

УДК 612:612.019:504.7

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ ПРИ ЭКОПАТОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Владислав Владимирович Петров, докторант, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, ул. Шаумяна, 1, glavlor@mail.ru

В настоящее время здоровье человека подвергается мощному воздействию различных негативных влияний антропогенного характера. Важнейшим аспектом данной проблемы является исследования системы дыхания во взаимоотношении с окружающей средой. Слизистая оболочка полости носа, трахеи и бронхов является «первой линией защиты» системы дыхания и особенно чувствительна к воздействиям антропогенных факторов. В статье представлен обзор научных данных по исследованию структурно-функционального состояния органов дыхания человека в условиях воздействия различных экопатогенных промышленных факторов, в том числе Астраханского региона. Представлены данные о специфике морфофункциональной перестройки различных отделов системы дыхания человека, в том числе при экспериментальном моделировании. Отражена медикосоциальная значимость данной проблемы.

Ключевые слова: дыхательная система, полость носа, трахея, бронхи, слизистая оболочка, антропогенные факторы

MORPHOFUNCTIONAL CHANGES IN ORGANS BREATHING WHEN EXPOSED TO PATHOGENIC ENVIRONMENTAL FACTORS

Petrov Vladislav V., doctoral, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, glavlor@mail.ru

Currently, human health is exposed to strong influence of various negative effects of anthropogenic character. The most important aspect of this problem is research of the respiratory system in the relationship with the environment. The mucous membrane of the nasal cavity, trachea and bronchi – is "the first line of defense" of the respiratory system and is particularly sensitive to the effects of anthropogenic factors. The article presents a review of the scientific data on the study of structural-functional state of the human respiratory tract in terms of impacts of different industrial ekopathogenic factors, including the Astrakhan region. Presents data on the specifics of the functional realignment of the various divisions of the respiratory system of the person, including in experimental modeling. Marked medikosocialordering the importance of the issue.

Keywords: respiratory system, mucous membrane, nasal cavity, trachea, and bronch, anthropogenic factors

В современных условиях, деятельность человека сопровождается глобальным воздействием на окружающую его среду. Загрязнение окружающей среды существенно влияет на организм в целом, и на дыхательную систему в частности, так как вдыхание – это наиболее опасный для здоровья человека путь проникновения тех или иных чужеродных веществ (поллютантов, ксенобиотиков). Респираторная система человека чувствительна к воздействиям негативных факторов антропогенного происхождения [2; 26]. В связи с этим современные условия диктуют не только необходимость пребывания в экологически приемлемых условиях окружающего пространства, но и постоянной адаптации организма к всевозрастающим требованиям социальной среды [7; 13; 41; 44]. Такие адаптивные процессы возможны только при условии изменения функционального состояния системы дыхания человека, а также приспособительных структурных изменений ее органов [1; 14].

Основная часть промышленных поллютантов поступает в дыхательную систему человека в газообразном состоянии [40] или в виде макро- / микродисперсных частиц

пыли [27]. Промышленная пыль – наиболее частая причина возникновения и развития морфологических и физиологических нарушений органов дыхания [21; 27; 43; 44].

В рамках обсуждаемой проблемы интересным представляется динамическое изучение морфологических изменений полости носа и бронхо-легочного аппарата экспериментальных животных в различные сроки после введения мелкодисперсной многокомпонентной неорганической пыли производственного происхождения (железо, диоксид кремния, магний, хром и алюминий, углерод, марганец, цинк, титан, кобальт, медь) [39; 42]. В ранние сроки (4–7 дней) после запыления дыхательных путей крыс в гистологических препаратах носоглоточной камеры, трахеи, мелких бронхах и альвеолах, а также интерстициальной соединительной ткани выявлялось большое количество пылевых частиц разнообразной величины и формы (округлой, игольчатой). Отмечались полнокровие, стаз, краевое стояние лейкоцитов, в просветах бронхов имело место скопление слущенных эпителиальных клеток и слизь. Изменения в бронхах характеризовались гиперплазией бокаловидных клеток, что, вероятно, свидетельствует об усилении секреторных процессов. Через две недели у животных увеличивалось количество гранул в носоглоточной камере и легких, нередко обнаруживались участки дистелектазов и вздутия альвеол. В цитоплазме макрофагов определялись пылевые частицы или мелкие пылевые включения. На 30-е сутки обращало на себя внимание уменьшение в носоглотке и легких числа пылевых частиц и гранул [39]. В интерстициальной ткани легких имелись очаги перерастяжения, гиперплазия лимфоидной ткани. Через 3–6 месяцев наблюдалась отчетливая тенденция к «очищению» легких и трахеобронхиального дерева от пыли [39; 42]. Спустя 12 месяцев, несмотря на значительное очищение легких от пыли, сохранились нерегулярные единичные участки слизистой оболочки и альвеол с мелкими пылевыми частицами и единичными макрофагальными гранулемами, а изменения в носоглоточной камере, бронхах характеризовались атрофией, скудной инфильтрацией, расширением сосудов и бронхиол [39; 42; 44].

