35S, FMV и NOS. Значения пороговых циклов по каналам для флуорофоров FAM, Cy5 и ROX не были определены, что указывает на отсутствие генетически измененных компонентов в исследуемых пробах. При этом в 16,7% проанализированных проб была выявлена растительная ДНК. Среди них 50,0% составили соки, 16,7% - нектары, 16,7% - сокосодержащие напитки и 16,7% - морсы. На рисунке приведены кривые накопления флуоресцентного сигнала по каналу для флуорофора HEX, свидетельствующему о накоплении продуктов амплификации фрагментов растительной ДНК (рис. 1).

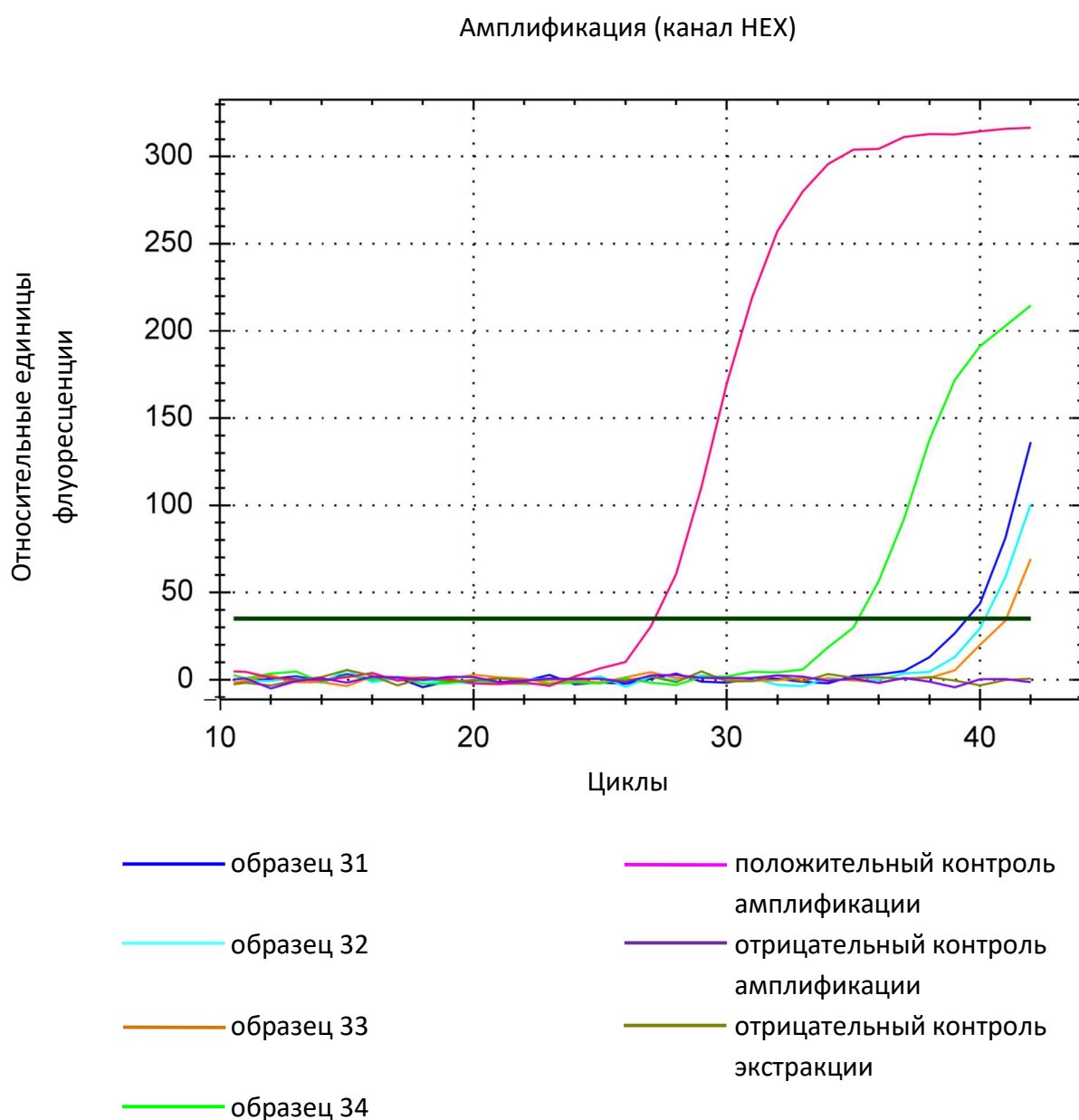


Рис. 1. Кривые накопления флуоресцентного сигнала по каналу для флуорофора HEX

Все исследуемые образцы были также проанализированы на наличие последовательности ДНК гена, специфичного для генома сои. Ни в одной из проб соковой продукции обнаружить присутствие ДНК сои не удалось.

**Обсуждение.** Вопрос о безопасности применения генетически модифицированных организмов пока остается открытым [20]. Тем не менее результаты данного исследования свидетельствуют о добросовестности производителей анализируемой продукции. Следует отметить, что в настоящее время введен запрет на использование продуктов, полученных с использованием генетически модифицированных организмов, в детском питании, в том числе и в детских соках [1, 21]. При этом во всех проверенных пробах соковой продукции для детского питания отсутствовали генетически модифицированные ингредиенты. Таким образом, исследованная продукция по содержанию генно-модифицированных организмов соответствует требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 023/2011 «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей» [1].

**Заключение.** В результате проведенных исследований генетически модифицированные компоненты в соковой продукции отечественного производства не обнаружены. Исходя из этих данных, можно сделать вывод о том, что все исследуемые образцы отвечают требованиям действующего российского законодательства, регулирующего содержание генетически модифицированных организмов в пищевой продукции.

#### Список литературы:

1. ТР ТС 023/2011. Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей: технический регламент Таможенного союза [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320562?section> (дата обращения: 16.08.2021).
2. Маюрникова Л.А., Ремизов С.В. Анализ и направления развития сокового производства в России. Ползуновский вестник. 2012; 2(2): 93-97.
3. Бельмер С.В. Соки в питании ребенка и взрослого человека: значение для здоровья. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2016; 61(4): 43-48.
4. Кенийз Н.В., Варивода А.А. Биологически активные компоненты в питании человека за счет потребления соков и напитков. Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2020; 6(65): 50-55.
5. Зайцева О.В., Семакова С.А. Оценка состояния внутреннего рынка соковой продукции. Экономические исследования и разработки. 2019; 3: 23-30.
6. Чеховская И.А., Коблова С.А. Основные тенденции развития рынка соковой продукции в России. Научно-практические исследования. 2020; 5-2(28): 123-128.
7. Анализ рынка соков и нектаров в России в 2015-2019 гг., оценка влияния коронавируса и прогноз на 2020-2024 гг. М.: BusinesStat; 2021: 129.
8. Исследование рынка соков и нектаров за 2015-2021 гг. Прогноз на 2021-2025 гг. М.: ТК Solutions; 2021: 40.



9. Bailey-Serres J., Parker J.E., Ainsworth E.A., Oldroyd G.E.D., Schroeder J.I. Genetic strategies for improving crop yields. *Nature*. 2019; 575(7781): 109-118. doi: 10.1038/s41586-019-1679-0.
10. Dong O.X., Ronald P.C. Genetic Engineering for Disease Resistance in Plants: Recent Progress and Future Perspectives. *Plant Physiol*. 2019; 180(1): 26-38. doi: 10.1104/pp.18.01224.
11. Kumar K., Gambhir G., Dass A., Tripathi A.K., Singh A., Jha A.K. et al. Genetically modified crops: current status and future prospects. *Planta*. 2020; 251(4): 91. doi: 10.1007/s00425-020-03372-8.
12. van Esse H.P., Reuber T.L., van der Does D. Genetic modification to improve disease resistance in crops. *New Phytol*. 2020; 225(1): 70-86. doi: 10.1111/nph.15967.
13. Dutt M., Barthe G., Irely M., Grosser J. Correction: Transgenic Citrus Expressing an Arabidopsis NPR1 Gene Exhibit Enhanced Resistance against Huanglongbing (HLB; Citrus Greening). *PLoS One*. 2016; 11(1): e0147657. doi: 10.1371/journal.pone.0147657.
14. Ying X., Redfern B., Gmitter F.G. Jr., Deng Z. Heterologous Expression of the Constitutive Disease Resistance 2 and 8 Genes from *Poncirus trifoliata* Restored the Hypersensitive Response and Resistance of Arabidopsis *cd1* Mutant to Bacterial Pathogen *Pseudomonas syringae*. *Plants (Basel)*. 2020; 9(7): 821. doi: 10.3390/plants9070821.
15. Sun L; Nasrullah, Ke F., Nie Z., Wang P., Xu J. Citrus Genetic Engineering for Disease Resistance: Past, Present and Future. *Int J Mol Sci*. 2019; 20(21): 5256. doi: 10.3390/ijms20215256.
16. Soares J.M., Tanwir S.E., Grosser J.W., Dutt M. Development of genetically modified citrus plants for the control of citrus canker and huanglongbing. *Tropical Plant Pathology*. 2020; 45: 237-250.
17. Alquézar B., Carmona L., Bennici S., Peña L. Engineering of citrus to obtain huanglongbing resistance. *Curr Opin Biotechnol*. 2021; 70: 196-203. doi: 10.1016/j.copbio.2021.06.003.
18. База данных ГМО: ГенБит [Электронный ресурс] – URL: <https://www.genbitgroup.com/ru/gmo/gmodatabase> (дата обращения: 12.08.2021).
19. GM Approval Database: ISAAA [Электронный ресурс] – URL: <https://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/default.asp> (дата обращения: 13.08.2021).
20. Тышко Н.В., Садыкова Э.О., Шестакова С.И., Аксюк И.Н. Новые источники пищи: от генно-инженерно-модифицированных организмов к расширению биоресурсной базы России. *Вопросы питания*. 2020; 89(4): 100-109. doi: 10.24411/0042-8833-2020-10046.
21. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции (с изменениями на 8 августа 2019 года): технический регламент Таможенного союза [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения: 16.08.2021).

#### References:

1. TR CU 023/2011. Technical regulations for fruit and vegetable juice products: technical regulations of the Customs Union. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/902320562?section>.

2. Mayurnikova L.A., Remizov S.V. Analysis and trends of development of juice production in Russia. *Polzunovsky Vestnik*. 2012; 2 (2): 93-97.
3. Belmer S.V. Juices in the nutrition of children and adults: their importance for health. *Russian Vestnik of Perinatology and Pediatrics*. 2016; 61 (4): 43-48.
4. Keniyz N.V., Varivoda A.A. Biologically active components in human nutrition due to the consumption of juices and drinks. *Technology and commodity research of innovative food products*. 2020; 6 (65): 50-55.
5. Zaitseva O.V., Semakova S.A. Assessment of the state of the domestic market for juice products. *Economic research and development*. 2019; 3: 23-30.
6. Chekhovskaya I.A., Koblova S.A. The main trends in the development of the market for juice products in Russia. *Scientific and practical research*. 2020; 5-2 (28): 123-128.
7. Analysis of the market for juices and nectars in Russia for 2015-2019, assessment of the impact of coronavirus and forecast for 2020-2024. Moscow: *BusinesStat*; 2021: 129.
8. Studies on the market of juices and nectars for 2015-2021. Forecast for 2021-2025. Moscow: *TK Solutions*; 2021: 40.
9. Bailey-Serres J., Parker J.E., Ainsworth E.A., Oldroyd G.E.D., Schroeder J.I. Genetic strategies for improving crop yields. *Nature*. 2019; 575(7781): 109-118. doi: 10.1038/s41586-019-1679-0.
10. Dong O.X., Ronald P.C. Genetic Engineering for Disease Resistance in Plants: Recent Progress and Future Perspectives. *Plant Physiol*. 2019; 180(1): 26-38. doi: 10.1104/pp.18.01224.
11. Kumar K., Gambhir G., Dass A., Tripathi A.K., Singh A., Jha A.K. et al. Genetically modified crops: current status and future prospects. *Planta*. 2020; 251(4): 91. doi: 10.1007/s00425-020-03372-8.
12. vanEsse H.P., Reuber T.L., van der Does D. Genetic modification to improve disease resistance in crops. *New Phytol*. 2020; 225(1): 70-86. doi: 10.1111/nph.15967.
13. Dutt M., Barthe G., Irely M., Grosser J. Correction: Transgenic Citrus Expressing an Arabidopsis NPR1 Gene Exhibit Enhanced Resistance against Huanglongbing (HLB; Citrus Greening). *PLoS One*. 2016; 11(1): e0147657. doi: 10.1371/journal.pone.0147657.
14. Ying X., Redfern B., Gmitter F.G. Jr., Deng Z. Heterologous Expression of the Constitutive Disease Resistance 2 and 8 Genes from *Poncirus trifoliata* Restored the Hypersensitive Response and Resistance of Arabidopsis *cd1* Mutant to Bacterial Pathogen *Pseudomonas syringae*. *Plants (Basel)*. 2020; 9(7): 821. doi: 10.3390/plants9070821.
15. Sun L; Nasrullah, Ke F., Nie Z., Wang P., Xu J. Citrus Genetic Engineering for Disease Resistance: Past, Present and Future. *Int J Mol Sci*. 2019; 20(21): 5256. doi: 10.3390/ijms20215256.
16. Soares J.M., Tanwir S.E., Grosser J.W., Dutt M. Development of genetically modified citrus plants for the control of citrus canker and huanglongbing. *Tropical Plant Pathology*. 2020; 45: 237-250.
17. Alquézar B., Carmona L., Bennici S., Peña L. Engineering of citrus to obtain huanglongbing resistance. *Curr Opin Biotechnol*. 2021; 70: 196-203. doi: 10.1016/j.copbio.2021.06.003.
18. GMO database: GenBit. Available at: <https://www.genbitgroup.com/ru/gmo/gmodatabase>.

19. GM Approval Data base: ISAAA. Available at: <https://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/default.asp>
20. Tyshko N.V., Sadykova E.O., Shestakova S.I., Aksyuk I.N. New food sources: from genetically modified organisms to expanding the bioresource base of Russia. Nutrition issues. 2020; 89 (4): 100-109. doi: 10.24411 / 0042-8833-2020-10046.
21. TR CU 021 / 2011. Food safety (as amended on August 8, 2019): technical regulations of the Customs Union. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/902320560>.

Поступила/Received: 19.08.2021

Принята в печать/Accepted: 25.08.2021.

