

## СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ЗДОРОВЬЕ ДЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ ВОЗРАСТАЮЩЕЙ ТРАНСПОРТНОЙ И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

© 2019 г. Е. А. Чанчаева, О. В. Гвоздарева, А. Ю. Гвоздарев

ФГБОУ «Горно-Алтайский государственный университет», г. Горно-Алтайск

Проведен анализ литературы о состоянии атмосферного воздуха и здоровья детей в условиях возрастающей транспортной и теплоэнергетической нагрузки. По данным литературы, автотранспорт и угольные котельные – главные антропогенные источники выбросов в атмосферный воздух загрязняющих веществ. Попытки снизить их содержание в воздушной среде в настоящее время не приносят желаемого результата, выхлопы двигателей внутреннего сгорания и продукты горения твердого топлива остаются главными загрязняющими атмосферу факторами. Состояние воздушного бассейна селитебных территорий определяется природными особенностями регионов (режим выветривания, рельеф местности и др.). Рост числа респираторных заболеваний, включая острые респираторные инфекции и хронические обструктивные заболевания легких, развитие болезней сердечно-сосудистой системы, онкологических заболеваний напрямую связаны с загрязнением атмосферного воздуха. Детский организм отличается высокой чувствительностью, что позволяет рассматривать его в качестве индикатора состояния среды обитания в условиях нарастающей экологической угрозы. Ухудшение экологического состояния воздушной среды города Горно-Алтайска связано с возрастающей транспортной нагрузкой, твердотопливными стационарными источниками, трансграничным переносом загрязняющих веществ с соседних регионов. Для актуализации проблемы необходимы мероприятия по ранжированию селитебной территории в зависимости от степени загрязнения атмосферного воздуха и проведение анализа состояния здоровья детей, как наиболее уязвимой части населения, с учетом экологической обстановки.

**Ключевые слова:** атмосферное загрязнение, теплоэнергетическая нагрузка, транспортная нагрузка, здоровье детей

## AIR QUALITY AND CHILDREN'S HEALTH: THE ROLE OF INCREASING TRANSPORT-RELATED AND THERMAL AIR POLLUTION

E. A. Chanchaeva, O. V. Gvozdeva, A. Yu. Gvozdev

Gorno-Altai State University, Gorno-Altai, Russia

We performed a literature review on the associations between quality with special emphasis on increasing transport and thermal air pollution. Motor vehicles and coal boilers are the main anthropogenic sources of emissions of pollutants into the air. Attempts to reduce their content in the air currently do not bring the desired result, the exhaust of internal combustion engines and combustion products of solid fuel remain the main polluting factors. Air quality in residential areas is influenced by climatic and natural peculiarities of the regions (weather, terrain, etc.). Respiratory diseases, including acute respiratory infections and chronic obstructive pulmonary disease, cardiovascular diseases, lung cancer are significantly associated with air pollution in adults. A child's body is highly sensitive to the environmental factors which allows us to consider children's health as an indicator of the state of the environmental pollution. The deterioration of the ecological state of the air environment in Gorno-Altai (Altay region of Russia) is associated with increasing transport load, solid fuel stationary sources, and transport of pollutants from neighboring regions. Air pollution in the region needs to be monitored and addressed. This requires zoning of residential areas according to the degree of air pollution and analysis of the health of children as the most vulnerable part of the population, taking into account the environmental situation.

**Key words:** atmospheric pollution, heat power load, transport load, children's health

### Библиографическая ссылка:

Чанчаева Е. А., Гвоздарева О. В., Гвоздарев А. Ю. Состояние атмосферного воздуха и здоровье детей в условиях возрастающей транспортной и теплоэнергетической нагрузки // Экология человека. 2019. № 11. С. 12–19.

Chanchaeva E. A., Gvozdeva O. V., Gvozdev A. Yu. Air Quality and Children's Health: the Role of Increasing Transport-Related and Thermal Air Pollution. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2019, 11, pp. 12-19.

Загрязнение атмосферного воздуха является одной из основных проблем санитарного состояния окружающей среды. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в 2016 году 91 % мирового населения проживал в районах, где уровень загрязнения превышал значения, установленные в Рекомендациях ВОЗ по качеству воздуха [8]. В настоящее время в рамках стратегии «Профилактическая среда» (Направление медицинской науки Российской Федерации до 2025 года) регламентировано проведение

системного социально-гигиенического мониторинга состояния окружающей среды и показателей здоровья населения [23].

Экологическое состояние воздушной среды зависит от многих факторов, в числе которых демографическая, промышленная, транспортная и радиационная нагрузка, особенности регионов (условия для самоочищения (выветривания), особенности рельефа местности и др.) [30]. Основными компонентами, загрязняющими атмосферный воздух, являются мел-

кодисперсные твердые частицы, сажа, окислы азота, серы, угарный газ, нефтепродукты, формальдегид, бенз(а)пирен, тяжелые металлы. При этом спектр загрязняющих веществ очень широк и многие из них не нормированы. Например, в выбросах от автомобильного транспорта специалистами НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина было выявлено 175 химических веществ, 71 % из которых не нормированы [20].

В последнее время большое внимание уделяется загрязнению воздуха твердыми частицами (ТЧ). Концентрация ТЧ является часто используемым косвенным показателем уровня загрязнения воздуха. Основными компонентами ТЧ являются сульфаты, нитраты, аммиак, хлористый натрий, сажа, минеральная пыль и вода. Они состоят из сложной смеси твердых и жидких органических и неорганических веществ, присутствующих во взвешенном состоянии в воздухе [39]. Частицы диаметром менее 10 микрон ( $\leq TЧ_{10}$ ) способны проникать в дыхательные пути и оседать глубоко в легких. Еще более разрушительное воздействие на здоровье оказывают частицы диаметром менее 2,5 микрон ( $\leq TЧ_{2,5}$ ), которые могут преодолевать аэрогеоматический барьер и попадать в кровеносную систему [8, 40].