При изучении воздействия на дыхательную систему угольной пыли у работников горно-химического комбината города Железногорска и плутониевого предприятия Челябинской области, при гистологическом исследовании, в собственной пластинке слизистой оболочки полости носа и трахеобронхиального дерева определялись в большом количестве микрососуды, среди которых преобладали кровеносные капилляры. В некоторых из них были расширения просветов с вытянутыми и уплощенными эндотелиоцитами, а также краевое стояние тромбоцитов. Изменения эндотелиоцитов носили двоякий характер: либо он резко утолщен, либо резко утончен. Чаще встречались изменения общего плана по типу образования многочисленных цитоплазматических отростков, чередовании светлых и темных клеток (эндотелиоцитов). Светлые клетки выглядели набухшими с просветленной гиало- и нуклеоплазмой, тогда как темные насыщены органеллами, выбухают в просвет капилляра. Таким образом, у работников этих предприятий при минимальных изменениях всех компонентов слизистой оболочки полости носа и трахеи имелись значительные изменения сосудистого русла [27; 31; 37; 38].

Не менее актуальной проблемой современной биологии и медицины является влияние на здоровье человека диоксиновых соединений [17; 18]. Диоксины и достаточно большая группа диоксиноподобных веществ поступают в окружающую среду в качестве побочных продуктов производства хлорированных углеводородов на основе фенолов и при сжигании мусора. Зарубежные исследования по данной проблеме [43; 44] отмечают масштабное распространение хлорорганических соединений с постепенным и постоянным их накоплением в биологических системах. При бронхоскопическом исследовании и изучении состояния бронхиальной проходимости у 126 работников завода химических удобрений в Германии обнаруживались нарушения структуры полости носа и бронхиального дерева. Слизистая оболочка была истончена, анемична, имелся просвечивающий сосудистый рисунок и слизистый секрет в

полости носа и просвете бронхов. Эти изменения сопровождались функциональными расстройствами: уменьшался объем форсированного выдоха, пиковая скорость воздушного потока, мукоцилиарный транспорт полости носа и ее секреторная активность [44]. Цитологический анализ мазков со слизистых оболочек носовой полости и трахеи у лиц, контактировавших с данной группой поллютантов более одного года, выявил достоверно большую частоту встречаемости умеренной деструкции эпителиоцитов слизистой оболочки полости носа и трахеи, по сравнению с аналогичным показателем у лиц с менее длительным (1 год) стажем. В более тяжелых случаях, отмечены процессы кератизации слизистой носа, а воспаления слизистой зева, полости носа, трахеи и деструктивные изменения эпителиальных и железистых компонентов слизистых оболочек носа, зева и трахеи протекали более выражено [22; 41].

Востребованными остаются экспериментальные исследования по воздействию стойких химических загрязнителей окружающей среды, среди которых наибольшую актуальность получила группа строительных токсикантов (ацетон, растворитель, бензин, керосин, олифа) на организм человека. При исследовании лиц строительных профессий, длительно контактирующих с данными поллютантами [13; 22; 26; 44], было отмечено нарушение мукоцилиарной системы полости носа и обоняния. При экспериментальном моделировании на животных [10; 34; 39], в гистологических структурах полости носа, трахеобронхиального дерева выявляются лимфоидные скопления различного размера по ходу бронхов. Лимфоциты инфильтрируют адвентициальную фиброзно-хрящевую, а также слизистую оболочку и часть из них достигает до многоядерного мерцательного эпителия бронхов. В просвете мелких бронхов, а также терминальных бронхиол, в большинстве случаев, много слизи, в результате усиления выработки слизи железами и бокаловидными клетками воздухоносных путей. Наибольшие изменения отмечаются в носоглоточной камере крыс [39]: слизистая оболочка становится полнокровной, появляются слущенные эпителиоциты, нарушается мукоцилиарный транспорт, иногда отмечаются зоны метаплазии эпителиальной выстилки. Секционные исследования [20; 24; 39] выявили нарушения дренажной функции бронхов: наблюдалось увеличение слизистых выделений при задержке, сходные структурные изменения трахеи и бронхов, наличие паранекротические изменения легочных тканей.

Более или менее доказательные предположения, представленные в научной литературе относительно влияния газосеросодержащих веществ на верхние и нижние дыхательные пути, суммированы во многих публикациях [8; 15; 28; 33; 39]. Все они оказывают общее токсическое, нейротропное, альтеративное и раздражающее действие на слизистые оболочки дыхательных путей [3; 4; 9; 28; 34].

В ранних зарубежных работах [38] показано, что собаки, вдыхавшие смесь с присутствием 0,12 % сероводорода, умирали за минуты и имели кровотечение из носа. Согласно данным современных исследований [4; 43], экспозиция сероводорода при концентрации 100 ppm может вызвать утомление обоняния, а паралич обонятельного нерва наступает при концентрациях около 150 ppm. Кроме того потеря обоняния у здоровых мужчин возможна за несколько минут при действии газообразных серосодержащих поллютантов на полость носа в концентрации всего лишь 1–5 ppm по сероводороду. Также установлено вредное хроническое воздействие микродоз компонентов природного газа на нормальную слизистую оболочку верхних дыхательных путей [9].