УДК 613.2-055.1:622(470.57)

## ОЦЕНКА ХАРАКТЕРА ПИТАНИЯ МУЖСКОГО НАСЕЛЕНИЯ, ЗАНЯТОГО В ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Мусабилов Д.Э., Назарова Л.Ш., Аллаярова Г.Р., Даукаев Р.А., Зеленковская Е.Е., Фазлыева А.С., Каримов Д.О.

ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

*В современное время проблемы питания подняты на международный и государственный уровни. Рациональное питание совместно с достаточной физической активностью является залогом здорового организма. Для людей, работающих во вредных условиях труда крайне важно сбалансированное питание, которое поддерживает функциональную активность систем и органов. Кроме того, сбалансированное питание оказывает сопротивление неблагоприятным воздействиям вредных производственных факторов. Организация специального правильного питания работников производства, которая учитывает особенности вредного производства и позволяет максимально понизить последствия его отрицательного влияния на организм, является важнейшей составляющей в создании здоровых условий труда.*

*Целью исследования являлась гигиеническая оценка фактического питания работников, занятых на горно-обогатительном производстве (Республика Башкортостан).*

*Сбор данных осуществлялся методом анкетирования. Был проанализирован статус питания по индексу массы тела, оценено поступление макро- и микронутриентов, полученные результаты сопоставлены с физической активностью изучаемых лиц. Результаты исследования показали, что в среднем для всех возрастных групп мужского населения фактическое питание дефицитно по энергетической ценности и содержанию углеводов. В переизбытке в организм поступает магний, фосфор, натрий и железо. Анализ частотного питания работников горно-обогатительного производства показал малое употребление фруктов и овощей, что характеризует недостаток витаминов. Замечена недостаточная физическая активность и избыточная масса тела у трех возрастных групп с наличием 1-3 степени ожирения. Предложены рекомендации по оптимизации питания работников горно-обогатительного комбината.*

**Ключевые слова:** фактическое питание, возрастная группа, энергетическая ценность, анкетирование, здоровье, заболевания, горно-обогатительный комбинат, работники.

**Для корреспонденции:** Мусабилов Дмитрий Эдуардович, младший научный сотрудник химико-аналитического отдела ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», e-mail: 30102000@rambler.ru

**Для цитирования:** Мусабилов Д.Э., Назарова Л.Ш., Аллаярова Г.Р., Даукаев Р.А., Зеленковская Е.Е., Фазлыева А.С., Каримов Д.О. Оценка характера питания мужского населения, занятого в горно-обогатительном производстве. Медицина труда и экология человека. 2021;3:132-142.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10310>

## EVALUATION OF THE NATURE OF THE DIET OF THE MALE POPULATION EMPLOYED IN MINING AND PROCESSING INDUSTRY

Musabirov D.E., Nazarova L.Sh., Allayarova G.R., Daukaev R.A., Zelenkovskaya E.E., Fazlyeva A.S., Karimov D.O.

Ufa Research Institute of Occupational Medicine and Human Ecology, Ufa

*Russia* In modern times, nutritional problems have been raised at the international and national levels. A balanced diet together with sufficient physical activity is the key to a healthy body. For people working in hazardous working conditions, it is extremely important to have a balanced diet that supports the functional activity of systems and organs. In addition, a balanced diet resists the adverse effects of harmful occupational factors. The organization of special proper nutrition for production workers, which takes into account the characteristics of hazardous production and allows you to minimize the consequences of its negative impact on the body, is the most important component in creating healthy working conditions.

The aim of the study was a hygienic assessment of the actual nutrition of workers employed in the mining and processing industry (Republic of Bashkortostan).

Data collection was carried out by the method of questioning. Nutritional status was analyzed by body mass index, the intake of macronutrients and micronutrients was assessed, the results obtained were compared with the physical activity of the studied individuals. The results of the study showed that, on average, for all age groups of the male population, actual nutrition is deficient in terms of energy value and carbohydrate content. In excess, magnesium, phosphorus, sodium and iron enter the body. An analysis of the frequency of nutrition of workers in the mining and processing industry showed a low consumption of fruits and vegetables, which characterizes the lack of vitamins. Insufficient physical activity and overweight were noticed in three age groups with the presence of 1-3 degrees of obesity. Recommendations for optimizing the nutrition of the workers of the mining and processing plant are offered.

**Key words:** actual nutrition, age group, energy value, questionnaire survey, health, mining and processing plant, diseases, workers

**Citation:** Musabirov D.E., Nazarova L.Sh., Allayarova G.R., Daukaev R.A., Zelenkovskaya E.E., Fazlyeva A.S., Karimov D.O. Evaluation of the nature of the diet of the male population employed in mining and processing industry. *Occupational health and human ecology*. 2021; 3:132-142.

**For correspondence:** Dmitry Eduardovich Musabirov, Junior Researcher, Chemical Analytical Department, Ufa Research Institute of Occupational Medicine and Human Ecology, e-mail: 30102000@rambler.ru

**Funding:** The study was not sponsored.

**Conflict of interest:** The authors declare no conflict of interest.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10310>

Состояние здоровья, иммунитет к инфекционным заболеваниям, а также физическое и эмоциональное состояние человека напрямую зависят от рационального питания. Правильное, или здоровое, питание может эффективно обеспечить защиту от неинфекционных заболеваний (НИЗ), например болезней сердца, диабета, рака и инсульта. В совокупности с полноценным питанием физическая активность способствует профилактике развития таких заболеваний, как артериальная гипертония, атеросклероз, стенокардия, инфаркт миокарда, инсульт, сахарный диабет, ожирение и остеопороз [1,2].

Для правильного метаболизма в организм должны поступать в полной мере витамины и другие микроэлементы, что в свою очередь называется сбалансированным питанием. В концепции сбалансированного питания академика А.А. Покровского нормальное функционирование организма достигается при его снабжении основными пищевыми веществами и необходимой энергией, если соблюдаются определенные соотношения между многочисленными факторами питания. Оно должно прямо пропорционально соответствовать затратам энергии, которые у каждого отдельного человека зависят от таких факторов, как возраст, пол, место проживания, характера выполняемой работы, эмоциональных потребностей и т.д. [3,4].

Ускоренное развитие всех отраслей промышленности приводит к увеличению численности людей, занятых на вредных и особо вредных производствах. В ходе трудовой деятельности работников на предприятии возможен контакт с вредными факторами, который с большей вероятностью может неблагоприятно воздействовать в целом на организм.

Чтобы предотвратить избыточный вес и ожирение, необходимо понимать, сколько энергии получает человек (калорий) при употреблении жиров. В целом потребление жиров не должно превышать 30% от общей потребляемой энергии. Насыщенные жиры должны составлять менее 10% [5]. Согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения, наиболее объективным критерием для формирования профессиональных групп людей является коэффициент физической активности (КФА). Коэффициент представляет собой отношение суточного расхода энергии человеком к величине основного обмена.

Углеводы, липиды, витамины, белки, минеральные вещества относятся, как известно, к основным пищевым компонентам, в то же время энергоемкость жиров, углеводов и белков в рационе питания человека должна быть оптимальной. Для обычного среднестатистического человека, не обремененного физической нагрузкой, усредненное соотношение белков, жиров и углеводов должно выглядеть так - 1:1:4 (на одну часть белков приходится одна часть жиров и четыре части углеводов). Это соотношение зависит от многих факторов: время года, холодный или теплый климат и т.д. При активной физической нагрузке существует необходимость в углеводах и белках, в то время как жиры становятся не актуальными (например, у спортсменов - для построения мышц) [6,7].

Крайне важно сделать акцент на потребляемых углеводах: углеводы являются главным поставщиком энергии для организма. Многие мужчины попросту не информированы о правильном соотношении между типом углеводов и временем их приема, так как известно, что не все углеводы одинаковы. Кроме того, углеводы крайне важны в ежедневном рационе для того, чтобы поступающий белок, который нужен для построения тканей, не выступал основным источником энергии, так как он необходим для восстановления [8,9,10].

В состав белков суточного рациона питания должны входить протеины животного происхождения (около 65%), а в состав липидов – жиры растительного происхождения или растительные масла (более 25%). Витаминный состав: А - 1,5 мг, В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> - по 2 мг, С - 70-100 мг, D - 300 международных единиц, РР (ниацин) - 15 мг. По физиологическим нормам, минеральные вещества должны поступать в организм в следующих количествах: кальций - 800 мг, фосфор - 1200 мг, йод - 200 мкг, магний - 400 мг, железо - 20 мг [11].

В основе здорового питания лежат такие продукты, как, фрукты, овощи, мясо, а также рыба. Адекватное или рациональное потребление этих продуктов является залогом здорового организма.

Мясо и рыба очень богаты белками, которые являются основным материалом, формирующим клетки тканей и органов, а также образование иммунных тел, гормонов и ферментных систем. Кроме того, белки животного происхождения должны составлять 2/3 от их общего количества в суточном рационе. Качество белков пищи определяется их аминокислотным составом.

Овощи и фрукты, в свою очередь, богаты витаминами и минералами, которые необходимы для полноценного функционирования организма человека. В этой связи крайне интересно и актуально изучить потребление мужчинами перечисленных выше продуктов в суточном и недельном рационе человека, а также проанализировать поступление макро- и микронутриентов.

**Цель и задачи исследования:** оценить фактическое питание у мужчин различных возрастных групп, работающих на горно-обогатительном производстве для обоснования мер по рационализации питания.

**Материалы и методы.** Оценка питания проводилась у мужчин пяти возрастных групп, работающих на горно-обогатительном комбинате. В первую группу вошли люди от 20 до 29 лет (n=27), во вторую - от 30 до 39 лет (n=67), в третью - от 40 до 49 лет (n=79), в четвертую - от 50 до 59 лет (n=69), в пятую - от 60 до 69 лет (n=13).

Всего было опрошено 255 работников: слесари, машинисты погрузочно-доставочных машин, крепильщики, электромонтеры и электросварщики.

Характер и структуру потребляемых продуктов изучали методами 24-часового (суточного) воспроизведения рациона питания и частотного анализа недельного рациона питания с помощью анкет, разработанных на базе Федерального бюджетного учреждения науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека». Данные анкет анализировали с помощью программного комплекса «Нутри-Проф» (программа разработана ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» совместно с ФГБОУ

ВО СамГМУ). В основу данного программного комплекса включен справочник химического состава разнообразных пищевых продуктов и блюд, которые в свою очередь приготовлены из них.

Полученные данные были сопоставлены с нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации по методическим рекомендациям (МР 2.3.1.2432-08) [12].

По классификации ожирения определяли рассчитанный индекс массы тела: <18,5 кг/м<sup>2</sup> - дефицит массы тела, 18,5-24,9 кг/м<sup>2</sup> – нормальная масса тела, 25,0-29,9 кг/м<sup>2</sup> – избыточная масса тела, 30,0-34,9 кг/м<sup>2</sup> – ожирение 1 степени, 35,0-39,9 кг/м<sup>2</sup> – ожирение 2 степени, >40 кг/м<sup>2</sup> – ожирение 3 степени [13].

При анализе суточного рациона питания всех групп исследуемых мужчин была рассчитана энергетическая ценность, поступление макронутриентов (белки, жиры, углеводы), минеральных веществ (кальций, магний, натрий, железо, фосфор), а также витаминов (А, С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>). Кроме того, на основе результатов был проанализирован коэффициент физической активности (КФА) для различных возрастных групп в зависимости от величины основного обмена.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием стандартного пакета программ IBM SPSS Statistics 21 и MS Excel 2010. Нормальность распределения количественных данных определялась путем вычисления одновыборочного непараметрического критерия. Наличие различий оценивали с использованием дисперсионного анализа (ANOVA), полученные результаты считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** Согласно полученным результатам, дефицит массы тела наблюдался у 1,2% всех обследованных мужчин, нормальная масса тела характерна для 40,4%, избыточная масса тела выявлена среди 43,6%, ожирение 1 - 3 степени - среди 14,8%.

Более детальная информация по индексу массы тела различных возрастных групп представлена в таблице 1.

Таблица 1

## Индекс массы тела обследованных работников горно-обогатительного комбината

Индекс массы тела	Возрастная группа, лет				
	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69
	Количество обследованных мужчин, %				
Дефицит массы тела	3,85	1,54	0,00	1,45	0,00
Нормальная масса тела	65,38	46,15	38,46	30,43	33,33
Избыточная масса тела	26,92	43,08	43,59	50,72	33,33
Ожирение 1 степени	3,85	7,69	15,38	14,49	16,67
Ожирение 2 степени	0,00	1,54	1,28	2,90	16,67
Ожирение 3 степени	0,00	0,00	1,28	0,00	0,00



При анализе суточной калорийности рациона и макроэлементов во всех возрастных группах был установлен дефицит по таким показателям, как энергетическая ценность ( $p=0,001$ ), содержание жиров ( $p=0,001$ ) и содержание углеводов ( $p=0,001$ ). В то же время содержание белков в рационе каждой возрастной группы находилось в пределах нормы физиологических потребностей по МР 2.3.1.2432-08.

Таблица 2

**Состав пищевых веществ в среднесуточном рационе работников  
горно-обогатительного комбината**

Суточные показатели	Фактический рацион питания изучаемой группы рабочих (среднее по группам)				
	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69
	лет, КФА=1,6	лет, КФА=1,6	лет, КФА=1,6	лет, КФА=1,6	лет, КФА=1,4
<b>Энергия и макроэлементы</b>					
Энергия, ккал	2154±634	1973±885	1971±756	1864±765	1727±842
НФП, ккал	2800	2650	2500	2500	2300
Жиры, г	85±36	80±45	78±35	80±36	68±24
НФП, г	93	88	83	83	77
Белки, г	86±49	81±50	81±47	78±48	73±34
НФП, г	80	77	72	72	68
Углеводы, г	260±103	231±103	231±103	209±100	205±156
НФП, г	411	387	366	366	335
<b>Минеральные вещества</b>					
Кальций, мг	1072±1186	896±848	893±904	882±833	762±577
НФП, мг	1000	1000	1000	1000	1200
Магний, мг	789±1093	565±742	606±787	586±743	564±586
НФП, мг	400	400	400	400	400
Фосфор, мг	2003±1988	1638±1443	1747±1594	1718±1691	1502±1047
НФП, мг	800	800	800	800	800
Натрий, мг	4558±1959	4463±1988	4506±1843	4459±1841	4227±1731
НФП, мг	1300	1300	1300	1300	1300
Железо, мг	104±207	62±134	67±142	66±139	68±107
НФП, мг	10	10	10	10	10

Витамины					
Витамин А, мкг рет.экв	158±158	232±282	220±303	211±135	202±160
НФП, мкг рет.экв	900	900	900	900	900
Витамин В <sub>1</sub> , мг	1,2±0,5	1,1±0,5	1,1±0,4	1,1±0,5	1,1±0,5
НФП, мг	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Витамин В <sub>2</sub> , мг	2,3±2,5	1,8±1,7	1,9±2,0	1,8±1,8	1,7±1,1
НФП, мг	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Витамин С, мг	69±67	75±57	68±40	77±57	95±114
НФП, мг	90	90	90	90	90

Изучение сбалансированности рациона обследуемых по минеральным веществам позволило установить статистически значимое превышение норм физиологических потребностей по содержанию фосфора (в 2,5 раза), магния (в 2 раза), натрия (в 3,5 раза) и железа (в 10,4 раза) (таблица 2).