Дополнительную опасность представляет способность ТЧ адсорбировать токсичные вещества, которые также попадают во внутреннюю среду организма [4, 33, 36, 48]. Частицы металлов имеют высокую адгезию, легко попадая через пыль, почву, растения в организм человека и животных [41]. Так, биодоступность Cd, Ni, Pb и Zn уменьшается с увеличением размера частиц, обратная тенденция наблюдается для концентраций Mn, Cu и Fe. Такие особенности объясняются сочетанием физико-химических характеристик пылевого и металлического состава [37, 40, 43]. Между концентрацией мелких частиц ( $TЧ_{10}$  и  $TЧ_{2,5}$ ) в атмосферном воздухе и показателями смертности и заболеваемости зарегистрирована прямая взаимосвязь. Хроническое воздействие твердых частиц усугубляет риск развития сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний, а также рака легких [8]. Показатели медико-демографических потерь напрямую зависят от уровня загрязнения воздуха твердыми частицами [33], которые запускают патогенные сосудистые механизмы за счет ускорения тромбозов, нарушения эндогенного фибринолиза, активируют воспаление легких [46]. Твердые частицы дизельных выхлопных газов индуцируют воспалительные реакции в дыхательных путях с повышенной экспрессией цитокинов, активируют выработку кислой слизи, вакуолизацию клеток [45].

Сжигание ископаемого топлива считается одним из главных антропогенных источников выбросов в атмосферный воздух твердых частиц, окислов азота, серы, формальдегида, сажи, угарного газа, попадающих в дальнейшем в гидросферу, педосферу и биосферу по различным цепям. Например, относительно фоновых значений пылевой нагрузки г. Томска

наибольшее загрязнение выявлено в окрестностях угольных котельных. В атмосферный воздух поступают частицы диаметром менее 2,5 мкм и менее 0,1 мкм, содержащие токсичные микроэлементы [25]. Теплоэнергетические объекты, использующие уголь, находятся на первом месте по объемам выбросов. Почти половина населения Земли зависит от сжигания твердых видов топлива [38].

Ежегодно в мире сжигается свыше 10 млрд т условного топлива, что приводит к выбросу в атмосферу около  $10^{14}$  м<sup>3</sup> продуктов сгорания, при этом состав эмиссий зависит от: состава угля, термодинамической устойчивости соединений, технологии сжигания твердого топлива и сбора, складирования и утилизации шлаков и золы. От сжигания угля на поверхность Земли выпадает (т): Hg — 1 600, Pb — 3 600, Cu — 2 100, Zn — около 7 000, Ni — 3 700 и т. д. При этом выделяется больше опасных веществ, чем включается в биологический круговорот: As — в 125, U — в 60, Cd — в 40, Y, Zr — в 10, Sn — в 3–4 раза [1]. Поэтому выбросы котельных могут привести к существенному накоплению вредных веществ в почве, а загрязнение снегового покрова может значительно ухудшить качество воды. Таким образом, вторичное поступление загрязняющих веществ из атмосферы в почву, воду и продукты питания является единой цепью, в которой организм человека представляется начальным и замыкающим звеном. Многолетнее накопление в почве техногенной пыли снижает урожайность земли [17], приводит к аккумуляции химических элементов в вегетативных органах растений [1]. При сжигании природного газа в окружающем воздухе содержится значительно меньше CO, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, а тяжелые металлы и TЧ<sub>2,5</sub> практически отсутствуют [32].

В пределах Российской Федерации ежегодно регистрируется выброс в атмосферу около 32 млн т различных загрязнений, более чем в 130 городах страны отмечен высокий уровень загрязнений атмосферного воздуха [5]. При этом остаются неучтенными многие показатели загрязняющих веществ, например, атмосферные взвеси [4] и продукты эксплуатационного износа дорожно-автомобильного комплекса (ДАК) [19].

В 2017 году чаще всего превышения гигиенических нормативов содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских поселений фиксировали вблизи автомагистралей в зоне жилой застройки и на стационарных постах, в зонах влияния промышленных предприятий [5]. Приоритетными веществами, формирующими загрязнение атмосферного воздуха городских территорий Российской Федерации, являлись бенз(а)пирен, тяжелые металлы, фтористый водород, сероводород, фенол и взвешенные вещества, сельских — амины (алифатические и ароматические), хлористый водород, фтористый водород, аммиак, фенол и углерода оксид. Например, для Санкт-Петербурга приоритетными загрязняющими атмосферный воздух веществами являются диоксид азота, оксид азота, диоксид серы и бензол [9].

За 2017 год в Российской Федерации было зарегистрировано увеличение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу: от стационарных источников (на 0,3 %), автотранспорта (на 2,1 %), железнодорожного транспорта (на 5,7 %). Кроме того, увеличение выбросов загрязняющих веществ произошло за счет использования транспортными средствами автомобильного топлива, не соответствующего требованиям экологического класса К4 и К5 по содержанию загрязняющих веществ; рост в городах числа транспортных средств, эксплуатируемых в условиях плотной городской застройки; использования источниками теплоснабжения, расположенными в Азиатской части России (в основном в Сибирском федеральном округе), угля и дров в качестве топлива; неблагоприятных метеорологических условий для рассеивания примесей в атмосфере (в 2017 г. зарегистрировано максимум случаев за 18 лет наблюдений) [8].

В литературе встречаются данные о неблагоприятной экологической ситуации по составу атмосферного воздуха в регионах со сравнительно низкой промышленной, демографической и радиационной нагрузкой [22, 30] и удовлетворительным состоянием воздушной среды в промышленно развитых городах [17, 25]. Таким образом, рациональный подход к решению проблем по улучшению экологического состояния воздушной среды позволил во многих городах России изменить экологическую обстановку в лучшую сторону, в то время как недостаточная практическая деятельность не изменяет обстановку даже в регионах, где отсутствуют крупные промышленные предприятия.