Углубленное медицинское обследование рабочих Астраханского газового комплекса выявило значительную частоту патологии носа и низкие показатели заболеваемости бронхолегочной системы, что объясняется относительно молодым возрастом, малым профессиональным стажем большинства рабочих [8; 19; 36]. Другие исследователи [15; 43] считают, что это связано с отсутствием целевого характера проведенного осмотра. Ссылаясь на данные литературы и собственный опыт, они приводят весьма высокие цифры по распознаванию бронхолегочной патологии (в 4–5 раз), полагая, что данные таких осмотров больше соответствуют истинной картине рас-

пространности этих заболеваний. Вместе с тем, эти же авторы констатируют носоглоточные расстройства у 31 % рабочих. На первом месте отмечались атрофические изменения слизистой оболочки: ее сухость, скопление корок, «лакированного типа слизистой», наличие вязкого секрета, что подтверждают другие исследователи [8; 28; 33; 36]. Структурный анализ показал преобладание больных с заболеваниями верхних дыхательных путей (66,3 %), а при обследовании 3446 человек, задействованных на различных производствах АГК, заболеваемость полости носа и верхних дыхательных путей составила 30,4 % [9; 33]. Интересен факт, что при обследовании 2151 ребенка из санитарно-защитной зоны (ССЗ) АГК процент заболеваемости ЛОР-органов был примерно такой же, что и у рабочих завода [28]. Анкетный опрос, проведенный среди населения ССЗ, показал, что до 90 % респондентов периодически отмечали запах сероводорода и ухудшение состояния здоровья, связывая это с изменениями экологии [33].

Известно, что ингаляционное воздействие на организм сероводородсодержащих газов приводит к ингибированию железосодержащих ферментов дыхательной цепи митохондрий, вызывая разобщения окислительного фосфорилирования и тканевого дыхания, а также развитие тканевой (биоэнергетической) гипоксии в органах и системах [9; 18; 41]. Это, в свою очередь, способствует повышению образования перекисных соединений и свободных радикалов, повреждающих мембраны клеток с образованием в них пор в виде дополнительных транспортных, так называемых «мегаканалов» для органических соединений и ионов, а концентрация сероводорода 34 мг/л способна вызвать полное торможение переноса электронов в дыхательной цепи изолированных митохондрий и 100 % ингибирование набухания митохондрий [36].

Практический интерес имеют данные о распространенности расстройств дыхательной системы среди рабочих тех производств, где в качестве основной техногенной вредности выступают серосодержащие агенты [8; 9; 14; 43]. Это предприятия металлургической и нефтехимической промышленности. При обследовании ЛОР-органов у рабочих комбината были получены следующие результаты: скопления частиц пыли и корочек из сохшейся слизи в преддверии полости носа отмечено у 85 % после смены; через пять часов после нее – у 34%, что свидетельствует о нарушении функции реснитчатого эпителия. Установлена отрицательная взаимосвязь между стажем работы и изменениями в слизистой оболочке полости носа. При стаже работы более 7 лет в горячих цехах и 12 лет в других основных цехах ни у одного рабочего не обнаруживается нормальной слизистой оболочки, тогда как у лиц со стажем до 1 года последняя выявлена только у 12,8 %. Сходная закономерность отмечена у жителей ССЗ: первоначально возникали катаральные воспаления [14; 36].

Другими исследователями [9; 33] была установлена интересная тенденция: по мере увеличения стажа работы процент лиц с катаральным процессом уменьшался. В то же время среди работников со стажем более 20 лет катаральные назофарингиты встречались в 14 % случаев. Это свидетельствует о том, что при длительном раздражении слизистая оболочка верхних дыхательных путей не всегда претерпевает глубокие изменения в виде хронического гипертрофического или атрофического процесса, а может остаться интактной или в стадии хронического процесса. У 83 % констатируется населения снижение обонятельной функции. У рабочих со стажем менее пяти лет преобладала повышенная секреция слизи, после наступает обратное явление – секреторная функция слизистой оболочки носа снижается в значительной степени.

Проблема влияния серосодержащих веществ на органы дыхания многопрофильна, изучена недостаточно, поэтому нуждается в дополнительном исследовании [9]. До сих пор отсутствуют четкие и глубокие (прежде всего, структурно-функциональные) критерии оценки воздействия на организм человека атмосферного воздуха, загрязненного продуктами серосодержащего конденсата. Имеется дефицит комплексных функциональных исследований по влиянию сероводородсодержащих

веществ на структуры полости носа, а систематизированные комплексные фундаментальные исследования по данной проблеме отсутствуют [33].

Другим аспектом проблемы современной биологии, экологии и медицины является высокая восприимчивость респираторных отделов дыхательной системы к солям тяжелых металлов (свинец, ртуть, селен, кадмий) и радиации [10–12; 35; 46]. Тяжелые металлы занимают особое положение, поскольку их содержание в окружающей среде постоянно увеличивается за счет возрастания антропогенного пресса на природные экосистемы. В окружающую среду они попадают в виде пыли. Поступая в организм и накапливаясь в нем, металлы и их соединения могут оказывать токсическое воздействие [14; 17; 41].