Результаты анализа частоты потребления пищи (рисунок 1), а конкретно мясных продуктов, овощей, корнеплодов и фруктов, показали, что наиболее часто лица употребляли говядину (92,4%), реже - курицу (87,2%), рыбу (78,8%), свинину (46%), баранину (32%), полуфабрикаты (33,6%). Из овощей и корнеплодов мужчины чаще всего употребляют картофель – 92%, морковь и огурцы с томатами – 85,6%, капусту – 81,6%, зелень - 76,4%. Среди фруктов обследуемые предпочтение отдают яблокам – 83,6%, бананам – 66,8%, винограду – 66,4%, апельсинам - 56%.

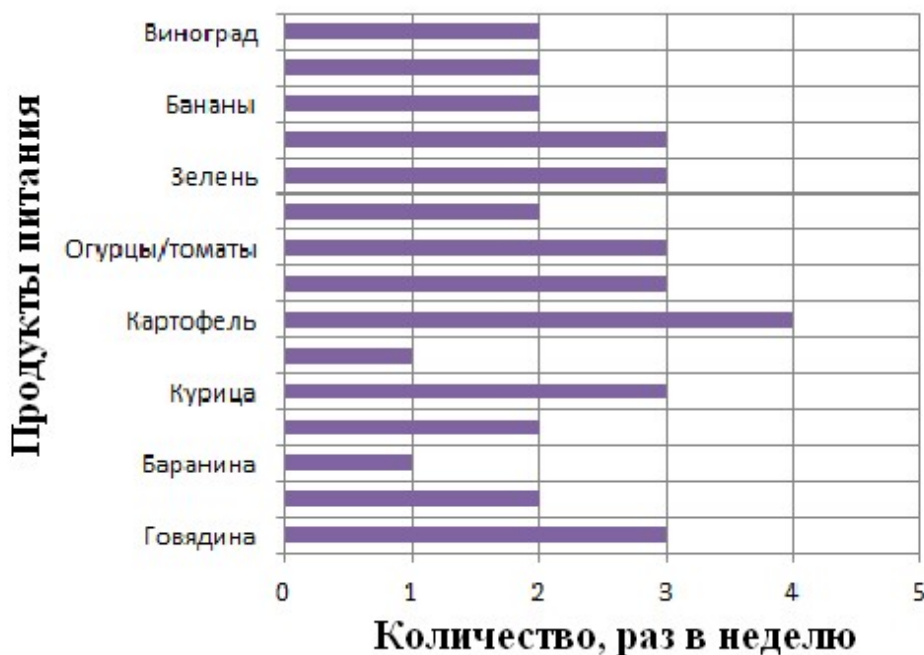


Рис. 1. Частотное питание работников горно-обогатительного комбината

**Обсуждение.** Крайне необходимо соблюдать правильное питание абсолютно в любом возрасте. Как было отмечено, это в первую очередь связано с тем, что основой жизнедеятельности организма является постоянный обмен веществ между организмом и средой. [14] Важно отметить, что при несбалансированном питании у мужчин в 40-45 лет возникают проблемы с сердечно-сосудистой системой. Об этом сигнализирует полнота, которая, как правило, создает нагрузку на сердце [15].

Данное изучение фактического питания, во-первых, позволило проанализировать суточную калорийность пищевого рациона мужского населения, занятого на горно-обогатительном производстве, во-вторых, - определить поступление макро- и микронутриентов, в-третьих, - выявить алиментарные факторы риска в развитии нарушений здоровья в связи с особенностью питания.

В современной литературе приводятся нормативы суточных энергозатрат для различных групп лиц в зависимости от вида профессий. Исследуемые работники горно-обогатительного производства относятся к III и V группе, где III группа – работники среднего по тяжести труда (слесари, машинисты погрузочно-доставочных машин, электросварщики и электромонтеры), суточный расход энергии которых составляет 3200-3650 ккал; V группа – работники особо тяжелого физического труда (крепильщик) с суточным расходом энергии 3900-4300 ккал. Каждая группа интенсивности труда разделена на возрастные категории: от 18 до 29 лет, от 30 до 39 лет, от 40 до 59 лет. Соответственно, для каждой профессиональной деятельности, например крепильщик, энергозатраты в каждой возрастной группе различаются. По литературным данным установлено, что с возрастом наблюдается постепенное снижение энергозатрат. Это отражается на потребности в энергии и пищевых веществах.

Стоит отметить, что полученные результаты также согласуются с литературными данными, в которых указано, что энергетический дисбаланс образуется в более взрослом возрасте, который сопровождается снижением двигательной активности, ожирением и нарушением липидного обмена. Кроме того, избыточная масса тела или ожирение располагают к возникновению сахарного диабета (в том числе 2 степени), атеросклероза и другим заболеваниям [16]. По дополнительному опросу респондентов замечено, что вместо полноценного обеда у большинства рабочих перекус на рабочем месте и в основном чрезмерный ужин за пару часов до сна.

Замечен избыток фосфора, магния, железа и натрия у всех возрастных групп. Необходимость фосфора заключается в построении и при необходимости восстановлении крепких костей. Удаление излишков фосфора осуществляется почками, однако при болезнях почек этот процесс происходит крайне неэффективно, а фосфор, в свою очередь, может отрицательно воздействовать на организм. Иногда проявляется развитие гиперфосфатемии [17]. Магний нормализует артериальное давление, укрепляет иммунную систему организма, выводит холестерин и токсины, препятствует формированию тромбов и т.д. Поэтому крайне важно принимать его в пределах нормы, переизбыток магния может вызвать

гипермагниемиию, которая характеризуется сонливостью и апатией, низким ритмом пульса, тошнотой, сухостью кожи и слабостью в мышцах [18].

Избыток натрия сигнализирует о том, что опрашиваемые лица потребляют в избытке соленые пищевые продукты либо каждый раз подсаливают еду. При его избытке могут наблюдаться мышечные судороги, повышенная возбудимость или агрессивность, повышение температуры тела и задержка жидкости в организме [19]. При избытке железа происходит деградация органов. Она наступает не сразу, со временем симптомы начинают прогрессировать: кожный зуд, потеря в весе, спазмы в суставах, увеличение печени и т.д. [20].

**Заключение.** Анализ результатов проведенного анкетирования показал, что в среднем фактическое питание у мужчин всех возрастных групп дефицитно по энергетической ценности, содержанию углеводов, но в переизбытке по содержанию минеральных веществ, таких как магний, фосфор, натрий и железо. Рекомендуется снизить употребление соленых пищевых продуктов и увеличить объем потребляемой воды в день. Также необходимо потреблять достаточное количество продуктов, обогащенных пектином.

Анализ показал, что у трех возрастных групп (30-39, 40-49, 50-59) преобладает избыточная масса тела, а также присутствует ожирение 1-3 степени. Можно с уверенностью утверждать, что этому способствуют недостаточная физическая активность и нарушенный энергетический баланс в связи с неправильным употреблением пищевых продуктов. Следует рекомендовать обогатить меню работников животными и растительными белками, которые являются источником энергии, а также пищевыми волокнами и кисломолочными продуктами.

Был проведен анализ недельного потребления конкретных видов продуктов. Выявленный ранее недостаток витаминов характеризует малое употребление фруктов и овощей. Для восполнения недостатка витаминов крайне рекомендуется применение витаминных комплексов.

#### Список литературы:

1. Капилевич Л.В., Андреев В.И. Здоровье и здоровый образ жизни. Учебное пособие - Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2008.
2. Резникова М.В., Лепешкин А.И., Надточий Л.А. Рациональное питание – ключ к здоровью человека. Новая наука: современное состояние и пути развития. 2016; 2(1): 193-195.
3. Скальный В., Рудаков И.А., Нотова С.В., Бурцева Т.И., Скальный В.В., Баранова О.В. Основа здорового питания. Пособие по общей нутрициологии. 2005.
4. Позняковский В.М., Челнокова С.К. Основы рационального питания. Молодежь – науке – VII. Актуальные проблемы туризма, спорта и бизнеса. 2016.
5. Nishida C, Uauy R. WHO scientific update on health consequences of trans fatty acids: introduction. Eur J Clin Nutr. 2009; 63(2): 1–4.
6. Фомин В.И. Основы рационального питания. <https://xn--l1aks.64.xn--b1aew.xn--p1ai/document/6654390>.

7. Накастхоева Х.А. Основные функции белков, жиров и углеводов. Студенческая наука – агропромышленному комплексу. 2018. 142-143.
8. Джумабекова Ш.Д. Принцип рационального питания. Вестник Кыргызского государственного университета имени Арабаева. 2019; 1: 81-85.
9. Ларина В.А. Питание и контроль за массой тела при различной двигательной активности. Аллея науки. 2019; 2(2): 34-40.
10. Литуновская Т.В., Семенова А.И., Бандаревич Е.В., Ерошенко Е.А., Бобкова Л.С. Правильное питание – самое мощное оружие против болезней. Материалы докладов 53-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. 2020.
11. Есауленко Е.Е., Еремина Т.В., Басов А.А., Попов К.А., Швец О.В., Волкова Н.К. Роль рационального питания для обеспечения здорового образа жизни. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017; 4(1): 98-101.
12. Методические рекомендации 2.3.1.2432-08. Рациональное питание. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. <http://docs.cntd.ru/document/1200076084>
13. Панькив В.И. Ожирение. МЭЖ. 2013; 5(53). <https://cyberleninka.ru/article/n/ozhirenie-2>
14. Губанихина, Е. В. Правильное питание как фактор сохранения здоровья человека. Молодой ученый. 2017; 50(184): 119-121.
15. Беляева Е.А. Гид Esquire по правильному мужскому питанию. <https://esquire.ru/style-and-grooming/200033-gid-esquire-po-pravilnomu-muzhskomu-pitaniyu/#part0>
16. Зеленковская Е.Е., Мусабилов Д.Э., Даукаев Р.А., Афонькина С.Р., Аллаярова Г.Р., Курилов М.В. Оценка фактического питания пожилых людей, проживающих на территории Республики Башкортостан. Медицина труда и экология человека. 2020; 3(23) :127-132.
17. Фосфор: роль в организме, норма в крови, повышение и понижение уровня, Плавное снижение от колыбели до совершеннолетия. Журнал о здоровье и лечении сердечно-сосудистой системы. <https://sosudinfo.ru/krov/fosfor/>
18. В.А. Ткачук. Клиническая биохимия. 2006; 2:78-86.
19. Колесниченко Л. С., Кулинский В. И. Биологическая роль макроэлементов - Na, С1, К (лекция 2). Сиб. мед. журн. (Иркутск). 2004; 5:96-99.
20. Daghlas, I., and Gill, D. Genetically predicted iron status and life expectancy. Clin. Nutr. 2020.

**References:**

1. L.V. Kapilevich, V.I. Andreev. Health and healthy lifestyle. Textbook - Tomsk: Publishing house of the Tomsk Polytechnic University. 2008.102. (in Russian).
2. Reznikova M.V., Lepyoshkin A.I., Nadochy L.A. Rational nutrition is the key to human health. New science: current state and development paths. 2016; 2 (1): 193-195. (in Russian).
3. З.В. Скалны, I.A. Rudakov, S.V. Notova, T.I. Burtseva, V.V. Skalny, O.V. Baranova. The basis of a healthy diet. A guide to general nutritional science. 2005.117. (in Russian).
4. Poznyakovsky V.M., Chelnokova S.K. Basics of a balanced diet. Youth to Science - VII. Actual problems of tourism, sports and business. 2016.183-185. (in Russian).

5. Nishida C, Uauy R. WHO scientific update on health consequences of trans fatty acids: introduction. *Eur J Clin Nutr.* 2009; 63(2): 1–4.
6. Fomin V.I. Basics of a balanced diet. <https://xn--l1aks.64.xn--b1aew.xn--p1ai/document/6654390>. (in Russian).
7. Nakastkhoeva Kh.A. The main functions of proteins, fats and carbohydrates. Student science - to the agro-industrial complex. 2018.142-143. (in Russian).
8. Dzhumabekova Sh.D. The principle of rational nutrition. *Bulletin of the Arabaev Kyrgyz State University.* 2019; 1: 81-85. (in Russian).
9. Larina V.A. Nutrition and control over body weight for various physical activity. *Alley of Science.* 2019; 2 (2): 34-40. (in Russian).
10. Litunovskaya T.V., Semenova A.I., Bandarevich E.V., Eroshenko E.A., Bobkova L.S. Proper nutrition is the most powerful weapon against disease. Materials of reports of the 53rd international scientific and technical conference of teachers and students. 2020.310-312. (in Russian).
11. Esaulenko E.E., Eremina T.V., Basov A.A., Popov K.A., Shvets O.V., Volkova N.K. The role of good nutrition in ensuring a healthy lifestyle. *International Journal of Applied and Basic Research.* 2017; 4 (1): 98-101. (in Russian).
12. Methodical recommendations 2.3.1.2432-08. Balanced diet. Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation. <http://docs.cntd.ru/document/1200076084> (in Russian).
13. Pankiv V.I. Obesity. *MEJ.* 2013; 5 (53). <https://cyberleninka.ru/article/n/ozhirenie-2> (in Russian).
14. Gubanikhina, E.V. Proper nutrition as a factor in maintaining human health. *Young scientist.* 2017; 50 (184): 119-121. (in Russian).
15. Belyaeva E.A. Esquire's guide to nutrition for men. <https://esquire.ru/style-and-grooming/200033-gid-esquire-po-pravilnomu-muzhskomu-pitaniyu/#part0> Phosphorus: role in the body, blood norm, increase and decrease in level, smooth decrease from cradle to adulthood. *Journal of Health and Treatment of the Cardiovascular System.* <https://sosudinfo.ru/krov/fosfor/> (in Russian).
16. Zelenkovskaya E.E., Musabirov D.E., Daukaev R.A., Afonkina S.R., Allayarova G.R., Kurilov M.V. Assessment of the actual nutrition of the elderly living in the territory of the republic of bashkortostan. *Occupational medicine and human ecology.* 2020; 3 (23): 127-132. (in Russian).
17. Phosphorus: role in the body, blood norm, increase and decrease in level, smooth decrease from cradle to adulthood. *Journal of Health and Treatment of the Cardiovascular System.* <https://sosudinfo.ru/krov/fosfor/> (in Russian).
18. V.A. Tkachuk. *Clinical biochemistry.* 2006; 2: 78-86. (in Russian).
19. Kolesnichenko L.S., Kulinskiy V.I. The biological role of macroelements - Na, C1, K (lecture 2). *Sib. honey. zhurn. (Irkutsk).* 2004; 5: 96-99. (in Russian).
20. Daghlas, I., and Gill, D. Genetically predicted iron status and life expectancy. *Clin. Nutr.* 2020.