Несмотря на меры, направленные на снижение содержания токсичных веществ в выхлопах двигателей внутреннего сгорания за счет новых стандартов топлива, по сей день автотранспорт остается одним из ведущих факторов загрязнения атмосферного воздуха [3]. Выбросы автотранспорта содержат оксид углерода, диоксид азота, углеводороды, сажу, диоксид серы, соединения свинца, формальдегид, бенз(а)пирен. Кроме того, в твердых компонентах выхлопов содержатся такие элементы, как V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, являющиеся источниками токсичных веществ. Наиболее распространенными полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ) являются: пирен, фенантрен, аценаптитен и флуорантен, которые связаны с дизельными и бензиновыми выхлопными частицами, при этом многие соединения являются мутагенами и канцерогенами [42, 44, 49].

Загрязнение атмосферного воздуха городов происходит не только отработавшими газами, но и продуктами эксплуатационного износа ДАК (износ шин и дорожного полотна). Износ пневматических шин автотранспорта происходит под действием климатических условий и режимов движения автомобилей. В образующейся таким образом пыли содержится более 140 опасных для здоровья химических соединений, в

том числе ПАУ, летучие канцерогены [34]. Сравнение эмиссии автомобильных двигателей показало, что выхлопы дизельных двигателей более токсичны, чем бензиновых, а замена топлива на этанол или другие виды источника энергии не только не дает ожидаемого результата, но еще больше усугубляет неблагоприятное экологическое состояние атмосферного воздуха [33, 35]. Использование альтернативных видов топлива позволяет снизить содержание в выхлопах  $\text{CO}_2$ , но значительно увеличивает выбросы  $\text{TC}_{10}$  и  $\text{TC}_{2.5}$  [35]. Таким образом, автотранспорт остается одним из ведущих факторов загрязнения атмосферного воздуха токсичными веществами, в настоящее время попытки снизить содержание токсичных веществ в выхлопах двигателей внутреннего сгорания не приносят желаемого результата.

По оценкам ВОЗ, в 2016 году около 58 % случаев преждевременной смерти, связанной с загрязнением атмосферного воздуха, произошли в результате ишемической болезни сердца и инсульта, 18 % — в результате хронической обструктивной болезни легких или острых инфекций нижних дыхательных путей и 6 % — в результате рака легких [8].

Наиболее высокие значения индексов опасности на территории г. Москва определены на постах, размещенных вблизи крупных автомагистралей и промышленных объектов [7]. По данным мониторинга всех ведомств, наибольшему риску развития как хронических, так и острых неблагоприятных эффектов у населения подвержены органы дыхания за счет взвешенных веществ и диоксида азота, воздействия формальдегида [4, 7]. Исследования, проведенные в промышленных городах Восточной Сибири, показали, что увеличение частоты возникновения аллергического ринита и бронхиальной астмы среди детей составляет 28–36 %, более чем у 30 % обследованных обнаружена сенсibilизация к данному химическому веществу. Установлено, что риск нарушений иммунитета у подростков, проживающих в промышленных городах Восточно-Сибирского региона, обусловлен наличием в воздушной среде формальдегида [12, 13]. На основании анализа продолжительности жизни населения, экологического состояния атмосферного воздуха Сибирский федеральный округ среди прочих (Крымский, Северо-Кавказский, Южный, Приволжский, Северо-Западный, Дальневосточный, Центральный и Уральский) отнесен к числу самых неблагоприятных регионов [30].

Основой здоровьесберегающей деятельности в среде с высокой экологической нагрузкой является мониторинг, базирующийся на донологической диагностике и теории адаптации [2, 14, 29, 47]. Неблагоприятные экологические условия модифицируют механизмы возрастного развития и адаптационные резервы основных систем жизнеобеспечения организма человека [28]. С периода детства организм человека подвергается воздействию аэротехногенной нагрузки, снижающей компенсаторные возможности. Под воз-

действием аэротехногенных факторов в организме изменяется активность некоторых ферментов и происходит накопление продуктов, создающих эндогенную интоксикацию [15]. При длительном воздействии этих факторов у детского населения наблюдаются волнообразные циклические изменения адаптационного процесса в организме, сопровождающиеся сменой снижения риска заболеваемости на фазу низкой сопротивляемости к повреждающим факторам [18].

Ухудшение здоровья детей и несоответствие физического развития возрастным нормам, по мнению многих авторов, — результат негативного воздействия экологического фактора [10–13, 15, 16, 31, 44]. Детский организм отличается высокой чувствительностью к воздействию неблагоприятных факторов среды, подвержен патогенному воздействию даже допороговых концентраций вредных веществ, что позволяет рассматривать его в качестве своеобразного индикатора состояния среды обитания, особенно в условиях нарастающей экологической угрозы как в целом по России, так и по отдельным ее областям [31]. Одним из основных факторов риска возникновения заболеваний у населения городов принято считать уровень атмосферного загрязнения [21, 26, 27]. В рамках этой проблемы изучение экологического состояния атмосферного воздуха — один из компонентов исследовательской деятельности здоровьесберегающей направленности.

В условиях хронического низкоуровневого воздействия комплекса металлов на организм детей установлено повышенное содержание в крови Pb, Mn, Ni, Cd и Cr. У этого контингента нарушения физического развития выявлялись в 1,2–1,7 раза чаще, чем в условиях санитарно-гигиенического благополучия [10]. Исследованиями доказано, что продукты эксплуатационного износа ДАК и отработавшие газы определяют от 58 до 81 % заболеваний детей, проживающих в зоне интенсивного транспортного потока (более 3 000 автомобилей/час). В частности, продукты эксплуатационного износа провоцируют от 16 до 23 % случаев от всех заболеваний, в том числе от 8 до 12 % соединениями тяжелых металлов [21].

Механизм развития респираторных заболеваний в зависимости от степени загрязнения атмосферного воздуха рассмотрен во многих исследованиях [11, 44]. Антропогенные химические факторы, загрязняющие атмосферный воздух, обладают способностью снижать активность местных механизмов противoinфекционной резистентности верхних дыхательных путей. В ответ на действие химических поллютантов могут изменяться как количественные, так и качественные характеристики бактерий. Эти процессы приводят к колонизации слизистых оболочек патогенными и условно-патогенными микроорганизмами, что способствует обострению или хронизации воспалительных заболеваний, а также приводит к развитию длительного бактерионосительства [16].