Другой актуальной медико-биологической проблемой остается проблема курения [16]. Технология выращивания табака предусматривает использование пестицидов, которые нередко содержат свинец и мышьяк. Безусловно, состав дымной смеси зависит от типа табака, длины сигареты, наличия и эффективности фильтра. Однако в дыме постоянно содержатся до 40 хорошо известных канцерогенов (полициклические углеводороды, нитрозамины и др.), раздражающих веществ и токсинов (аммиак, формальдегид, окислы азота), окись углерода и никотин. При оценке функционального состояния мерцательного эпителия полости носа у курильщиков [12] установлено, что у здоровых некурящих людей количество мерцательных клеток с подвижными ресничками в соскобах со слизистой оболочки полости носа колеблется от 60 до 80 % от общего количества эпителиальных клеток. Выкуривание 10–15 сигарет в день приводит к значительному угнетению активности мукоцилиарной системы: доля активных реснитчатых клеток снижается до 15 %. Выкуривание 20 и более сигарет вызывает практически полное исчезновение активных мерцательных клеток в соскобах со слизистой оболочки полости носа. Гистологические исследования мукозы [14; 43] выявляют десквамацию эпителия верхних дыхательных путей с нарушением функции мерцательного эпителия в полости носа.

Таким образом, анализ научного материала позволяет сделать вывод, что формированию и развитию экологических расстройств различных отделов дыхательной системы человека способствуют множество факторов. Все факторы находятся в сложных взаимодействиях с последовательным выходом на первый план то одних, то других на преморбидных и патологических этапах их развития. Преимущественно все исследования по данной проблеме захватывают морфологические аспекты, а исследования функции органов дыхания в них носят несистемный характер, превалируют исследования различной профпатологии.

В то же время проведенный анализ данных литературы определяет пути построения теоретико-методологических подходов к оценке единых функциональных критериев экологически обусловленных расстройств верхних дыхательных путей с учетом их зональных и адаптивных особенностей. Проведенный обзор литературы свидетельствует о значительном влиянии различных антропогенных факторов на структурно-функциональное состояние структур полости носа и других отделов дыхательной системы в целом, а также влиянии экопатогенных агентов на рост преморбидных расстройств и патологических состояний системы дыхания.

Список литературы

1. *Агаджанян Н. А.* Экология человека и концепция выживания / Н. А. Агаджанян, А. И. Воложин, Е. В. Евстафьева. – Москва : Всероссийский учебно-научно-методический центр по непрерывному медицинскому и фармацевтическому образованию МЗ РФ, 2008. – 240 с.
2. *Агаджанян Н. А.* Среда обитания и реактивность организма / Н. А. Агаджанян, И. И. Макарова. – Тверь, 2011. – 176 с.
3. *Агаджанян Н. А.* Экологические аспекты бронхолегочной патологии Волжского понизовья / Н. А. Агаджанян, И. Н. Полунин, Г. А. Трубников. – Астрахань : Астраханская гос. мед. акад., 2000. – 168 с.
4. *Абзалиева Д. С.* Зависимость развития бронхиальной обструкции от морфометрических изменений верхних дыхательных путей и синтеза оксида азота при

хроническом пылевом бронхите / Д. С. Абзалиева, Л. Т. Базельюк, Б. М. Салимбаева // Медицина труда и промышленная экология. – 2012. – № 11. – С. 24–27.

5. **Агапитова М. Е.** Морфологические и клинические аспекты хронических воспалительных заболеваний полости носа у работников металлургического предприятия / М. Е. Агапитова // Новые медицинские технологии в охране здоровья здоровых, в диагностике, лечении и реабилитации больных. – Пенза, 2010. – С. 103–105.

6. **Агапитова М. Е.** Особенности течения хронических воспалительных заболеваний носоглотки и полости носа у работников металлургического предприятия / М. Е. Агапитова // Новые медицинские технологии в охране здоровья здоровых, в диагностике, лечении и реабилитации больных. – Пенза, 2011. – С. 103–105.

7. **Артамонова В. Г.** Профессиональные болезни / В. Г. Артамонова, Н. Н. Шаталов. – Москва, 2013. – 416 с.

8. **Асфандияров Р. И.** Острые отравления серосодержащими газами / Р. И. Асфандияров, В. Н. Бучин, А. Е. Лазько, А. А. Резаев. – Астрахань, 2005. – 156 с.

9. **Бабушкина Н. П.** Экологические факторы и состояние здоровья населения Поволжского региона / Н. П. Бабушкина, Л. А. Юсупова // Новые медицинские технологии в охране здоровья здоровых, в диагностике, лечении и реабилитации больных. – Волгоград, 2009. – С. 6–8.

10. **Бархина Т. Г.** Патоморфологические особенности стенки бронхов работников горно-химического предприятия / Т. Г. Бархина // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2001. – № 10. – С. 459–463.

11. **Бархина Т. Г.** Ультраструктурные и молекулярные аспекты изучения дыхательных путей при некоторых видах патологии / Т. Г. Бархина, А. Э. Али-Риза, М. В. Самсонова // Морфология. – 2009. – № 2–3. – С. 19–20.