Поступила/Received: 24.08.2021

Принята в печать/Accepted: 03.09.2021.

УДК: 616.36:613.63

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СТРУКТУРЕ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ ПРИ ТОКСИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ

Репина Э.Ф.<sup>1</sup>, Тимашева Г.В.<sup>1</sup>, Хуснутдинова Н.Ю.<sup>1</sup>, Байгильдин С.С.<sup>1</sup>, Каримов Д.О.<sup>1</sup>,  
Мухаммадиева Г.Ф.<sup>1</sup>, Валова Я.В.<sup>1</sup>, Мусина Л.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», Уфа, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ «Всероссийский центр глазной и пластической хирургии», Уфа, Россия

*Практически при любом токсическом поражении печени имеют место метаболические нарушения. При нарушении работы одного из органов системы, страдает другой, особенно если нарушается тандем в деятельности печени и поджелудочной железы.*

**Цель исследований:** оценка морфологических изменений в поджелудочной железе экспериментальных животных при моделировании острого токсического гепатита и эффективности их коррекции.

**Объекты и методы исследования:** изучены морфологические изменения в поджелудочной железе аутбредных крыс-самцов при остром воздействии тетрахлорметана, а также на фоне коррекции адеметионином (Гептор) и новой композицией оксиметилурацила с янтарной и фумаровой кислотами.

**Основные результаты:** при остром воздействии тетрахлорметана не выявлено грубых морфологических изменений в структуре поджелудочной железы экспериментальных животных. Новая композиция оксиметилурацила с янтарной и фумаровой кислотами не оказала заметного защитного действия на поджелудочную железу при токсическом поражении организма.

**Ключевые слова:** токсическое поражение, тетрахлорметан, экспериментальные животные, поджелудочная железа, морфология, коррекция, эффективность.

**Для цитирования:** Репина Э.Ф., Тимашева Г.В., Хуснутдинова Н.Ю., Байгильдин С.С., Каримов Д.О., Мухаммадиева Г.Ф., Валова Я.В., Мусина Л.А. Морфологические изменения в структуре поджелудочной железы экспериментальных животных при токсическом воздействии и профилактической коррекции. Медицина труда и экология человека. 2021;3: 143-152.

**Для корреспонденции:** Репина Эльвира Фаридовна, старший научный сотрудник отдела токсикологии и генетики с экспериментальной клиникой лабораторных животных ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», канд. мед. наук, e-mail: e.f.repina@bk.ru.

**Финансирование.** Работа проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания в рамках отраслевой научно-исследовательской программы Роспотребнадзора «Гигиеническое обоснование минимизации рисков для здоровья населения» на 2011-2015 гг. по теме 3.2, № гос. регистрации 01201180369.

Синтез комплексных соединений 5-гидрокси-6-метилурацила с янтарной и фумаровой кислотами выполнен в соответствии с планом научно-исследовательских работ УФИХ УФИЦ РАН (№ гос. регистрации АААА-А19-119011790021-4).

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10311>

## MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE PANCREAS STRUCTURE OF EXPERIMENTAL ANIMALS EXPOSED TO TOXICANTS AND PREVENTIVE CORRECTION

Repina E.F.<sup>1</sup>, Timasheva G.V.<sup>1</sup>, Khusnutdinova N.Yu.<sup>1</sup>, Baigildin S.S.<sup>1</sup>, Karimov D.O.<sup>1</sup>,  
Mukhammadieva G.F.<sup>1</sup>, Valova Ya.V.<sup>1</sup>, Musina L.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia

<sup>2</sup> All-Russian Center for Eye and Plastic Surgery, Ufa, Russia

*Almost any toxic liver damage is known to be accompanied by metabolic disorders. With the dysfunction of one of the system organs, the other one suffers, especially if there are disorders in the activity of the liver and pancreas tandem.*

**Purpose of the study:** *assessment of morphological changes in the pancreas of experimental animals when modeling acute toxic hepatitis and the effectiveness of their correction.*

**Objects and methods of study:** *morphological changes in the pancreas of outbred male rats exposed to carbon tetrachloride, as well as based on correction with ademethionine ("Heptor") with a new composition of oxymethyluracil with succinic and fumaric acids have been studied.*

**Main results:** *It has been shown that with acute exposure to carbon tetrachloride there are no gross morphological changes in the pancreas structure of experimental animals. The new composition of oxymethyluracil with succinic and fumaric acids does not have a noticeable protective effect on the pancreas in case of toxic damage to the body.*

**Keywords:** *toxic damage, carbon tetrachloride, experimental animals, pancreas, morphology, correction, efficiency.*

**Citation:** *Repina E.F., Timasheva G.V., Khusnutdinova N.Yu., Baigildin S.S., Karimov D.O., Mukhammadieva G.F., Valova Ya.V., Musina L.A. Morphological changes in the pancreas structure of experimental animals exposed to toxicants and preventive correction. Occupational health and human ecology. 2021;3:143-152.*

**Correspondence:** *Elvira F. Repina, Senior Researcher at the Department of Toxicology and Genetics with the Experimental Clinic of Laboratory Animals, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Cand.Sc.(Medicine), e-mail: e.f.repina@bk.ru.*

**Financing.** *The study was conducted at the expense of subsidies for the fulfillment of a state task within the framework of the Rospotrebnadzor sectoral research program "Hygienic foundation of minimizing public health risks" for 2011-2015, Point 3.2, State Registration No 01201180369.*

*The synthesis of complex compounds of 5-hydroxy-6-methyluracil with succinic and fumaric acids was carried out in accordance with the research plan of the Ufa Institute of Chemistry of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (State Registration No. АААА-А19-119011790021-4).*



**Conflicts of Interest:** *The authors declare no conflict of interest.*

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10311>

Печень является крупнейшим внутренним органом, играющим решающую роль в пищеварении [1]. Печень регулирует многие функции организма, включая синтез белков, секрецию биохимических ферментов, участвует также в биотрансформации большинства ксенобиотиков [2,3].

Острое повреждение печени обычно бывает вызвано воздействием различных химических веществ. Тетрахлорметан (ТХМ) является промышленным веществом, которое способно вызывать различные острые и хронические патологии [4,5]. Среди экспериментальных моделей широкое распространение получила схема поражения печени, индуцированного ТХМ [6]. Острая интоксикация ТХМ используется для создания экспериментальной модели тяжелого структурного и функционального повреждения печени [7,8]. Гепатотоксические эффекты ТХМ проявляются в значительной степени благодаря активному метаболиту, трихлорметильному радикалу [9].

Исследованиями некоторых авторов показано, что при интоксикации ТХМ наблюдается развитие основных биохимических синдромов поражения печени [10]. Развивается гепатодепрессивный синдром, который проявляется количественным уменьшением общего белка, фибриногена наряду с цитолитическим и холестатическим синдромами [11,12,13,14,15]. Установлены также и другие выраженные метаболические изменения, включающие гиперферментемию, нарушение белковосинтетической функции печени, диспротеинемию, гипогликемию, гиперхолестеролемию, что свидетельствует о существенных нарушениях строения и энергетического обмена в печени [16,17,18,19,20,21,22]

Все органы внутри какой-либо системы, в частности внутри пищеварительной, тесно взаимодействуют друг с другом. И если нарушается работа одного из них, может страдать другой, особенно если нарушается тандем в деятельности печени и поджелудочной железы.

**Цель исследований:** оценка морфологических изменений в поджелудочной железе экспериментальных животных при моделировании острого токсического гепатита и эффективности их коррекции.

**Материал и методы исследования.** Описание композиции, способ ее получения, а также дизайн и условия проведения эксперимента описаны нами ранее [23]. Животные (крысы-самцы) были разделены на 4 группы: 1 - отрицательный контроль, 2 - положительный контроль (воздействие тетрахлорметаном без коррекции), 3 - коррекция изучаемой композицией на фоне воздействия тетрахлорметаном, 4 - коррекция Гептором (адеметионином) на фоне воздействия тетрахлорметаном.

Препараты поджелудочной железы для микроскопического исследования готовили и изучали так же, как препараты печени по известной методике [24].

**Результаты.** Морфологически поджелудочная железа экспериментальных животных 1 группы соответствовала норме. После воздействия тетрахлорметаном в центральных зонах поджелудочной железы большинства крыс 2 группы было сохранено дольчатое строение,

отсутствовали выраженные морфологические изменения в виде клеточного некроза. В то же время в периферических отделах наблюдались воспалительная инфильтрация межацинарных пространств, гиперплазия эпителиоцитов протоков, полнокровие отдельных сосудов. Кроме того, имелись признаки разобщения ацинусов (рис. 1).

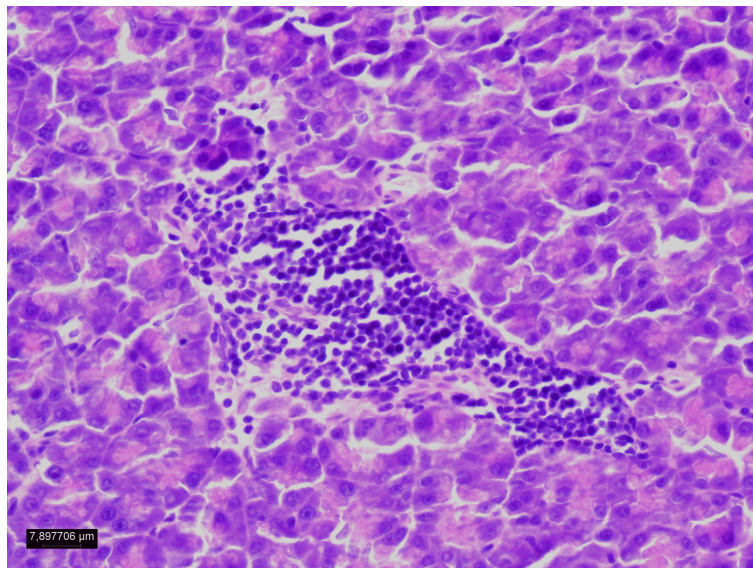


Рис. 1. Структура поджелудочной железы крысы 2 группы. Лимфоцитарный инфильтрат. Окраска гематоксилином и эозином. Увел.Х400

В поджелудочной железе крыс 3 группы также было сохранено крупнодольчатое строение. Однако на периферии долек проявлялись дистрофические изменения ациноцитов (рис. 2).

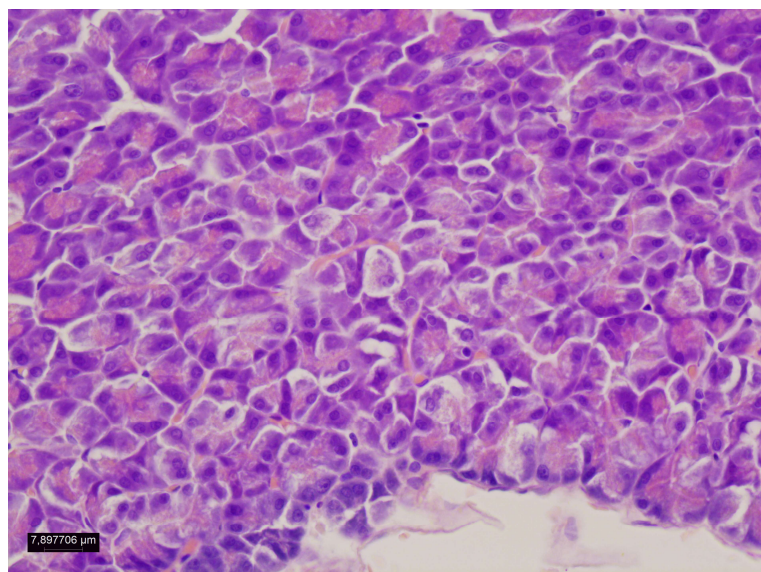


Рис.2. Структура поджелудочной железы крысы 3 группы. Дистрофические изменения ациноцитов на периферии дольки. Окраска гематоксилином и эозином. Увел.Х400

У части крыс были выявлены признаки перидуктального, периваскулярного склероза и фиброза междольковых пространств с диффузными круглоклеточными воспалительными инфильтратами (рис. 3).

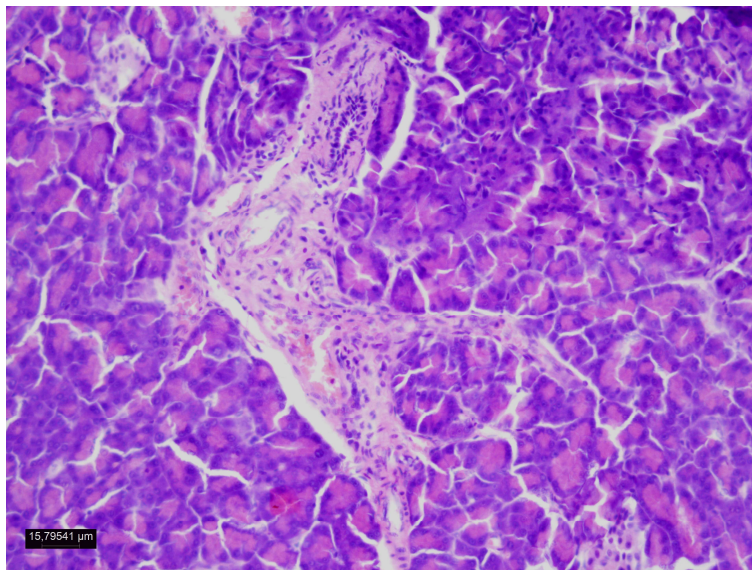


Рис.3. Структура поджелудочной железы крысы 3 группы. Фиброз междольковых пространств с диффузными воспалительными инфильтратами. Окраска гематоксилином и эозином. Увел.Х200

В поджелудочной железе 4 группы животных структура ацинусов была сохранена только в центральных зонах. В периферических зонах встречались полиморфные ациноциты, в которых имелись дистрофические изменения разной степени, вплоть до атрофии клеток (рис. 4).