Республика Алтай — сельскохозяйственный регион с мелкими промышленными предприятиями, загряз-

нение атмосферного воздуха в регионе происходит главным образом за счет выбросов автомобильного транспорта, котельных и отопительных печей [6]. Особенностью территории административного центра (г. Горно-Алтайск) является расположение в межгорной котловине со слабым естественным самоочищением (выветриванием) воздушного бассейна [24]. По результатам расчета, объем валовых выбросов загрязняющих веществ от различных источников в атмосферный воздух за 2016 год составил: по всей республике — 33,6 тыс. т/г; на территории Горно-Алтайска — 8,3 тыс. т/г, из них за счет автомобильного транспорта — 49 %, за счет топливно-энергетических предприятий — 51 %.

Несмотря на газификацию города и снижение объема выбросов от угольных котельных, общий объем загрязняющих веществ остается на прежнем уровне за счет значительного увеличения автотранспорта и нерешенных проблем по расширению сети автомагистрали города, которая на данный момент крайне ограничена и перегружена транспортом. За период с 2013 по 2016 год в Горно-Алтайске объем эмиссий от автотранспорта увеличился на 45–50 % (на 8–10 % в год) [6]. По данным литературы [22], с соседних к республике территорий (Алтайский край, Казахстан) осуществляется трансграничный перенос веществ, загрязняющих атмосферный воздух. В результате на фоне низкой промышленной и демографической (63 214 человек) нагрузки складывается неблагоприятная экологическая ситуация по состоянию атмосферного воздуха. Комплексный анализ состояния здоровья населения в целом и детского населения в частности в данном регионе в зависимости от степени загрязнения воздушной среды не проводился.

Таким образом, ухудшение экологического состояния воздушной среды Горно-Алтайска связано с возрастающей транспортной нагрузкой, действующими твердотопливными стационарными источниками, трансграничным переносом загрязняющих веществ с соседних регионов. Для актуализации проблемы необходимы мероприятия по ранжированию селитебной территории в зависимости от степени загрязненности атмосферного воздуха и проведение анализа состояния здоровья детей, как наиболее уязвимой части населения, с учетом экологической обстановки.

В настоящее время основными источниками, загрязняющими атмосферный воздух в непромышленных регионах, являются автотранспорт и теплоэнергетические объекты. Медико-демографическая ситуация детского населения напрямую зависит от уровня загрязнения атмосферного воздуха. Необходимы мероприятия по актуализации проблемы загрязнения воздушной среды для улучшения экологической обстановки в селитебных районах и сохранения здоровья подрастающего поколения.

#### Авторство

Чанчаева Е. А. провела анализ литературных данных в системах Scopus и РИНЦ о состоянии атмосферного воздуха

и здоровья населения в условиях длительного воздействия загрязняющих веществ на организм, окончательно утвердила присланную в редакцию рукопись; Гвоздарева О. В. провела анализ данных о состоянии воздушной среды в Республике Алтай, участвовала в редактировании материала статьи; Гвоздарев А. Ю. произвел расчет валового объема выбросов загрязняющих веществ в Горно-Алтайске, участвовал в редактировании материала статьи.