12. **Беляева З. Д.** Функциональное состояние бронхолегочной системы у работников, подвергавшихся хроническому облучению в высших дозах / З. Д. Беляева, Н. Д. Окладникова // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2008. – № 1. – С. 23–28.

13. **Биличенко Т. Н.** Загрязнение атмосферного воздуха и болезни органов дыхания у населения / Т. Н. Биличенко // Пульмонология. – 2009. – № 1. – С. 9–21.

14. **Бонашевская Т. И.** Защитно-приспособительные реакции воздухоносных и респираторных отделов дыхательной системы человека при воздействии атмосферных загрязнителей / Т. И. Бонашевская // Архив АГЭ. – 2006. – № 4. – С. 41–48.

15. **Боев В. М.** Гигиенические аспекты загрязнения атмосферного воздуха серосодержащими соединениями / В. М. Боев, С. В. Перепелкин, Г. Н. Желудева // Гигиена и санитария. – 2008. – № 6. – С. 17.

16. **Божков И. А.** Влияние табачного производства на заболеваемость дыхательных путей и утрату трудоспособности у работников / И. А. Божков, В. С. Лучкевич, М. А. Севастьянов // Гигиена и санитария. – 2007. – № 1. – С. 25–27.

17. **Бонашевская Т. И.** О характере действия газов и паров химических соединений на эпителий воздухоносных путей дыхательной системы / Т. И. Бонашевская // Успехи современной биологии. – 2010. – Т. 84, № 6. – С. 441–452.

18. **Бучин В. Н.** Комплексное изучение состояния здоровья рабочих АГК / В. Н. Бучин, А. А. Резаев, Г. М. Михайлов // Экология Астраханской области. – 2004. – № 3. – С. 66–72.

19. **Величковский Б. Т.** Экологическая пульмонология / Б. Т. Величковский // Пульмонология. – 2009. – № 1. – С. 47–51.

20. **Величковский Б. Т.** Каталитические свойства пыли как критерии ее профессиональные опасности / Б. Т. Величковский, Б. Б. Фишман // Гигиена и санитария. – 2010. – № 3. – С. 25–28.

21. **Волкова Е. С.** Морфологические изменения в легких и верхних дыхательных путях при интоксикации ацетоном / Е. С. Волкова, И. Н. Нарезная, А. Ф. Курамшина // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 2. – С. 34–35.

22. **Вострикова Е. А.** Распространенность хронической патологии дыхательных путей у работников химического производства / Е. А. Вострикова, Л. Ю. Багрова, О. В. Кузнецова и др. // Медицина труда и промышленная экология. – 2008. – № 9. – С. 13–17.

23. **Вострикова Е. А.** Влияние промышленных поллютантов на бронхиальную проходимость / Е. А. Вострикова, О. В. Кузнецова, И. П. Ветлугаева // Медицина труда и промышленная экология. – 2005. – № 8. – С. 12–17.

24. **Гилифанов Е. А.** Тучные клетки слизистой оболочки носа при однократном приеме алкоголя и хронической алкогольной интоксикации / Е. А. Гилифанов, А. С. Каредина // Успехи современного естествознания. – 2006. – № 8. – С. 12–14.

25. **Гичев Ю. П.** Загрязнение окружающей среды и здоровье человека / Ю. П. Гичев. – Новосибирск : СО РАМН, 2007. – 102 с.

26. **Двораковская И. В.** Морфогенез экспериментального бронхита / И. В. Двораковская // Пульмонология. – 2007. – № 2. – С. 45–50.

27. **Джумагазиев А. А.** Особенности состояния здоровья у детей, проживающих в санитарно-защитной зоне АГК / А. А. Джумагазиев, И. А. Аксенов, Н. А. Поляков, А. И. Плотников // Проблема охраны здоровья и социальные аспекты освоения газовых месторождений России. – Астрахань, 1993. – С. 27.

28. **Джувалыков Г. П.** Микроморфологические изменения бронхиальной системы при острых отравлениях сероводородсодержащими газами / Г. П. Джувалыков, В. В. Полосухин, С. Г. Джувалыков // Структурные преобразования органов и тканей на этапах онтогенеза человека в норме и при воздействии антропогенных факторов. – Астрахань, 2000. – С. 53.

29. **Козлова А. Н.** Морфофункциональная характеристика клеточных элементов трахеобронхиальной системы при воздействии дестабилизирующих факторов / А. Н. Козлова, В. С. Полякова // Морфология. – 2006. – № 2–3. – С. 74.

30. **Койгельдинова Ш. С.** Функциональное состояние дыхательной системы у шахтеров-угольщиков / Ш. С. Койгельдинова // Медицина труда и промышленная экология. – 2007. – № 10. – С. 20–24.

31. **Косарев В. В.** Респираторный тракт и иммунологические изменения при хроническом токсическом воздействии / В. В. Косарев, В. С. Лотков, А. В. Жестков // Пульмонология. – 2006. – № 3. – С. 70–74.

32. **Липсон Ю. П.** Динамика состояния верхних дыхательных путей у рабочих Астраханского газоконденсатного комплекса при воздействии природного газа / Ю. П. Липсон, М. А. Абжалилов, А. В. Суботин // Структурные преобразования органов и тканей на этапах онтогенеза человека в норме и при воздействии антропогенных факторов. – Астрахань, 2000. – С. 96–98.