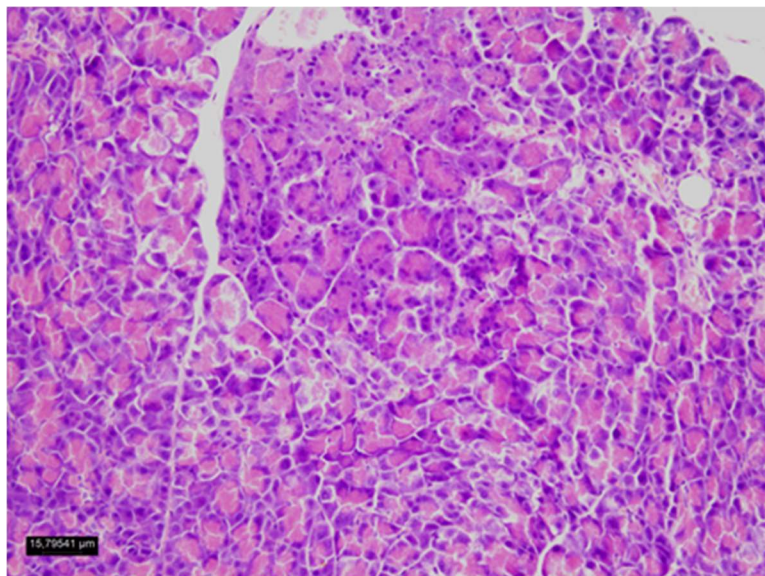


Рис. 4. Структура поджелудочной железы крысы после приема препарата Гептор (группа 4). Дистрофические изменения ациноцитов с их деструкцией, полиморфизм ациноцитов и ацинусов. Окраска гематоксилином и эозином. Увел.Х200

Практически во всех дольках поджелудочной железы животных данной группы встречались многочисленные фигуры митозов.

Таким образом, наряду с морфологическими изменениями, схожими с таковыми во 2 и 3 группах, были выявлены признаки репаративных процессов (рис. 5).

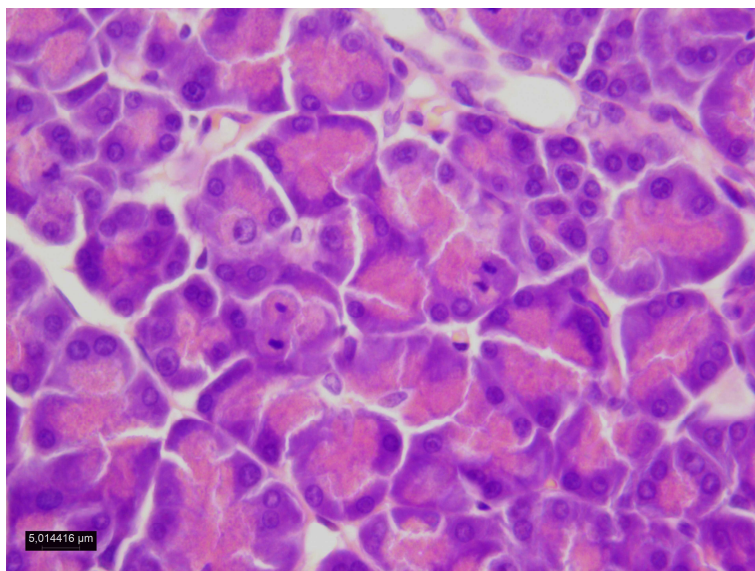


Рис. 5. Структура поджелудочной железы крысы 4 группы. Многочисленные фигуры митозов. Окраска гематоксилином и эозином. Увел.Х630

**Обсуждение.** При изучении изменений в печени было установлено, что при моделировании тетрахлорметаном острого токсического гепатита наблюдались патоморфологические изменения средней и тяжелой степени. Профилактическое введение композиции оксиметиурацила с янтарной и фумаровой кислотами оказывало эффект, сопоставимый с действием адеметионина (Гептор) [23].

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что при остром воздействии тетрахлорметана морфологические изменения в поджелудочной железе были меньше выражены, чем в печени, и проявлялись только в периферических отделах. Кроме того, они были схожими во всех группах животных, подвергавшихся воздействию тетрахлорметана. Эффект от коррекции обоими соединениями оказался малоэффективным, однако при коррекции препаратом Гептор наблюдались признаки репаративных (восстановительных) процессов. Следовательно, корректирующее действие препарата Гептор выражено сильнее, чем у изучаемой композиции.

**Заключение.** Полученные данные свидетельствуют об отсутствии грубых морфологических изменений в структуре поджелудочной железы при остром воздействии тетрахлорметана. Кроме того, комплексное соединение оксиметиурацила с янтарной и фумаровой кислотами практически не оказало защитного действия на поджелудочную железу при токсическом поражении и его действие было слабее, чем препарата Гептор.

#### Список литературы:

1. Sultana B., Yaqoob S., Zafar Z., Bhattiet H.N. Escalation of liver malfunctioning: a step toward herbal Awareness. *J. Ethnopharmacol.* 2018; 216:104-119.
2. Ahsan R., Islam K.M., Bulbul I.J., Musaddik A., Haque E. Hepatoprotective activity of methanol extract of some medicinal plants against carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in rats. *Eur J Sci Res.* 2009; 37: 302–310.
3. Chiu Y.-J., Chou S.-C., Chiu Ch.-S., Kao Ch.-P., Wu K.-Ch. et al. Hepatoprotective effect of the ethanol extract of *Polygonum orientale* on carbon tetrachloride-induced acute liver injury in mice. *Journal of Food and Drug Analysis.* 2018; 1: 369-379.
4. Jaramillo-Juárez F., Rodríguez-Vázquez M.L., Rincón-Sánchez A.R., Consolación Martínez M., Ortiz G.G., Llamas J. Acute renal failure induced by carbon tetrachloride in rats with hepatic cirrhosis. *Ann Hepatol.* 2008; 7: 331–338.
5. Radulović N. S., Randjelović P.J., Stojanović N.M., Ilić I.R., Miltojević A.B. Influence of methyl and isopropyl N-methyl antranilates on carbon tetrachloride-induced changes in rat liver morphology and function. *Facta Universitatis, Series: Physics, Chemistry and Technology.* 2013; 1: 67-73.
6. Лызиков А.Н., Осипов Б.Б., Скуратов А.Г., Зиновкин Д.А., Михасев А.М. Модель токсического поражения печени у кроликов. *Проблемы здоровья и экологии.* 2015; 2 (44): 45-50.
7. Kalinichenko V.V., Bhattacharyya D., Zhou Y., Gusarova G.A., Kim W. et al. / +/- mice exhibit defective stellate cell activation and abnormal liver regeneration following CCl<sub>4</sub> injury. *Hepatology.* 2003; 37: 107–117.

8. Deng J.S., Chang Y.C., Wen C.L., Liao J.C., Hou W.C., Amagaya S. et al. Hepatoprotective effect of the ethanol extract of *Vitis thunbergii* on carbon tetrachloride-induced acute hepatotoxicity in rats through anti-oxidative activities. *J. Ethnopharma.* 2012; 142: 795-803.
9. Shenoy A., Somayaji S., Bairy L. Hepatoprotective effects of *Ginko biloba* against carbon tetrachloride induced hepatic injury in rats. *Indian Journal of Pharmacology.* 2001; 33: 260-266.
10. Семенов Д.Е., Жукова Н.А., Бессергенева Е.П., Сорокина И.В., Баев Д.С., Глухов Б.М. с соавт. Влияние тритерпеновых производных на общую численность гепатоцитов в печени крыс с токсическим гепатитом. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины.* 2012; 153 (6): 837-840.
11. Терехова С.В., Быстрова Н.А., Литвинова Е.С., Гаврилюк Е.В. Фармакологическая коррекция иммунометаболических нарушений гептралом и мексикором у животных на фоне ишемического поражения печени. *Научные ведомости. Серия Медицина. Фармация.* 2012; 22(141): 179-182.
12. Мышкин В.А., Еникеев Д.А., Срубиллин Д.В., Гимадиева А.Р. Экспериментальная оценка производных пиримидина на моделях токсического поражения печени: обзор. *Патогенез.* 2016; 14 (2): 12-19.
13. Бакиров А. Б., Мышкин В. А., Репина Э. Ф. Патогенез и экспериментальная коррекция окислительных и деструктивных проявлений окислительного стресса. *Уфа; 2015.*
14. Мышкин В.А., Ибатуллина Р.Б., Бакиров А.Б. Поражение печени химическими веществами. Функционально-метаболические нарушения. Фармакологическая коррекция. *Уфа: Гилем; 2007.*
15. Мышкин В.А., Еникеев Д.А., Срубиллин Д.В., Репина Э.Ф., Гимадиева А.Р., Габдрахманова И.Д. Защита печени оксиметилурацилом и производными янтарной кислоты при воздействии в эксперименте тетрахлорметана. *Патологическая физиология и экспериментальная терапия.* 2017; 61 (3): 97-102.
16. Гильдииков Д.И., Лосева Т.В., Байматов В.Н. Реактивность у крыс при тетрахлорметановом гепатите. *Международный вестник ветеринарии.* 2017; 4: 97-100.
17. Sadek Km, Saleh Ea Fasting Ameliorates Metabolism, Immunity, and Oxidative Stress in Carbon Tetrachloride-Intoxicated Rats. *Hum Exp Toxicol.* 2014; 33(12): 1277-1283.
18. Буеверов, А.О. Оксидативный стресс и его роль в повреждении печени. *Гастроэнтерология, гепатология, колопроктология.* 2002; 4: 21-25.
19. Воронина, Л.Д. Смирнов, К.М. Дюмаев и др. Актуальные направления применения мексидола. Свободные радикалы, антиоксиданты и болезни человека: Сборник трудов национальной научно-практической конференции. – Смоленск; 2001: 191-192.
20. Голиков С.Н., Саноцкий Н.В., Тиунов Л.А. Общие механизмы токсического действия. М.: Медицина; 1986.
21. Губский Ю.И. Коррекция химического поражения печени. Киев: Здоровья; 1989.
22. Королева Л.Р. Современные гепатопротекторы. *Клиническая фармакология и лекарственные средства.* 2005; 2: 35-37.

23. Репина Э.Ф., Каримов Д.О., Тимашева Г.В., Хуснутдинова Н.Ю., Гимадиева А.Р., Мусина Л.А., Мухаммадиева Г.Ф., Байгильдин С.С. Экспериментальная оценка гепатопротекторной активности новой композиции оксиметилурацила с карбоновыми кислотами. Гигиена и санитария. 2019; 98 (9): 1004-1010.
24. Меркулов Г.А. Курс патогистологической техники. М.: Медицина; 1969.

#### References:

1. Sultana B., Yaqoob S., Zafar Z., Bhattiet H.N. Escalation of liver malfunctioning: a step toward herbal Awareness. J. Ethnopharmacol.2018; 216:104-119.
2. Ahsan R., Islam K.M., Bulbul I.J., Musaddik A., Haque E. Hepatoprotective activity of methanol extract of some medicinal plants against carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in rats. Eur J Sci Res. 2009; 37:302–310.
3. Chiu Y.-J., Chou S.-C., Chiu Ch.-S., Kao Ch.-P., Wu K.-Ch. et al. Hepatoprotective effect of the ethanol extract of Polygonum orientale on carbon tetrachloride-induced acute liver injury in mice. Journal of Food and Drug Analysis.2018; 1: 369-379.
4. Jaramillo-Juárez F., Rodríguez-Vázquez M.L., Rincón-Sánchez A.R., ConsolaciónMartínez M., Ortiz G.G., Llamas J. Acute renal failure induced by carbon tetrachloride in rats with hepatic cirrhosis. Ann Hepatol.2008; 7: 331–338.
5. Radulović N. S., Randjelović P.J., Stojanović N.M., Ilić I.R., Miltojević A.B. Influence of methyl and isopropyl N-methyl antranilates on carbon tetrachloride-induced changes in rat liver morphology and function. FactaUniversitatis, Series: Physics, Chemistry and Technology.2013; 1: 67-73.
6. Lyzikov A. N., Osipov B. B., Skuratov A. G., Zinovkin D. A., Mikhasev A. M. Rabbit liver toxicity model. Health and ecology problems. 2015; 2 (44): 45-50.
7. Kalinichenko V.V., Bhattacharyya D., Zhou Y., Gusarova G.A., Kim W. et al. miceexhibitdefectivestellatecellactivationandabnormalliverregenerationfollowingCCl4 injury. Hepatology. 2003; 37: 107–117.
8. Deng J.S., Chang Y.C., Wen C.L., Liao J.C., Hou W.C., Amagaya S. et al. Hepatoprotective effect of the ethanol extract of Vitisthunbergii on carbon tetrachloride-induced acute hepatotoxicity in rats through anti-oxidative activities. J. Ethnopharma.2012; 142: 795-803.
9. Shenoy A., Somayaji S., Bairy L. Hepatoprotective effects of Ginkobiloba against carbon tetrachloride induced hepatic injury in rats. Indian Journal of Pharmacology.2001; 33: 260-266.
10. Semenov D.E., Zhukova N.A., Bessergeneva E.P., Sorokina I.V., Baev D.S., Glukhov B.M., et al. Effect of triterpene derivatives on the total number of hepatocytes in the liver of rats with toxic hepatitis. Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2012; 153 (6): 837-840.
11. Terekhova S.V., Bystrova N.A., Litvinova E.S., Gavrilyuk E.V. Pharmacological correction of immunometabolic disorders with Heptral and Mexicor in animals against the background of ischemic liver damage. Scientific statements. Medicine series. Pharmacy. 2012; 22 (141): 179-182.
12. Myshkin V.A., Enikeev D.A., Srubilin D.V., Gimadieva A.R. Experimental evaluation of pyrimidine derivatives in models of liver toxicity: a review. Pathogenesis. 2016; 14 (2): 12-19.