Чанчаева Елена Анатольевна – ORCID 0000-0001-5281-1145; SPIN 1295-9908

Гвоздарева Ольга Владимировна – ORCID 0000-0002-3655-0341; SPIN 6359-3591

Гвоздарев Алексей Юрьевич – ORCID 0000-0002-0196-4712; SPIN 4018-4026

### Список литературы

1. Аскарлова Д. А. Влияние угольной пыли на накопление Pb, Cd проростками бобовой культуры // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2017. № 1 (25). С. 169–177.
2. Бузинов Р. В., Кикун П. Ф., Унгуриян Т. Н., Ярыгина М. В., Гудков А. Б. От Поморья до Приморья: социально-гигиенические и экологические проблемы здоровья населения: монография. Архангельск: Изд-во Северного государственного медицинского университета, 2016. 397 с.
3. Глебов В. В., Киричук А. А. Возможности биомониторинга в оценке экологического состояния экосистем столичного мегаполиса // Мир науки, культуры, образования. 2014. № 5. С. 339–341.
4. Голохваст К. С., Чайка В. В., Никифоров П. А., Блиновская Я. Ю., Филонова Е. А., Семинихин В. А. Влияние крупного угольного терминала на состав атмосферных взвесей населенного пункта // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2015. Вып. 56. С. 73–77.
5. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году». URL: [http://www.gospotrebnadzor.ru/upload/iblock/c51/gd\\_2017\\_seb.pdf](http://www.gospotrebnadzor.ru/upload/iblock/c51/gd_2017_seb.pdf) (дата обращения: 15.08.2018).
6. Доклад Автономного учреждения Республики Алтай «Алтайский региональный институт экологии» о состоянии и об охране окружающей среды Республики Алтай в 2016 году. URL: [http://altai-republic.ru/society/doklad\\_nature\\_2016.pdf](http://altai-republic.ru/society/doklad_nature_2016.pdf) (дата обращения: 14.08.2018)
7. Иваненко А. В., Судакова Е. В., Скворцова С. А., Бестужева Е. В. Оценка риска здоровью населения от воздействия атмосферных загрязнений на отдельных территориях Москвы // Гигиена и санитария. 2017. № 3. С. 206–211.
8. Качество атмосферного воздуха и здоровье: информационный бюллетень Всемирной организации здравоохранения. 2 мая 2018. URL: [http://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (дата обращения: 14.08.2018).
9. Киселев А. В., Григорьева Я. В. Применение результатов расчета загрязнения атмосферного воздуха для социально-гигиенического мониторинга // Гигиена и санитария. 2017. № 4 (96). С. 306–309.
10. Лужецкий К. П., Устинова О. Ю., Голева О. И., Штина И. Е. Анализ эффективности технологий коррекции нарушений физического развития у детей, проживающих в условиях низкоуровневого загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды металлами (свинец, марганец, никель, хром, кадмий) // Гигиена и санитария. 2018. № 1 (97). С. 75–81.
11. Маклакова О. А., Устинова О. Ю., Ивашова Ю. А. Особенности кардиореспираторной системы у детей, проживающих в условиях загрязнения атмосферного воздуха металлами (ванадий, марганец) // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. 2017. Вып. 4. С. 427–235.
12. Маснавиева Л. Б., Кудаева И. В., Рукавишников В. С. Оценка зависимости реакции миграции лейкоцитов от уровня ингаляционного воздействия приоритетных загрязнителей воздушной среды // Анализ риска здоровью. 2017. № 3. С. 60–65.
13. Маснавиева Л. Б., Кудаева И. В. Вариабельность показателей иммунной системы при различной ингаляционной нагрузке диоксидом азота воздушной среды // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2018. № 42. С. 192–206.
14. Мироновская А. В., Бузинов Р. В., Гудков А. Б. Прогнозная оценка неотложной сердечно-сосудистой патологии у населения северной урбанизированной территории. // Здравоохранение Российской Федерации. 2011. № 5. С. 66–67.
15. Мячина О. В., Зуйкова А. А., Пашков А. Н. Компенсаторные возможности детского организма в условиях азототехногенной нагрузки // Гигиена и санитария. 2015. № 9 (94). С. 22–25.
16. Несмеянова Н. Н., Соседова Л. М. Состояние микроэкологии слизистых верхних дыхательных путей у подростков, проживающих в городах с химической промышленностью // Acta Biomedica Scientifica. 2012. № 2 (84). С. 92–94.
17. Осипова Н. А., Язиков Е. Г., Тарасова Н. П., Осипов К. Ю. Тяжелые металлы в почвах в районах воздействия угольных предприятий и их влияние на здоровье населения // Безопасность в техносфере. 2015. № 2 (март–апрель). С. 16–26.
18. Прусаков В. М., Прусакова А. В., Прусаков В. Л. Адаптационные реакции организма и диагностика воздействия окружающей среды на заболеваемость населения // Гигиена и санитария. 2015. № 6 (94). С. 71–79.
19. Рахманин Ю. А., Леванчук А. В., Копытенкова О. И. Совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга территорий крупных городов // Гигиена и санитария. 2017. № 4 (96). С. 298–301.
20. Рахманин Ю. А., Михайлова Р. И. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины // Гигиена и санитария. 2014. № 5 (93). С. 5–10.
21. Рахманин Ю. А., Русаков Н. В., Самутин Н. М. Отходы – как интегральный эколого-гигиенический критерий комплексного воздействия на окружающую среду и здоровье населения // Гигиена и санитария. 2015. № 6 (94). С. 5–11.
22. Робертус Ю. В., Удачин В. Н., Рихванов Л. П., Юсупов Д. В., Кивацкая А. В., Любимов Р. В. Индикация компонентами природной среды трансграничного переноса загрязняющих веществ на территорию Горного Алтая // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2016, № 9. С. 39–48.
23. Стратегия развития медицинской науки в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена распоряжением правительства РФ от 28 декабря 2012 г. № 2580-р). 2.1. Научная платформа «Профилактическая среда» 39–54. URL: <http://www.garant.ru/productsipo/prime/doc/70192396/> (дата обращения: 14.08.2018).
24. Сухова М. Г., Гармс Е. О. Климатические условия формирования межгорно-котловинных и горно-долинных ландшафтов Алтая // Мир науки, культуры, образования. 2012. № 1 (32). С. 315–318.

25. Таловская А. В., Языков Е. Г., Шахова Т. С., Филлимоненко Е. А. Оценка аэротехногенного загрязнения в окрестностях угольных и нефтяных котельных по состоянию снегового покрова (на примере Томской области) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2016. № 10 (327). С. 116–130.

26. Унгурияну Т. Н., Новиков С. М., Бузинов Р. В., Гудков А. Б., Осадчук Д. Н. Риск для здоровья населения от химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, в городе с развитой целлюлозно-бумажной промышленностью // Гигиена и санитария. 2010. № 4. С. 21–24.

27. Чащин В. П., Сюрин С. А., Гудков А. Б., Попова О. Н., Воронин А. Ю. Воздействие промышленных загрязнений атмосферного воздуха на организм работников, выполняющих трудовые операции на открытом воздухе в условиях холода // Медицина труда и промышленная экология. 2014. № 9. С. 20–26.

28. Шибков А. А., Ефимова Н. В. Уровень адаптационного потенциала и морфофункционального состояния детей 7–8 лет, проживающих в экологически неблагоприятных условиях мегаполиса // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2016. № 1. С. 122–132.

29. Шибкова Д. З., Семенова М. В., Шибков А. А. Особенности интегративного развития детей, проживающих в зонах экологического неблагополучия // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2015. № 1. С. 68–77.

30. Шербатюк А. В. Стратегия оптимизации управления экологической безопасностью воздушной среды городов в условиях внутриконтинентальных межгорных котловин // Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства. 2018. № 1. С. 29–34.

31. Яцына И. В., Синева Е. Л., Тулакин А. В., Жадан И. Ю., Преображенская Е. А., Саранча Е. О. Здоровье детей промышленно развитого региона // Гигиена и санитария. 2015. № 5 (94). С. 39–44.

32. Brewer E., Li Y., Finken B., Quartucy G., Muzio L., Baez Al., Garibay M., Jung H. S. PM<sub>2.5</sub> and ultrafine particulate matter emissions from natural gas fired turbine for power generation // Atmospheric Environment. 2016. N 4. P. 141–149.

33. Di Iorio S., Magno A., Mancaruso E., Dal Bello L. Engine performance and emissions of a small diesel engine fueled with various diesel/RME blends // SAE Technical Paper. 2014. N 2014-32-0135.

34. Golikova N. A., Novikova O. A., Ovchinnikova R. I. The content of heavy metals in the fruits of an apple-tree which are grown up within the city of Kursk // Agrarian Bulletin of the Urals. 2011. N 2. P. 43–44.

35. Huo H., Wu Y., Wang M. Total versus urban: Well-to-wheels assessment of criteria pollutant emissions from various vehicle/fuel systems // Atmospheric Environment. 2009. N 43. P. 1796–1804.