33. **Макушкина О. В.** Хроническая патология ЛОР-органов в условиях мелкодисперсного загрязнения воздуха рабочей зоны у работников промышленных предприятий / О. В. Макушкина // Вестник оториноларингологии. – 2006. – № 5. – С. 25–27.

34. **Махонько М. Н.** Хроническая дыхательная патология у рабочих современного производства / М. Н. Махонько // Новые медицинские технологии в охране здоровья здоровых, в диагностике, лечении и реабилитации больных. – Пенза, 2007. – С. 154–156.

35. **Полунин И. Н.** Токсическое действие сероводородсодержащего газа на дыхательную систему / И. Н. Полунин, Н. Н. Тризно // Медико-экологические аспекты адаптации. – 1996. – Т. 2. – С. 128–145.

36. **Родин В. И.** Функциональное состояние полости носа у горнорабочих угольных шахт / В. И. Родин // Российская ринология. – 2006. – № 2–3. – С. 135.

37. **Романов Е. С.** Скрининг-диагностика преморбидных состояний хронического бронхита у рабочих предприятий цветной металлургии / Е. С. Романов, О. С. Быков, В. П. Ситников // Терапевтический архив. – 2004. – № 11. – С. 101–103.

38. **Середенко М. М.** Морфофункциональная характеристика азрогематического барьера легких у крыс при дыхании газовыми смесями с высоким содержанием сероводорода / М. М. Середенко, Е. В. Розова, Э. Б. Великанов, Н. Н. Тризно // Морфология. – 2002. – № 5. – С. 120–129.

39. **Трушков В. Ф.** Токсико-гигиеническая оценка ароматических соединений при ингаляционном воздействии на организм / В. Ф. Трушков // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 5. – С. 94.

40. **Янцева З. Л.** Социально-медицинские аспекты заболеваний верхних дыхательных путей, ассоциированных с промышленными токсикантами / З. Л. Янцева. – Москва : Медицина, 2008. – 103 с.

41. **Abbey D. E.** Long term particulate and other air pollutants and lung function in nonsmokers / D. E. Abbey, R. E. Burchette, S. F. Knudsen et al. // Am. J. Respir. Crit Care Med. – 2008. – Vol. 158. – P. 289–293.

42. **Drake Lee A. B.** A review of the morphology of human nasal mucosa cells as studied by light and electron microscopy / A. B. Drake Lee, J. Price // J. Rhynology/ – 2009. – Vol. 30. – P. 229–239.

43. **Evans C. L.** The toxicity of hydrogen sulphide and other sulphates / C. L. Evans // Quart. J. Exp. Physiol. – 2007. – Vol. 52, № 3. – P. 231–249.

44. Folinsbee L. J. Human health effects of air pollution / L. J. Folinsbee // Environ. Health Perspect. – 2013. – Vol. 100. – P. 45–56.
45. Lopata M. Effects of flow resistive loading on mouth occlusion during CO rebreathing / M. Lopata, G. Zubillaga, M. J. Evanich, R. V. Lourenco // Amer. Rev. Respir. Dis. – 2014. – Vol. 115, № 8. – P. 73–81.