13. Bakirov A.B., Myshkin V.A., Repina E.F. Pathogenesis and experimental correction of oxidative and destructive manifestations of oxidative stress. Ufa; 2015.
14. Myshkin V.A., Ibatullina RB, Bakirov A.B. Liver damage by chemicals. Functional and metabolic disorders. Pharmacological correction. Ufa: Gilem; 2007.
15. Myshkin V.A., Enikeev D.A., Srubilin D.V., Repina E.F., Gimadieva A.R., Gabdrakhmanova I.D. Protection of the liver with oxymethyluracil and succinic acid derivatives when exposed to carbon tetrachloride in the experiment. Pathological physiology and experimental therapy. 2017; 61 (3): 97-102.
16. Gildikov D.I., Loseva T.V., Baimatov V.N. Reactivity in rats with carbon tetrachloride hepatitis. International Veterinary Journal. 2017; 4: 97-100.
17. SadekKm, SalehEa Fasting Ameliorates Metabolism, Immunity, and Oxidative Stress in CarbonTetrachloride-Intoxicated Rats. HumExpToxicol.2014; 33(12): 1277-1283.
18. Bueverov, A.O. Oxidative stress and its role in liver damage. Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology. 2002; 4: 21-25.
19. Voronina, L. D. Smirnov, K.M. Dumayev, et al. Actual trendsa of use of Mexidol. Free Radicals, Antioxidants and Human Diseases: Proceedings of the National Scientific and Practical Conference. - Smolensk; 2001: 191-192.
20. Golikov S.N., Sanotskiy N.V., Tiunov L.A. General mechanisms of toxic action. Moscow: Medicine; 1986.
21. Gubsky Yu.I. Correction of chemical damage to the liver. Kiev: Health; 1989.
22. Korolyeva L.R. Modern hepatoprotectors. Clinical pharmacology and medicines. 2005; 2: 35-37.
23. Repina E.F., Karimov D.O., Timasheva G.V., Khusnutdinova N.Yu., Gimadieva A.R., Musina L.A., Mukhammadieva G.F., Baygildin S.S. Experimental evaluation of the hepatoprotective activity of a new composition of oxymethyluracil with carboxylic acids. Hygiene and sanitation. 2019; 98 (9): 1004-1010.
24. Merkulov G.A. A course of histopathological technique. Moscow: Medicine; 1969.

Поступила/Received: 13.08.2021

Принята в печать/Accepted: 26.08.2021.



УДК 572.08, 796.093.643.2

## РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СОСТАВА ТЕЛА И СОМАТОТИПОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ТРИАТЛЕТОВ-ЮНИОРОВ

Выборная К.В., Семенов М.М., Раджабкадиев Р.М., Никитюк Д.Б.

ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия,  
лаборатория спортивной антропологии и нутрициологии

*В статье представлены результаты антропометрического обследования и определения компонентов состава тела и соматотипа методом биоимпедансометрии триатлетов-юниоров (юноши и мужчины, n=20, средний возраст - 17,8±2,2 лет (15,2-22,6); девушки и женщины - n=15, средний возраст - 16,6±2 лет (14,2-21,3) – членов олимпийской молодежной и взрослой сборных команд России по триатлону. Исследования показали, что хотя спортсмены и отличаются от представителей группы контроля, достоверны различия лишь по некоторым показателям. Показатели группового соматотипа у триатлетов обоих полов отличаются от группового соматотипа представителей группы контроля в сторону увеличения компонента ECTO и уменьшения компонентов ENDO и MESO. Представители триатлона обладают преимущественно экто-мезоморфным соматотипом (3,2-3,9-3,4) с превалированием мышечного и костного компонентов, а представительницы контрольной группы – эндо-мезоморфным (3,9-4,5-2,7) с превалированием мышечного и жирового компонентов соматотипа. Триатлонисты и представители группы контроля обладают преимущественно экто-мезоморфным соматотипом с превалированием мышечного и костного компонентов; соматотипологический профиль триатлетов представлен формулой 2,1-4,3-3,8, а представителей контрольной группы – 2,4-4,9-3,2.*

**Ключевые слова:** триатлон, антропометрия, биоимпедансометрия, состав тела, соматотип.

**Для цитирования:** Выборная К.В., Семенов М.М., Раджабкадиев Р.М., Никитюк Д.Б. Результаты комплексной оценки состава тела и соматотипологического профиля триатлетов-юниоров. Медицина труда и экология человека. 2021;3:153-167.

**Для корреспонденции:** Выборная Ксения Валерьевна - научный сотрудник лаборатории спортивной антропологии и нутрициологии ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», e-mail: dombim@mail.ru

**Финансирование:** Исследование выполнено в рамках темы гос.задания № 0529-2019-0059 «Разработка системы антропометрических и физиолого-биохимических методов оценки эффективности использования алиментарных факторов для повышения физической выносливости спортсменов различных видов спорта и выбор морфологических маркеров алиментарно-зависимых патологий».

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10312>

## RESULTS OF COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF BODY COMPOSITION AND SOMATOTYOLOGICAL PROFILE OF TRIATHLETES – JUNIORS

K.V. Vybornaya, M.M. Semenov, R.M. Radzhabkadiev, D.B. Nikitjuk

Laboratory of Sports Anthropology and Nutrition, Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russian Federation

*The article presents the results of anthropometric examination and determination of the components of body composition and somatotype by the bioimpedansometry method of junior triathletes (boys and men, n = 20, average age -  $17.8 \pm 2.2$  years (15.2-22.6); girls and women - n = 15, average age -  $16.6 \pm 2$  years (14.2-21.3) - members of the Russian Olympic youth and adult triathlon teams. Studies have shown that, despite the fact that athletes differ from representatives of the control group, there are significant differences only in some indicators. The indices of the group somatotype in triathletes of both sexes differ from the group somatotype of the representatives of the control group towards an increase in the ECTO component and a decrease in the ENDO and MESO components. Representatives of triathlon have predominantly ecto-mesomorphic somatotype (3.2-3.9-3.4) with a predominance of muscle and bone components, and representatives of the control group have endo-mesomorphic (3.9-4.5-2.7) s the prevalence of muscle and fat components of the somatotype. Triathletes and representatives of the control group have a predominantly ecto-mesomorphic somatotype with a predominance of muscle and bone components; the somatotypological profile of triathletes is represented by the formula 2.1-4.3-3.8, and the representatives of the control group - 2.4-4.9-3.2.*

**Key words:** triathlon, anthropometry, bioimpedance, body composition, somatotype

**Citation:** K.V. Vybornaya, M.M. Semenov, R.M. Radzhabkadiev, D.B. Nikitjuk. Results of comprehensive assessment of body composition and somatotypological profile of triathletes – juniors. *Occupational health and human ecology*. 2021; 3:153-167.

**Correspondence:** Ksenia V. Vybornaya - Researcher at the Laboratory of Sports Anthropology and Nutritionology of the Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology, e-mail: dombim@mail.ru

**Financing:** The study was carried out within the framework of the state assignment theme No. 0529-2019-0059 "Development of a system of anthropometric and physiological and biochemical tools for assessing the effectiveness of the alimentary factors application to increase physical endurance of athletes of diverse sports and the choice of morphological markers of alimentary-dependent pathologies."

**Conflict of interest:** The authors declare no conflict of interest.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10312>

Многоборье — вид спорта или спортивная дисциплина, включающая в себя соревнования в нескольких дисциплинах одного или разных видов спорта. Триатлон относится к многоборью по нескольким видам спорта и включает в себя следующие самостоятельные циклические виды спорта - плавание, велоспорт и бег – и представляет из

себя мультиспортивную гонку, состоящую из непрерывного последовательного прохождения ее участниками трех этапов - плавательного, велоночного и бегового [1].

В циклических видах спорта, в которых выносливость является одним из основных физических качеств, избыточная масса тела является нежелательной, т.к. замедляет скорость движения спортсмена по трассе, отрицательно влияет на эффективность выполняемой физической нагрузки и дает дополнительную нагрузку на суставы. При том что ни один спортсмен не может изменить свои основные антропометрические параметры, детерминированные генетически (длина тела и конечностей, соматотип), с помощью рационального персонализированного питания и тренировок, не изнуряющих организм, возможно уменьшить массу тела и скорректировать его состав до показателей, которые будут являться оптимальными, с учетом индивидуальных особенностей и генетически детерминированных ограничений организма [2].

Физические нагрузки определенной направленности имеют специфическое влияние на состав тела и морфологические показатели спортсменов абсолютно во всех видах спорта. Ранее проведенный анализ [3-5] показал, что между группами исследованных нами спортсменок-представительниц игровых видов спорта и группой контроля имеются значимые различия: у представительниц хоккея достоверно выше показатели ДТ, МТ, ИМТ, ОТ и ОБ при равных нормальных показателях ИТБ; достоверно выше абсолютный показатель ЖМТ, показатели ТМТ, АКМ и доли АКМ, абсолютный показатель СММ, показатели общей, внутриклеточной и внеклеточной воды [3]; у представительниц баскетбола достоверно выше показатели ДТ, МТ, ОТ и ОБ при равных показателях ИТБ; достоверно выше абсолютный показатель ЖМТ, ТМТ, абсолютного количества АКМ и СММ, общей, внутриклеточной и внеклеточной воды; при этом достоверно ниже показатель доли АКМ [4]. Причем женщины-спортсменки, специализирующиеся в хоккее и баскетболе, достоверно отличаются друг от друга только по длине тела, показателю фазового угла и значению относительного количества активной клеточной массы тела [4].

Также имеются достоверные различия между группой обследованных нами боксеров [5] и мужской группой контроля - у представителей бокса (слитой массив без разделения на игровые амплуа) достоверно выше показатели МТ и ИМТ при одинаковых показателях ДТ, выше абсолютный показатель ЖМТ, показатели ТМТ, абсолютный и относительный показатели АКМ и абсолютное количество СММ.

В связи с ранее выявленными различиями в составе тела и соматотипологическом профиле спортсменов некоторых видов спорта, по сравнению с представителями группы контроля, представляется интересным дальнейшее изучение влияния физических нагрузок, свойственных определенному виду спорта, на организм спортсмена с точки зрения изменения морфологических параметров, в том числе влияния нагрузок в триатлоне на состав тела спортсменов.

**Цели и задачи исследования** – провести антропометрическое измерение и с помощью биоимпедансного анализатора осуществить оценку состава тела триатлетов-юниоров, членов олимпийской сборной команды России по триатлону; определить их групповой соматотип по схеме Хит-Картера. Провести сравнение полученных показателей с

показателями группы контроля (женщины и мужчины, не занимающиеся профессионально спортом), сравнить данные состава тела спортсменок с данными состава тела женщин, не занимающихся профессионально спортом, и определить, значимы ли различия в показателях; выявить изменчивость группового соматотипа в зависимости от пола и вида спортивной деятельности.

**Материалы, методы и организация исследования.** В обследовании приняли участие 35 спортсменов (юноши и мужчины,  $n=20$ , средний возраст -  $17,8\pm 2,2$  лет (15,2-22,6); девушки и женщины -  $n=15$ , средний возраст -  $16,6\pm 2$  лет (14,2-21,3), членов олимпийской молодежной и взрослой сборных команд России по триатлону. В качестве контрольной группы были обследованы студенты и студентки, обучающиеся в Высшей школе экономики (юноши и мужчины,  $n=50$ , средний возраст -  $18,4\pm 2,6$  лет (16-25,8); девушки и женщины,  $n=85$ , средний возраст -  $17,3\pm 1,2$  лет (16-24,9), не занимающиеся профессиональным спортом.

Исследование проводилось в соответствии со стандартами комитета по этике ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (протокол №16 от 12.03.2019 г.). Все участники были устно проинформированы о ходе предстоящего обследования, после чего каждый подписал информированное согласие на добровольное проведение обследования. В соответствии с законом о персональных данных сведения были деперсонифицированы.

Все измерения проводились утром натощак, в медицинском кабинете, в нижнем белье. Во время измерений соблюдались стандартные условия измерения, температура воздуха в помещении составляла  $+22$  °С. Антропометрические измерения проводились по стандартной методике [6, 7]. Длину тела (ДТ) определяли с помощью антропометра «Мартина» с точностью до 1 мм; массу тела (МТ) измеряли с помощью электронных медицинских весов ВЭМ-150 с точностью до 0,1 кг. Индекс массы тела (ИМТ) рассчитывали по формуле  $ИМТ = МТ(кг)/ДТ(м^2)$  [6, 7]. Обхваты туловища (объем талии - ОТ и объем бедер - ОБ) измеряли тканевой прорезиненной сантиметровой лентой с точностью до 1 мм.

Биоимпедансные измерения состава тела выполняли непосредственно после проведения антропометрического обследования, утром, натощак, перед тренировкой, с помощью анализатора состава тела ABC-01 «МЕДАСС» с программным обеспечением ABC01\_0362 (НТЦ «МЕДАСС», Россия) по стандартной схеме с креплением одноразовых биоадгезивных электродов F3001ECG («Fiab») на запястье и голеностоп в положении лежа на спине, на горизонтальной непроводящей поверхности (медицинская кушетка), покрытой одноразовой хлопчатобумажной простыней [8]. Измеряли следующие абсолютные показатели: жировую массу тела (ЖМТ, кг), тощую (безжировую) массу тела (ТМТ, кг), активную клеточную массу тела (АКМ, кг), скелетно-мышечную массу тела (СММ, кг); относительные показатели: долю жировой массы тела (доля ЖМТ, %), долю активной клеточной массы тела (доля АКМ, %), долю скелетно-мышечной массы тела (доля СММ, %). Также с помощью вышеуказанного анализатора можно получить данные о количестве общей (вода, ОБ, кг), внеклеточной (ВнекВ, кг) и внутриклеточной (ВнутВ, кг) воды организма и уровне основного обмена в абсолютных (ВОО, ккал/сут.) и относительных значениях, в пересчете на квадратный метр поверхности тела (ВОО, ккал/м<sup>2</sup>) [8]. При этом абсолютные

показатели являются информативными при оценке динамики состава тела у одного индивидуума, а относительные показатели являются информативными для сравнения показателей разных людей или индивидуума с нормой.

Оценку компонентов соматотипа ENDO (жировой компонент), MESO (мышечный компонент) и ECTO (костный компонент, степень вытянутости скелета) по схеме Хит-Картера (в баллах) на основе показателей биоимпедансометрии получали согласно рекомендованным формулам, которые реализованы в программном обеспечении ABC01\_0362 анализаторов состава тела ABC-01 и ABC-02 «МЕДАСС» [9].

Обработка данных выполнялась с использованием программы MS Excel 2007 и Statistica 7. Проверку достоверности различия средних значений изучаемых признаков оценивали по t-критерию Стьюдента,  $p < 0,05$  [10].