36. Jozwiak P., Siczek K. Research on the influence of carbon deposits upon valve wear // Archiwum motoryzacji. 2011. N 1. P. 173–191.

37. Langrish J. P., Unosson J., Bosson J. et al. Altered nitric oxide bioavailability contributes to diesel exhaust inhalation-induced cardiovascular dysfunction in man // J. Am. Heart. Assoc. 2013. N 2 (1). P. e004309

38. Lee A., Kinney P., Chillrud S. A. Systematic Review of Innate Immunomodulatory Effects of Household Air // Ann Glob Health. 2015 May-Jun; 81(3). P. 368-74.

39. Lin Y.-C., Tsai C.-J., Wu Y.-C., Zhang R., Chi K.-H., Huang Y.-T., Lin S.-H., Hsu S.-C. Characteristics of trace

metals in traffic-derived particles in Hsuehshan Tunnel, Taiwan: size distribution, potential source, and fingerprinting metal Ratio // Atmos. Chem. Phys. 2015. N 15. P. 4117–4130. URL: <http://www.atmos-chem-phys.net/15/4117/2015/> (accessed: 4.07.2018)

40. Olumayede E. G., Ediagbonya T. F., Huang Y., Liu Y., Lin A., Zheng Y. Characterization of soil heavy metal contamination and potential health risk in metropolitan region of northern China // Environ. Monit. Assess. 2011. Vol. 172 (1–4). P. 353–365.

41. Olumayede E. G., Ediagbonya T. F., Ojiodu C., Oguntimehin I. Particle-Size Distribution and Bioaccessibility of Metals-Loaded in Street Dust of Urban Center in Southwest Nigeria // Particle-Size Distribution and Bioaccessibility of Metals-Loaded in Street Dust of Urban Center in Southwest Nigeria. Preprints. 2017. URL: <https://www.preprints.org/manuscript/201710.0109/v1> (accessed: 4.07.2018)

42. Olumayede E. G., Ediagbonya T. F. Sequential Extractions and Toxicity Potential of Trace Metals Absorbed into Airborne Particles in an Urban Atmosphere of Southwestern Nigeria // The Scientific World Journal. 2018. Article ID 6852165. P. 9.

43. Phi T. Ha., Chinh P. M., Cuong D. D. Elemental Concentrations in Roadside Dust Along Two National Highways in Northern Vietnam and the Health-Risk Implication // Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 2017. Vol. 74. P. 46–55.

44. Salmanzadeh M., Saeedi M., Li L. Y., Nabi-Bidhendi G. Characterization and metals fractionation of street dust samples from Tehran, Iran // International Journal of Environmental Research. 2015. N. 1 (9). P. 213–224.

45. Serian R., Junqueira M. S., Toledo A. C. [et al.]. Diesel exhaust particulates affect cell signaling, mucin profiles, and apoptosis in trachea explants of Balb/C mice // Environ. Toxicol. 2014. N 30. P. 1297–1308.

46. Tabor S. M., Shaw C. A., Robertson S., Miller M. R., Duffin R., Donaldson K., Newby D. E., Hadoke P. W. F. Platelet activation independent of pulmonary inflammation contributes to diesel exhaust particulate-induced promotion of arterial thrombosis // Particle and Fibre Toxicology. 2016. N. 13 (6). P. 2–14.

47. Unguryanu T., Novikov S., Buzinov R., Gudkov A., Grjibovski A. Respiratory diseases in a town with heavy pulp and paper industry // Epidemiologia and prevenzione. 2010. Vol. 34, iss. 5-6. P. 138.

48. Veremchuk L. V., Yankova V. I., Vitkina T. I., Nazarenko A. V., Golokhvast K. S. Urban air pollution, climate and its impact on asthma morbidity // Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. 2016. N. 6 (1). P. 76–79.

49. Wang J., Pui D. Y. H. Dispersion and filtration of carbon nanotubes (CNTs) and measurement of nanoparticle agglomerates in diesel exhaust // Chemical Engineering Science. 2013. N. 85. P. 69–76.

## References

1. Askarova D. A. Influence of coal dust on accumulation of Pb, Cd by sprouts of legume culture. *Vestnik RUDN. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti* [Newsletter of Russian Peoples' Friendship University. Series: Ecology and life safety]. 2017, 1 (25), pp. 169-177. [In Russian]

2. Buzinov R. V., Kiku P. F., Unguryanu T. N., Yarygina M. V., Gudkov A. B. *Ot Pomor'ya do Primor'ya: sotsial'no-gigienicheskie i ekologicheskie problemy zdorov'ya naseleniya* [From Pomorie to Primorye: socio-hygienic and environmental problems of public health].

Arkhangelsk, Publishing house of the Northern State Medical University, 2016, 397 p.

3. Glebov V. V., Kirichuk A. A. Possibilities of biomonitoring in the assessment of the ecological state of ecosystems of the capital city. *Mir nauki, kultury, obrazovaniya* [World of science, culture and education]. 2014, 5, pp. 339-341. [In Russian]

4. Golohvast K. S., Chaika V. V., Nikiforov P. A., Blinovskaya Ya. Yu., Filonova E. A., Seminihin V. A. The influence of a large coal terminal on the composition of atmospheric suspensions of the settlement. *Byulleten' fiziologii i patologii dyhaniya* [Bulletin of physiology and pathology of respiration]. 2015. Iss. 56, pp. 73-77. [In Russian].