References

1. Agadzhanyan N. A., Volozhin A. I., Evstafeva E. V. *Ekologiya cheloveka i kontseptsiya vyzhivaniya* [Humanecology and the concept of survival]. Moscow, All-Russian Educational Scientific and Methodological Center for Continuous Medical and Pharmaceutical Education of the Ministry of Health of the Russian Federation Publ., 2008, 240 p.
2. Agadzhanyan N. A., Makarova I. I. *Sreda obitaniya i reaktivnost organizma* [Habitat and reactivity]. Tver, 2011, 176 p.
3. Agadzhanyan N. A., Polunin I. N., Trubnikov G. A. *Ekologicheskie aspekty bronkholegochnoy patologii Volzhskogo ponizovya* [Ecological aspects of broncho-pulmonary diseases in the Volga Ponizovya]. Astrakhan, Astrakhan State Medical Academy Publ., 2000, 168 p.
4. Abzalieva D. S., Bazelyuk L. T., Salimbayeva B. M. Zavisimost razvitiya bronkhialnoy obstruktsii ot morfometricheskikh izmeneniy verkhnikh dykhatelnykh putey i sinteza oksida azota pri khronicheskom pylevom bronkhite [Salimbayeva the dependence of the development of bronchial Obstruction from morphological changes of the upper respiratory tract and nitric oxide synthesis in chronic dust bronchitis]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya* [Occupational medicine and industrial ecology], 2012, no. 11, pp. 24–27.
5. Avgapitova M. E. Morfologicheskie i klinicheskie aspekty khronicheskikh vospalitel'nykh zabolevaniy polosti nosa u rabotnikov metallurgicheskogo predpriyatiya [Morphological and clinical aspects of chronic inflammatory diseases of the nasal cavity in workers of a metallurgical enterprise]. *Novye meditsinskie tekhnologii v okhrane zdorovya, diagnostike, lechenii, reabilitatsii bolnykh* [New medical technologies in the health healthy, in the diagnosis, treatment and rehabilitation of patients]. Penza, 2010, pp. 103–105.
6. Agapitova M. E. Osobennosti techeniya khronicheskikh vospalitelnykh zabolevaniy nosoglotki i polosti nosa u rabotnikov metallurgicheskogo predpriyatiya [Features of chronic inflammatory diseases of the nasopharynx and nasal cavity in workers of a metallurgical enterprise]. *Novye meditsinskie tekhnologii v okhrane zdorovya, v diagnostike, lechenii i reabilitatsii bolnykh* [New medical technologies in health healthy, in the diagnosis, treatment and rehabilitation of patients]. Penza, 2011, pp. 103–105.
7. Artamonova V. G., Shatalov N. N. *Professionalnye bolezni* [Professional disease]. Moscow, 2013, 416 p.
8. Asfandiyarov R. I., Buchin V. N., Lazko A. E., Rezaev A. A. *Ostrye otravleniya serosoderzhashchimi gazami* [Acute poisoning serologia-forming gases]. Astrakhan, Astrakhan State Medical Academy Publ., 2005, 156 p.
9. Babushkina N. P., Yusupova L. A. Ekologicheskie factory i sostoyanie zdorov'ya naseleniya Povolzhskogo regiona [Environmental factors and the health status of the population of the Volga region]. *Novye meditsinskie tekhnologii v okhrane zdorovya, diagnostike, lechenii i reabilitatsii bolnykh* [New medical technologies in health healthy in diagnostic, treatment and rehabilitation of patients]. Volgograd, 2009, pp. 6–8.
10. Barkhina T. G. Patomorfologicheskie osobennosti stenki bronkhov rabotnikov gornokhimicheskogo predpriyatiya [Pathologic features of the bronchial walls employees of mining chemical enterprises]. *Byulleten eksperimentalnoy biologii i meditsiny* [Bulletin of experimental biology and medicine], 2001, no. 10, pp. 459–463.
11. Barkhina T. G., Ali-Riza A. E., Samsonova M. V. Ultrastrukturnye i molekulyarnye aspekty izucheniya dykhatelnykh putey pri nekotorykh vidakh patologii [Ultrastructural and molecular aspects of the respiratory tract in some types of pathology]. *Morfologiya* [Morphology], 2009, no. 2–3, pp. 19–20.
12. Belyaeva Z. D., Okladnikova N. D. Funktsionalnoe sostoyanie bronkholegochnoy sistemy u rabotnikov, podvergavshikhsya khronicheskomu oblucheniyu v vysshikh dozakh [The functional state of bronchopulmonary system in workers exposed to chronic irradiation at the higher doses]. *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost* [Medical radiology and radiation safety], 2008, no. 1, pp. 23–28.
13. Bilichenko T. N. Zagryaznenie atmosfernogo vozdukha i bolezni organov dykhaniya u naseleniya [Air pollution and respiratory illnesses in the population]. *Pulmonologiya* [Pulmonology], 2009, no. 1, pp. 9–21.

14. Bonashevskaya T. I., Kumpan N. B. Zashchitno-prisposobitelnye reaktsii vozdukhonosnykh i respiratornykh otделov dykhatel'noy sistemy cheloveka pri vozdeystvii zagryazniteley atmosfernogo vozdukhа [Protective-adaptive reactions of pneumatic and respiratory the human respiratory system when exposed to air pollutants]. *Arkhiv AGE* [Archives of AGE], 2006, no. 4, pp. 41–48.

15. Boev V. M., Perepelkin S. V., Zheludeva G. N. Gigienicheskie aspekty zagryazneniya atmosfernogo vozdukhа serosoderzhashchimi soedineniyami [Hygienic aspects of pollution of the Atmospheric air containing sulphur compounds]. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitation], 2008, no. 6, p. 17.

16. Bozhkov I. A., Luchkevich V. S., Sevastyanov M. A. Vliyanie tabachnogo proizvodstva na zabolvaemost' dykhatel'nykh putey I vremennuy utratu trudosposobnosti u rabotnikov [The impact of tobacco production in zabol absorption of the respiratory tract and temporary disability in workers]. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitation], 2007, no. 1, pp. 25–27.

17. Bonashevskaya T. I. O kharaktere deystviya gazovi parov khimicheskikh soedineniy na epiteliy vozdukhonosnykh putey I respiratornykh otделov dykhatel'noy sistemy [The nature of gases and vapors of chemical compounds into the epithelium of the Airways and respiratory parts of the respiratory system]. *Uspekhi sovremennoy biologii* [Successes of modern biology], 2010, vol. 84, no. 6, pp. 441–452.

18. Bonashevskaya T. I., Kumpan N. B. Zashchitno-prisposobitel'nye reaktsii vozdukhonosnykh i respiratornykh otделov sistemy dykhaniya pri vozdeystvii izagryazniteley atmosfernogo vozdukhа [Protective-adaptive reactions of pneumatic and respiratory system of breath when exposed to air pollutants]. *Arkhiv AGE* [Archives of AGE], 2006, no. 4, pp. 41–48.