**Результаты и обсуждение.** Средние показатели по группе обследованных триатлонистов и контрольной группе (обоих полов), полученные с помощью антропометрии и биоимпедансометрии, представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

**Основные антропометрические показатели, показатели состава тела и значение баллов компонентов соматотипа триатлонисток и женщин - представительниц группы контроля (данные представлены в виде средней арифметической и стандартной ошибки средней арифметической  $M \pm \sigma$ , минимума и максимума  $\min \div \max$ )**

Показатели	Триатлон, женщины (n=15)	Контроль, женщины (n=85)	t-value	p
Длина тела (см)	165,5±3,5 (160-171,5)	163,4±5,5 (152-180)	1,42	0,16
Масса тела (кг)	54,5±3,3 (49,9-62)	57,3±9 (40,6-86,3)	-1,14	0,26
ИМТ (кг/м <sup>2</sup> )	19,9±1,3 (17,9-22,5)	21,4±3,1 (16,5-32,1)	-1,81	0,07
Окружность талии (см)	67,7±4,8 (60-76)	67,2±6,2 (58-92)	0,30	0,76
Окружность бедер (см)	88,5±3,8 (82-96)	93,8±6,6 (78-114)	<b>-2,91171</b>	<b>0,00446</b>
ИТБ	0,8±0 (0,7-0,8)	0,7±0 (0,6-0,8)	<b>4,43293</b>	<b>0,000024</b>
ЖМТ (кг)	12,6±1,8 (8,9-15,7)	14,9±5,3 (6-31)	-1,65	0,10
Доля ЖМТ (%)	23±2,5	25,4±5,6	-1,63	0,11

	(17,2-26,5)	(11,7-38,2)		
ТМТ (кг)	42±2,5 (38,5-46,5)	42,4±5 (29,4-58,5)	-0,30	0,76
АКМ (кг)	24,7±1,8 (22,1-28,7)	24,4±3,3 (14,9-34,5)	0,24	0,81
Доля АКМ (%)	58,7±1,7 (55,8-61,7)	57,6±3,6 (49,8-68)	1,12	0,26
СММ (кг)	21,5±1,2 (19,9-23,3)	21,3±2,2 (15,2-27,3)	0,31	0,75
Доля СММ (% от ТМТ)	51,3±0,7 (50-52,8)	50,5±1,9 (45,4-53,9)	1,72	0,09
ВОО (ккал/сут.)	1394,8±56,1 (1314-1523)	1388,2±105,1 (1087-1704)	0,23	0,81
Уд.ВОО (ккал/м <sup>2</sup> )	871,5±19,9 (840-906)	865,4±48,6 (760-1034)	0,48	0,63
ОВ (кг)	30,7±1,8 (28,2-34)	31±3,6 (21,5-42,8)	-0,31	0,75
ВнекВ (кг)	13,2±0,6 (12,3-14,3)	13,3±1,4 (10-17,8)	-0,36	0,72
ВнукВ (кг)	17,6±1,2 (15,9-19,8)	17,7±2,3 (11,5-25,1)	-0,29	0,77
ENDO	3,2±0,6 (2-4,1)	3,9±1,4 (1,5-8,2)	<b>-2,03872</b>	<b>0,044171</b>
MESO	3,9±0,6 (3,1-4,8)	4,5±1,2 (2,3-8,2)	-1,98	0,05
ЕСТО	3,4±0,8 (2,1-4,8)	2,7±1,3 (0,1-6)	<b>2,08823</b>	<b>0,03937</b>

\*полу жирным выделены показатели, достоверно отличающиеся у триатлетов, по сравнению с показателями представительниц группы контроля (p<0,05)

При анализе и сравнении полученных при обследовании данных было показано, что триатлетки отличаются от представительниц контрольной группы, как по антропометрическим показателям, так и по показателям состава тела. У представительниц триатлона выше показатели ДТ и относительных показателей АКМ, СММ; ниже показатели МТ, ИМТ, ОБ, абсолютного и относительного показателя ЖМТ; одинаковые показатели ОТ, абсолютных показателей ТМТ, АКМ, СММ, ВОО, ВОО<sub>уд</sub>, ОВ, ВнекВ и ВнукВ. При этом достоверно значимые отличия выявлены только по показателям ОБ и ИТБ.

Показатели группового соматотипа у триатлетов отличаются от группового соматотипа представительниц группы контроля в сторону увеличения компонента ЕСТО и уменьшения

компонентов ENDO и MESO (табл. 1, рис. 1); различия по эндоморфному и эктоморфному компонентам статистически достоверны.

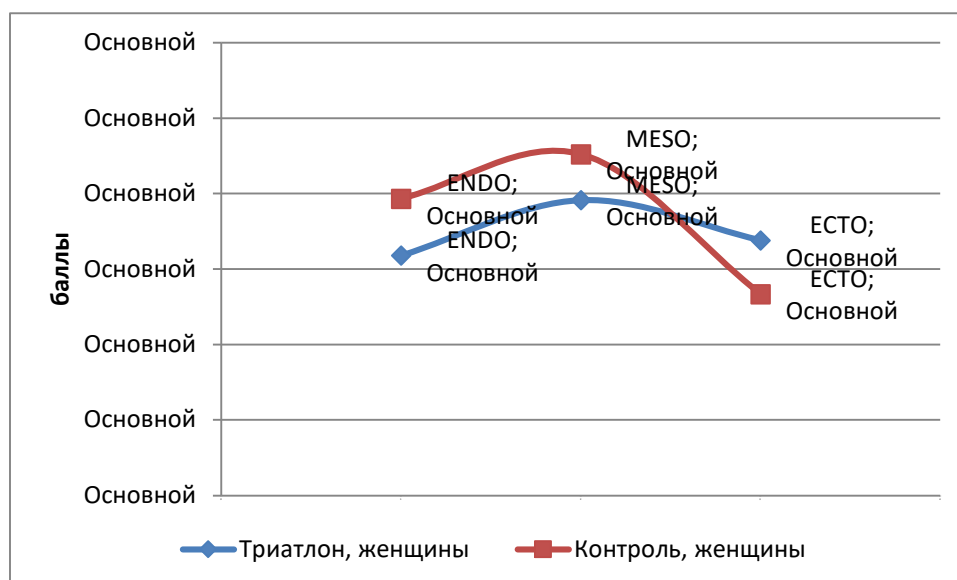


Рис. 1. Соматотипологический профиль триатлеток и представительниц группы контроля, определенный по схеме Хит-Картера

Представительницы триатлона обладают преимущественно экто-мезоморфным соматотипом (3,2-3,9-3,4) с превалированием мышечного и костного компонентов, а представительницы контрольной группы – эндо-мезоморфным (3,9-4,5-2,7) с превалированием мышечного и жирового компонентов соматотипа.

Таблица 2

**Основные антропометрические показатели, показатели состава тела и значение баллов компонентов соматотипа триатлонистов и мужчин - представителей группы контроля (данные представлены в виде средней арифметической и стандартной ошибки средней арифметической  $M \pm \sigma$ , минимума и максимума  $\min \div \max$ )**

Показатели	Триатлон, мужчины (n=20)	Контроль, мужчины (n=50)	t-value	p
Длина тела (см)	179±6,1 (168,5-189,6)	175,3±6,4 (160-189)	<b>2,18663</b>	<b>0,032214</b>
Масса тела (кг)	66,7±7,4 (53-80,8)	66,9±11,2 (48-93)	-0,05953	0,952706
ИМТ (кг/м <sup>2</sup> )	20,8±1,8 (17,9-24,5)	21,7±3,4 (16,7-31,2)	-0,43537	0,664673
Окружность талии (см)	72,7±4	73,2±7,1	-0,28545	0,776194

	(66-81)	(61-88)		
Окружность бедер (см)	90±4,9 (78-99)	91,5±6,6 (81-108)	-0,84532	0,400989
ИТБ	0,8±0 (0,7-0,9)	0,8±0 (0,7-0,9)	0,75703	0,451727
ЖМТ (кг)	10,4±2,8 (5,6-18,9)	10,6±5,6 (3,7-25)	-0,02742	0,978204
Доля ЖМТ (%)	15,5±3,4 (8,5-23,4)	15,1±5,9 (6,7-28,5)	-0,19218	0,848177
ТМТ (кг)	56,4±6,1 (45,3-69,1)	56,3±7,3 (40,6-79,1)	-0,16939	0,865995
АКМ (кг)	33,8±4 (27,1-41,7)	34±5,4 (22,8-51,5)	-1,60862	0,112333
Доля АКМ (%)	59,9±1,8 (55-62,7)	60,3±3,1 (54,6-66,4)	0,03177	0,974747
СММ (кг)	32,3±2,9 (27,5-38,8)	32,3±3,5 (25,4-44,4)	0,01255	0,990023
Доля СММ (% от ТМТ)	57,5±1,8 (54,4-60,8)	57,6±2,9 (52-62,5)	0,01774	0,985896
ВОО (ккал/сут.)	1683,8±127,4 (1473-1933)	1691±170,7 (1335-2243)	-1,09389	0,277864
Уд.ВОО (ккал/м <sup>2</sup> )	906,8±33,6 (853-986)	928,4±55,9 (813-1073)	<b>-2,0572</b>	<b>0,043505</b>
ОВ (кг)	41,3±4,5 (33,2-50,6)	41,2±5,3 (29,7-57,9)	1,48467	0,142253
ВнекВ (кг)	16,7±1,6 (14-20,1)	16,6±1,9 (12,9-22,5)	-0,78959	0,43251
ВнукВ (кг)	24,6±3 (19,2-30,4)	24,6±3,5 (16,8-35,4)	<b>2,18663</b>	<b>0,032214</b>
ENDO	2,1±0,7 (1,3-3,4)	2,4±1,3 (0,5-5,5)	-0,05953	0,952706
MESO	4,3±0,7 (3,1-5,8)	4,9±1,3 (3-9,3)	-0,28545	0,776194
ECTO	3,8±1 (1,9-5,4)	3,2±1,5 (0,1-6,3)	-0,84532	0,400989

\*полужирным выделены показатели, достоверно отличающиеся у триатлетов, по сравнению с показателями у представителей группы контроля (p<0,05)



При анализе и сравнении полученных при обследовании данных было показано, что мужчины - триатлеты незначительно отличаются от представителей контрольной группы, как по антропометрическим показателям, так и по показателям состава тела. Достоверные различия выявлены только по длине тела (триатлеты выше), величине удельного обмена и содержанию внутриклеточной воды.

Показатели группового соматотипа у триатлетов отличаются от группового соматотипа представителей группы контроля в сторону увеличения компонента ЕСТО и уменьшения компонентов ENDO и MESO (табл. 2, рис. 2); при этом в отличие от результатов сравнения женских групп (табл. 1, рис. 1) достоверных различий по баллам компонентов соматотипа не показано. Триатлонисты и представители группы контроля обладают преимущественно экто-мезоморфным соматотипом с превалированием мышечного и костного компонентов; соматотипологический профиль триатлетов представлен формулой 2,1-4,3-3,8, а представителей контрольной группы – 2,4-4,9-3,2.

Если разделить всех обследованных на группы в соответствии с конкретным соматотипом (табл. 3), видно, что ни в одной из групп нет представителей четырех соматотипов (сбалансированный эктоморфный, эндо-эктоморфный, эндо-экто и экто-эндоморфный), которые отличаются слабым развитием мышечного компонента тела и сильным развитием костного и/или жирового компонентов.

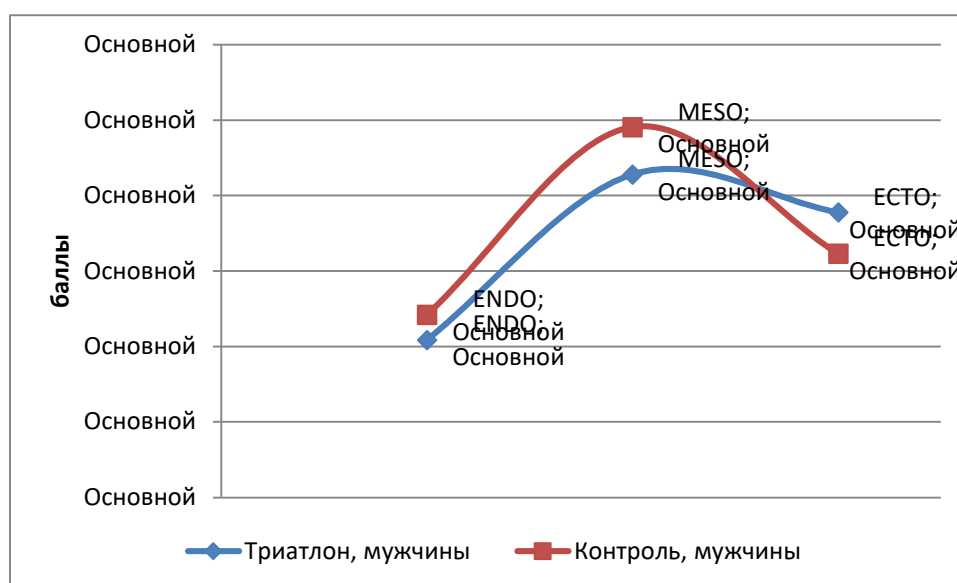


Рис. 2. Соматотипологический профиль триатлетов и представителей группы контроля, определенный по схеме Хит-Картера

Центральный тип телосложения преобладает в группах обследованных женщин и характерен более для женщин, чем для мужчин, независимо от наличия физической нагрузки. На втором месте по распространенности во всех обследованных группах идет эндо-мезоморфный тип, с преобладанием мышечного компонента тела и с хорошо

развитым жировым компонентом. Среди мужчин также выявлены представители, принадлежащие к экто-мезоморфному, мезо-экто и мезо-эктоморфному соматотипам (с хорошо развитыми жировым и мышечным компонентами в разных соотношениях). Среди женщин выявлены представители, принадлежащие к мезо-эктоморфному и сбалансированному эктоморфному (с хорошо развитыми костным и мышечным компонентами в разных соотношениях) и мезо-эндо (с развитыми в равных степенях жировым и мышечным компонентами) соматотипам.