5. State report «On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2017». Available at: <http://www.rosпотребнадзор.ru/upload/iblock> [In Russian] (accessed:15.08.2018)

6. Report of the Autonomous institution of the Altai Republic «Altai regional Institute of ecology» on the state and environmental protection of the Altai Republic in 2016. Access mode: [http://altai-republic.ru/society/doklad\\_nature\\_2016.pdf](http://altai-republic.ru/society/doklad_nature_2016.pdf) (14.08.2018)[In Russian]

7. Ivanenko A. V., Sudakova E. V., Skvortsova S. A., Bestuzheva E. V. Assessment of health risk from exposure to air pollution in some areas of Moscow. *Gigiena i Sanitariya*. 2017, 3, pp. 206-211. [In Russian]

8. Air quality and health: a newsletter of the World Health Organization. May 2, 2018. Available at: [http://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) [In Russian](accessed at: 14.08.2018)

9. Kiselev A. V., Grigorieva Ya. V. Application of calculation results of air pollution in the atmosphere for social and hygienic monitoring. *Gigiena i Sanitariya*. 2017, 4 (96), pp. 306-309. [In Russian]

10. Luzhetsky K. P., Ustinova O. Yu., Goleva O. I., Shtina I. E. Analysis of the effectiveness of technological correction of physical development disorders in children living in conditions of low-level air and drinking water pollution with metals (lead, manganese, Nickel, chromium, cadmium). *Gigiena i Sanitariya*. 2018, 1 (97), pp. 75-81. [In Russian]

11. Maklakova O. A., Ustinova O. Yu., Ivashova Yu. A. Features of cardiorespiratory system in children living in conditions of atmospheric air pollution with metals (V, Mn). *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Biologiya* [Bulletin Perm University. Series: Biology]. 2017, 4, pp. 427-235. [In Russian]

12. Masnavieva L. B., Kudaeva I. V., Rukavishnikov V. S. Assessment of the dependence of leukocyte migration response on the level of inhalation exposure to priority air pollutants. *Analiz riska zdorov'yu* [Health risk analysis]. 2017, 3, pp. 60-65. [In Russian]

13. Masnavieva L. B., Kudaeva I. V. Variability of immune system parameters under different inhalation load of nitrogen dioxide in the air. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya*. [Bulletin of Tomsk state University. Biology]. 2018, 42, pp. 192-206. [In Russian]

14. Mironovskaya A. V., Buzinov R. V., Gudkov A. B. Prognostic evaluation of urgent cardiovascular disease in the population of a northern urbanized area. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii* [Public Health of the Russian Federation]. 2011, 5, pp. 66-67. [In Russian]

15. Myachina O. V., Zuiikova A. A., Pashkov A. N. Compensatory abilities of child's organism in the conditions of aerotechnogenic load. *Gigiena i Sanitariya*. 2015, 9 (94), pp. 22-25. [In Russian].

16. Nesmeyanova N. N., Sosedova L. M. The state of microecology of upper respiratory tract mucosa in adolescents living in cities with chemical industry. *Acta Biomedica Scientifica*. 2012, 2 (84), pp. 92-94. [In Russian]

17. Osipova N. A., Yazikov E. G., Tarasova N. P., Osipov K. Y. Heavy metals in soils in the areas affected by coal enterprises and their impact on public health. *Bezopasnost' v tekhnosfere* [Safety in the techno sphere]. 2015, 2 (March-April), pp. 16-26. [In Russian]

18. Prusakov V. M., Prusakova A. V., Prusakov V. L. Adaptive response of the organism and diagnosis of the effects of the environment on morbidity of population. *Gigiena i Sanitariya*. 2015, 6 (94), pp. 71-79. [In Russian]

19. Rakhmanin Yu. A., Levanchuk A. V., Kopytenko O. I. Improving the system of social and hygienic monitoring of territories of cities. *Gigiena i Sanitariya*. 2017, 4 (96), pp. 298-301. [In Russian]

20. Rakhmanin Yu. A., Mikhaylova R. I. Environment and health: priorities of preventive medicine. *Gigiena i Sanitariya*. 2014, 5, pp. 5-10. [In Russian]

21. Rakhmanin Yu. A., Rusakov N. V., Samutin N. M. Waste - as an integral ecological and hygienic criterion of complex impact on the environment and public health. *Gigiena i Sanitariya*. 2015, 6 (94), pp. 5-11. [In Russian]

22. Robertus Yu. V., Udachin V. N., Rikhvanov L. P., Yusupov D. V., Kivatskaya A. V., Lyubimov R. V. Indication of the environmental components of the transboundary transfer of polluting substances on the territory of Gorny Altai. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesurov* [Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Engineering of geo-resources]. 2016, 9, pp. 39-48. [In Russian]

23. Strategy of development of medical science in the Russian Federation for the period up to 2025 (approved by the order of the government of the Russian Federation dated December 28, 2012 № 2580-R). 2.1. Scientific platform "Preventive environment" 39-54. Available at: <http://www.garant.ru/productsipo/prime/doc/70192396>. [In Russian] (accessed at: 14.08.2018)

24. Sukhova M. G., Garms E. O. Climatic conditions of formation of intermountain and mountain-valley landscapes of Altai. *Mir nauki, kultury, obrazovaniya* [World of science, culture and education]. 2012, 1 (32), pp. 315-318. [In Russian]

25. Talovskaya A. V., Yazikov E. G., Shakhova T. S., Filimonenko E. A. Assessment of aerotechnogenic pollution in the vicinity of coal and oil boilers by snow cover (on the example of the Tomsk region). *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesurov* [Proceedings of the Tomsk Polytechnic University. Engineering of georesources]. 2016, 10 (327), pp. 116-130. [In Russian]

26. Ungurjanu T. N., Novikov S. M., Buzinov R. V., Gudkov A. B., Osadchuk D. N. Public health risk from chemicals, air pollutants in the city with developed pulp and paper industry. *Gigiena i Sanitariya*. 2010, 4, pp. 21-24. [In Russian]

27. Chashchin V. P., Sjurin S. A., Gudkov A. B., Popova O. N., Voronin A. Ju. Influence of industrial pollution of ambient air on health of workers engaged into open air activities in cold conditions. *Meditcina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2014, 9, pp. 20-26. [In Russian]

28. Shibkov A. A., Efimova N. V. The Level of adaptive capacity and morphological status of children 7-8 years old, residing in ecologically unfavorable conditions of a megapolis. *Vestnik RUDN. Seriya : Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti* [Newsletter of Russian Peoples'