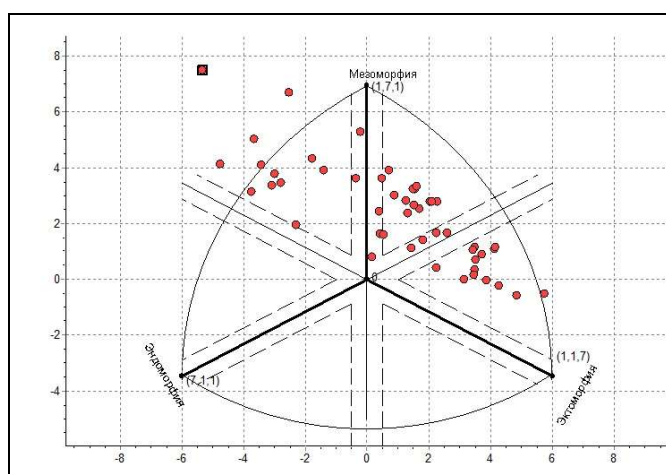
Таблица 3

## Процентное распределение представителей разных соматотипов в группах

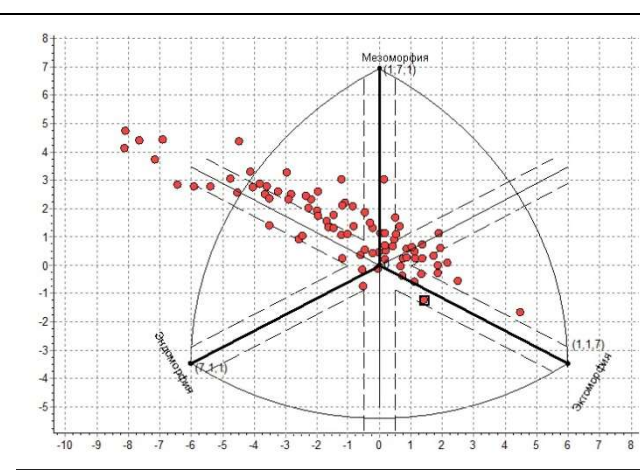
№	Возможные варианты соматотипов (по схеме Хит-Картера)	Характеристика соматотипа по соотношению баллов трех компонентов [11]	Доля представителей соматотипа в группе			
			Триатлон		Контроль	
			Женщины, %	Мужчины, %	Женщины, %	Мужчины, %
1	Центральный	все три компонента отличаются друг от друга менее, чем на 1 балл	35,7	-	25,9	2,1
2	Сбалансированный мезоморфный (СБ MESO)	мезоморфный компонент преобладает (отличается от остальных более, чем на 1 балл), а эктоморфный и эндоморфный компоненты равны или отличаются друг от друга не более, чем на полбалла	7,15	-	7,1	10,4
3	Экто-мезоморфный (эктоморфный мезоморф)	Мезоморфный компонент преобладает, эктоморфный – отличается от эндоморфного более, чем на полбалла	-	20	3,5	27,1
4	Мезо-экто (мезоморф-эктоморф)	Мезоморфный и эктоморфный компоненты равны или отличаются друг от друга менее, чем на полбалла. Эндоморфный компонент уступает более, чем на 1 балл	-	20	4,7	8,3

5	Мезо-экторморфный (мезоморфный экторморф)	Экторморфный компонент преобладает, мезоморфный – отличается от эндоморфного более, чем на полбалла	21,45	33,3	7,1	29,2
6	Сбалансированный экторморфный (СБ ЕСТО)	Экторморфный компонент преобладает (отличается от остальных более, чем на 1 балл), а мезоморфный и эндоморфный компоненты равны или отличаются друг от друга не более, чем на полбалла	7,15	-	3,5	-
7	Эндо-экторморфный (эндоморфный экторморф)	Экторморфный компонент преобладает, эндоморфный – отличается от мезоморфного более, чем на полбалла	-	-	-	-
8	Эндо-экто (эндоморф- экторморф)	Эндоморфный и экторморфный компоненты равны или отличаются друг от друга менее, чем на полбалла. Мезоморфный компонент уступает более, чем на 1 балл	-	-	-	-
9	Экто-эндоморфный (экторморфный эндоморф)	Эндоморфный компонент преобладает, экторморфный – отличается от мезоморфного более, чем на полбалла	-	-	-	-
10	Сбалансированный эндоморфный (СБ ENDO)	Эндоморфный компонент преобладает (отличается от остальных более, чем на 1 балл), а мезоморфный и экторморфный компоненты равны или отличаются друг от друга не более, чем на полбалла	-	-	-	-
11	Мезо- эндоморфный	Эндоморфный компонент преобладает, мезоморфный – отличается от экторморфного	-	-	4,7	-

	(мезоморфный эндоморф)	более, чем на полбалла				
12	Мезо-эндо (мезоморф-эндоморф)	Мезоморфный и эндоморфный компоненты равны или отличаются друг от друга менее, чем на полбалла. Экторморфный компонент уступает более, чем на 1 балл	7,15	-	20	-
13	Эндо-мезоморфный (эндоморфный мезоморф)	Мезоморфный компонент преобладает, эндоморфный – отличается от эктоморфного более, чем на полбалла	21,4	26,7	23,5	22,9
Всего			100	100	100	100



3а



36

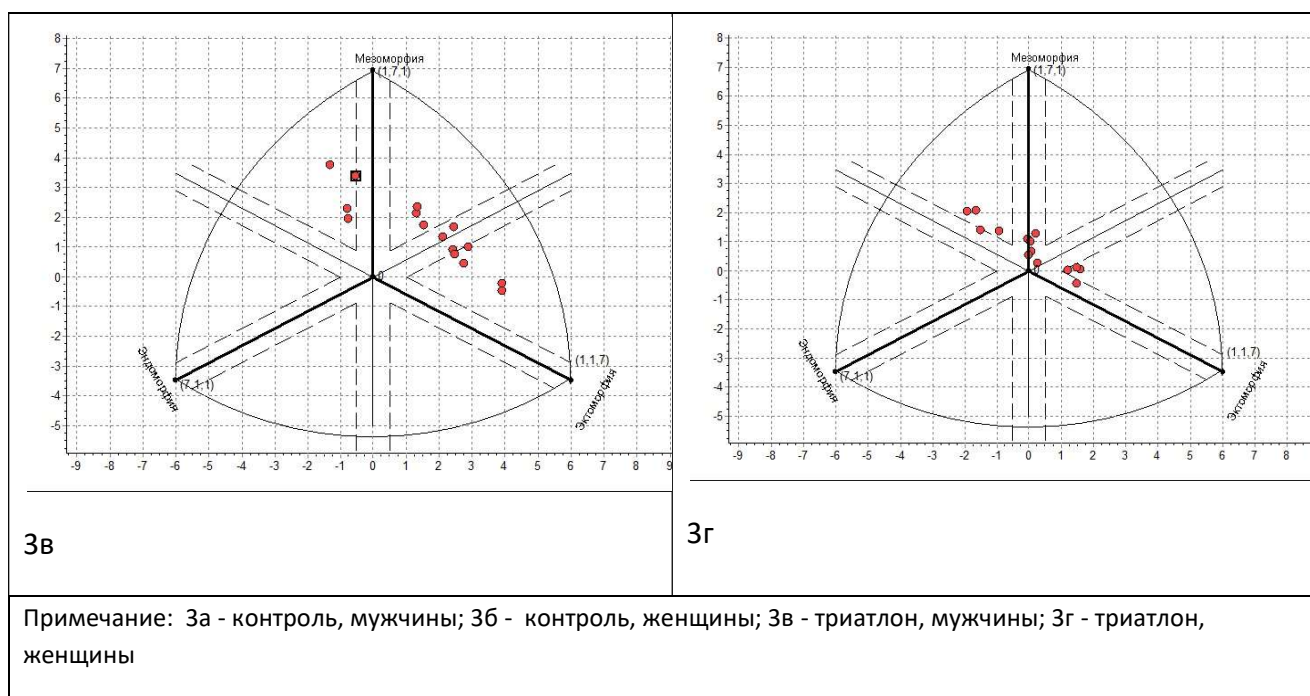


Рис. 3. Распределение соматотипов обследованных спортсменов и представителей группы контроля на соматосрезе Хит-Картера

Соматотипологические облака триатлетов, как мужчин (Зв), так и женщин (Зг), локализованы и более ограничены, чем облака представителей контрольной группы (За и Зб) и не имеют «выскакивающих» соматотипов, с избыточно развитым жировым компонентом например. При этом видно, что мужчины обеих групп более мышечны, чем женщины, т.к. оба соматотипологических облака смещены вверх по оси мезоморфии.

**Выводы.** По результатам проведенного обследования и сравнительного анализа показано, что женщины-триатлетки имеют большие по сравнению с группой контроля антропометрические показатели (кроме длины тела) и показатели мышечной массы тела (хотя различия не достоверны). При этом особенностью триатлетов, отличающих их от женщин группы контроля, является повышение балла эктоморфии, отвечающего за грацильность и вытянутость скелета, и понижение баллов мезоморфии и эндоморфии, отвечающих за развитие мышечного и жирового компонентов соответственно.

Мужчины-триатлеты более схожи по своим морфологическим показателям с представителями группы контроля. Показатели группового соматотипа у триатлетов отличаются от группового соматотипа представителей группы контроля в сторону увеличения компонента ECTO и уменьшения компонентов ENDO и MESO, как и в группе женщин, однако различия недостоверны.

Вероятно, триатлон, как вид спорта, являющийся многоборьем, диктует гармоничное развитие, при котором спортсмены-триатлеты близки к группе контроля, а точнее, если ориентироваться на соматотипологические облака, то к центральным их частям у групп контроля, где находятся представители с гармоничным физическим развитием.

**Список литературы:**

1. Программа спортивной подготовки по виду спорта триатлон. Разработана в соответствии с Федеральным стандартом спортивной подготовки по виду спорта триатлон, утвержденным приказом Министерства спорта Российской Федерации от 19.01.2018 г. № 30, Санкт-Петербург 2017. <http://watersportspb.ru/documentations/triatlon.pdf>
2. Фицджеральд М. Соревновательный вес: как стать сухим для пика работоспособности. М. Фицджеральд: пер. с англ. В.Ю. Давыдов, В.Б. Авдиенко. Мурманск: Тулома, 2011.
3. Выборная К.В., Семенов М.М., Лавриненко С.В., Раджабкадиев Р.М. Особенности состава тела высококвалифицированных спортсменов – членов сборной команды России по хоккею с шайбой. «Актуальные проблемы и перспективы развития хоккея с шайбой и формирование компетенций тренеров в условиях реализации НППХ «Красная машина»»: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (22-23 сентября 2020). Уфа: ЦНИЗиР БашИФК, 2020.
4. Семенов М.М., Выборная К.В., Раджабкадиев Р.М., Лавриненко С.В. Сравнительная оценка состава тела баскетболисток. Баскетбол. Интеграционные процессы науки и практики: Сборник статей по материалам III международной научно-практической конференции, 25 ноября 2020. Под ред. д-ра пед. наук профессора В.С. Макеевой. Москва: РГУФКСМиТ, 2020.
5. Лавриненко С.В., Выборная К.В., Семенов М.М., Раджабкадиев Р.М. Особенности состава тела высококвалифицированных боксеров. Боевые искусства и спортивные единоборства: наука, практика, воспитание: Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Москва, 15 октября 2020 г.) Под общ. ред. Ю.Л. Орлова, Л.Г. Рыжковой. М.: Лика, 2020.
6. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Бурляева Е.А. Использование метода комплексной антропометрии в спортивной и клинической практике: методические рекомендации. М.: Спорт, 2018.
7. Мартиросов Э.Г., Руднев С.Г., Николаев Д.В. Применение антропометрических методов в спорте, спортивной медицине и фитнесе. Учебное пособие. М.: Физическая культура, 2010.
8. Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. Технологии и методы определения состава тела человека. М.: Наука, 2006.
9. Колесников В.А., Руднев С.Г., Николаев Д.В., Анисимова А.В., Година Е.З. О новом протоколе оценки соматотипа по схеме Хит-Картера в программном обеспечении биоимпедансного анализатора состава тела. Вестн. Моск. ун-та. Сер. XXIII. Антропология. 2016; 4: 4–13.
10. Дерябин В.Е. Краткий справочник по решению типовых задач биометрической обработки антропологических данных. М.; 2005. Рукопись, депонированная в ВИНТИ №1187-В2005 от 29.08.2005.
11. Стклянина Л.В., Лузин В.И. Результаты комбинированного соматотипирования с

сочетанием методик П.Н. Башкирова и Хит-Картера. Морфологический альманах имени В.Г. Ковешникова, 2019; Т. 17(1): 65-70.

#### References:

1. The program of sports training for triathlon. Developed in accordance with the Federal standard of sports training in triathlon, approved by order of the Russian Ministry of Sports. No. 30 of January 19, 2018, St. Petersburg 2017, 104 p., Available at: [Http://watersportspb.ru/documentations/triatlon.pdf](http://watersportspb.ru/documentations/triatlon.pdf)
2. Fitzgerald M. Competitive weight: how to become dry for peak performance. M. Fitzgerald: trans. from English V.Yu. Davydov, V.B. Avdienko. - Murmansk: Tuloma, 2011.
3. Vybornaya K.V., Semenov M.M., Lavrinenko S.V., Radzhabkadiev R.M. Specificities of the body composition of highly qualified athletes - members of the Russian national ice hockey team. "Relevant problems and perspectives for the development of ice hockey and the formation of the competencies of coaches in the context of the implementation of the NPPH" Red Machine ": proceedings of the All-Russian scientific and practical conference with international participation (September 22-23, 2020). Ufa: TsNIZiRBashIFK, 2020.
4. Semenov M.M., Vybornaya K.V., Radzhabkadiev R.M., Lavrinenko S.V. Comparative assessment of the body composition of basketball players. Basketball. Integration processes of science and practice: Collection of articles based on the proceedings of the III international scientific and practical conference, November 25, 2020 / Ed. Dr.SC. (Ped.), professor V.S. Makeeva - Moscow: RGUFKSMiT, 2020.
5. Lavrinenko S.V., Vybornaya K.V., Semenov M.M., Radzhabkadiev R.M. Specificities of the body composition of highly qualified boxers. Martial arts and combat sports: science, practice, education: Proceedings of the V All-Russian scientific and practical conference with international participation (Moscow, October 15, 2020) / Ed. Yu.L. Orlova, L.G. Ryzhkova. M.: Lika, 2020.
6. V.A. Tutelyan, D.B. Nikityuk, E.A. Burlyaeva. Using the method of complex anthropometry in sports and clinical practice: guidelines. M.: Sport, 2018.
7. Martirosov E.G., Rudnev S.G., Nikolaev D.V. Application of anthropometric methods in sports, sports medicine and fitness. Tutorial. M.: Physical training, 2010.
8. E.G. Martirosov, D.V. Nikolaev, S.G. Rudnev. Technologies and methods for determining the composition of the human body. M.: Nauka, 2006.
9. Kolesnikov V.A., Rudnev S.G., Nikolaev D.V., Anisimova A.V., Godina E.Z. On the new protocol for assessing the somatotype according to the Heath-Carter scheme in the software of the bioimpedance body composition analyzer. Vestnik of Moscow Un-ti. Ser. XXIII. Anthropology. 2016; 4: 4-13.
10. Deryabin V.E. A short guide to solving typical problems of biometric processing of anthropological data. M.; 2005. Manuscript deposited at VINITI No. 1187-B2005 of 29.08.2005.
11. Steklyanina L.V., Luzin V.I. The results of combined somatotyping with a combination of methods by P.N. Bashkirov and Hit-Carter. The Koveshikov morphological almanac, 2019; Vol. 17(1): 65-70.

Поступила/Received: 03.09.2021

Принята в печать/Accepted: 06.09.2021.