- Friendship University. Series: Ecology and life safety]. 2016, 1, pp. 122-132. [In Russian]
29. Shibkova D. Z., Semenova M. V., Shibkov A. A. Features of integrative development of children living in zones of ecological trouble. *Vestnik RUDN. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti* [Newsletter of Russian Peoples' Friendship University. Series: Ecology and life safety]. 2015, 1, pp. 68-77. [In Russian]
30. Shcherbatyuk A. V. Optimization of environmental control of the air environment of cities in terms of landlocked intermontane basin. *Ekologicheskaya bezopasnost' stroitel'stva i gorodskogo khozyaistva* [Environmental safety of construction and municipal economy]. 2018, 1, pp. 29-34. [In Russian]
31. Jacyna I. V., Sineva E. L., Tulakin A.V., Zhadan I. Yu., Preobrazhenskaya E. A., Sarancha E. O. Health of children in the industrialized region. *Gigiena i Sanitariya*. 2015, 5 (94), pp. 39-44. [In Russian]
32. Brewer E., Li Y., Finken B., Quartucy G., Muzio L., Baez Al., Garibay M., Jung H. S. PM2.5 and ultrafine particulate matter emissions from natural gas fired turbine for power generation. *Atmospheric Environment*. 2016, 4, pp. 141-149.
33. Di Iorio S., Magno A., Mancaruso E., Dal Bello L. Engine performance and emissions of a small diesel engine fueled with various diesel/RME blends. *SAE Technical Paper*. 2014, 2014-32-0135.
34. Golikova N. A., Novikova O. A., Ovchinnikova R. I. The content of heavy metals in the fruits of an apple-tree which are grown up within the city of Kursk. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2011, 2, pp. 43-44.
35. Huo H., Wu Y., Wang M. Total versus urban: Well-to-wheels assessment of criteria pollutant emissions from various vehicle/fuel systems. *Atmospheric Environment*. 2009, 43, pp. 1796-1804.
36. Jozwiak P., Siczek K. Research on the influence of carbon deposits upon valve wear. *Archiwum motoryzacji*. 2011, 1, pp. 173-191.
37. Langrish J. P., Unosson J., Bosson J. et al. Altered nitric oxide bioavailability contributes to diesel exhaust inhalation-induced cardiovascular dysfunction in man. *J. Am. Heart. Assoc.* 2013, 2 (1), p. e004309.
38. Lee A., Kinney P., Chillrud S. A. Systematic Review of Innate Immunomodulatory Effects of Household Air. *Ann Glob Health*. 2015, May-Jun, 81 (3), pp. 368-74.
39. Lin Y.-C., Tsai C.-J., Wu Y.-C., Zhang R., Chi K.-H., Huang Y.-T., Lin S.-H., Hsu S.-C. Characteristics of trace metals in traffic-derived particles in Hsuehshan Tunnel, Tai-wan: size distribution, potential source, and fingerprinting metal Ratio. *Atmos. Chem. Phys.* 2015, 15, pp. 4117-4130. Available at: <http://www.atmos-chem-phys.net/15/4117/2015/> (accessed: 04.07.2018)
40. Olumayede E. G., Ediagbonya T. F., Huang Y., Liu Y., Lin A., Zheng Y. Characterization of soil heavy metal contamination and potential health risk in metropolitan region of northern China. *Environ. Monit. Assess.* 2011, 172 (1-4), pp. 353-365.
41. Olumayede E. G., Ediagbonya T. F., Ojiodu C., Oguntimehin I. Particle-Size Distribution and Bioaccessibility of Metals-Loaded in Street Dust of Urban Center in Southwest Nigeria. Particle-Size Distribution and Bioaccessibility of Metals-Loaded in Street Dust of Urban Center in Southwest Nigeria. Preprints. 2017. Available at: <https://www.preprints.org/manuscript/201710.0109/v1>(accessed: 04.07.2018)
42. Olumayede E. G., Ediagbonya T. F. Sequential Extractions and Toxicity Potential of Trace Metals Absorbed into Airborne Particles in an Urban Atmosphere of Southwestern Nigeria. *The Scientific World Journal*. 2018, Article ID 6852165, p. 9.
43. Phi T. Ha., Chinh P. M., Cuong D. D. Elemental Concentrations in Roadside Dust Along Two National Highways in Northern Vietnam and the Health-Risk Implication. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 2017, 74, pp. 46-55.
44. Salmanzadeh M., Saeedi M., Li L.Y., Nabi-Bidhendi G. Characterization and metals fractionation of street dust samples from Tehran, Iran. *International Journal of Environmental Research*. 2015, 1 (9), pp. 213-224.
45. Serian R., Junqueira M. S., Toledo A. C. [et al.]. Diesel exhaust particulates affect cell signaling, mucin profiles, and apoptosis in trachea explants of Balb/C mice. *Environ. Toxicol.* 2014, 30, pp. 1297-1308.
46. Tabor S. M., Shaw C. A., Robertson S., Miller M. R., Duffin R., Donaldson K., Newby D. E., Hadoke P. W. F. Platelet activation independent of pulmonary inflammation contributes to diesel exhaust particulate-induced promotion of arterial thrombosis. *Particle and Fibre Toxicology*. 2016, 13 (6), pp. 2-14.
47. Unguryanu T., Novikov S., Buzinov R., Gudkov A., Grjibovski A. Respiratory diseases in a town with heavy pulp and paper industry. *Epidemiologia and prevenzione*. 2010, 34, iss. 5-6, p. 138.
48. Veremchuk L. V., Yankova V. I., Vitkina T. I., Nazarenko A. V., Golokhvast K. S. Urban air pollution, climate and its impact on asthma morbidity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2016, 6 (1), pp. 76-79.
49. Wang J., Pui D. Y. H. Dispersion and filtration of carbon nanotubes (CNTs) and measurement of nanoparticle agglomerates in diesel exhaust. *Chemical Engineering Science*. 2013, 85, pp. 69-76.

#### Контактная информация:

Чанчаева Елена Анатольевна – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры физического воспитания и спорта, физиологии и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ «Горно-Алтайский государственный университет»  
 Адрес: 649000, г. Горно-Алтайск, ул. Ленкина, д. 1  
 E-mail: chan.73@mail.ru