19. Buchin V. N., Rezaev A. A., Mikhaylov G. M. Kompleksnoe izuchenie sostoyaniya zdorovy araboichikh AGK [A comprehensive study of the health of workers AGK]. *Ekologiya Astrakhanskoy oblasti* [Ecology Astrakhan region: Information booklet], 2004, no. 3, pp. 66–72.

20. Velichkovskiy B. T. Ekologicheskaya pulmonologiya [Environmental pulmonary disease]. *Pulmonologiya* [Pulmonology], 2009, no. 1, pp. 47–51.

21. Velichkovskiy B. T., Fishman B. B. Kataliticheskie svoystva pyli kak kriteriiee professionalnye opasnosti [Catalytic properties of dust as the criteria of its professional risk]. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitation], 2010, no. 3, pp. 25–28.

22. Volkova E. S., Narezhnaya I. N., Kuramshina A. F. Morfologicheskie izmeneniya v legkikh i verkhnikh dykhatel'nykh putyakh pri ostroy intoksikatsii atsetonom [Morphological changes in the lungs and the upper respiratory tract in acute intoxication with acetone]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of modern natural sciences], 2007, no. 2, pp. 34–35.

23. Vostrikova E. A., Bagrova L. Yu., Kuznetsova O. V. Rasprostranennost khronicheskoy patologii dykhatel'nykh putey u rabotnikov khimicheskogo proizvodstva [Prevalence of chronic pathology of the respiratory tract in workers of chemical manufacturing]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya* [Occupational medicine and industrial ecology], 2008, no. 9, pp. 13–17.

24. Vostrikova E. A., Kuznetsova O. V., Vetlugaeva I. P. Vliyanie promyshlennykh pollyutantov na bronchialnuyu prokhdimost [Caradine Fat cells of the nasal mucosa after a single alcohol administration and chronic alcohol intoxication]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya* [Successes of modern estestven], 2005, no. 8, pp. 12–17.

25. Gilifanov E. A., Karedina A. S. Tuchnye kletki slizistoy obolochki nosa pri odnokratnom prieme alkogolya i khronicheskoy alkogolnoy intoksikatsii [Caradine Fat cells of the nasal mucosa after a single alcohol administration and chronic alcohol intoxication]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of Modern Natural Science], 2006, no. 8, pp. 12–14.

26. Gichev Yu. P. Zagryaznenie okruzhayushchey sredy i zdorove cheloveka [Environmental pollution and human health]. Novosibirsk, SO RAMN Publ., 2007, 102 p.

27. Dvorakovskaya I. V. Morfogenez eksperimental'nogo pylevogo bronkhita [Experimental morphogenesis dust bronchitis]. *Pulmonologiya* [Pulmonology], 2007, no. 2, pp. 45–50.

28. Dzhumagaziev A. A., Aksenov I. A., Polyakov N. A., Plotnikov A. I. Osobennosti sostoyaniya zdorovya i patologii dykhatel'nykh putey u detey, prozhivayushchikh v sanitarno-zashchitnoy zone AGK [Peculiarities of health status and pathology of the respiratory tract in children living in the sanitary-protective zone AGK]. *Problema okhrany zdorov'ya I sotsial'nye aspekty osvoeniya gazovykh mestorozhdeniy Rossii* [Health and social aspects of the development of gas fields Rossii]. Astrakhane, 1993. p. 27.

29. Dzhuvalyakov G. P., Polosukhin V. V., Dzhuvalyakov S. G. Mikromorfologicheskie izmeneniya bronchialnoy sistemy pri ostrykh otravleniyakh serovodorod soderzhashchimi gazami [Mikrobiologicheskie changes of bronchial hialnyh system in acute poisoning by hydrogen sulfidecontaining gases]. *Strukturnye preobrazovaniya organov i tkaney na etapakh ontogeneza cheloveka v norme i pri vozdeystvii antropogennykh faktorov* [Structural changes of organs and tissues

at the stages of ontogenesis in norm and under the influence of anthropogenic factors]. Astrakhan, 2000, p. 53.

30. Kozlova A. N., Polyakova V. S. Morfofunktsionalnaya kharakteristika kletochnykh elementov trakheobronkhialnoy sistemy pri vozdeystvii destabiliziruyushchikh faktorov [Morphofunctional characteristics of cellular elements of the tracheobronchial system under the influence of destabilizing factors]. *Morfologiya* [Morphology], 2006, no. 2–3, p. 74.

31. Koygeldinova Sh. S. Funktsionalnoe sostoyanie dykhatelnoy sistemy u shakhterov-ugolshchikov [The Functional state of the respiratory system of the miners the coal-professionals]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya* [Occupational Medicine and industrial ecology], 2007, no. 10, pp. 20–24.

32. Kosarev V. V., Lotkov V. S., Zhestkov A. V. Respiratornyy trakt I immunologicheskie izmeneniya pri khronicheskom toksicheskom vozdeystvii [Respiratory tract and immunological changes in chronic toxic effects]. *Pulmonologiya* [Pulmonology], 2006, no. 3, pp. 70–74.

33. Lipson Yu. P., Abzhalilov M. A., Subotin A. V. Dinamika sostoyaniya verkhnikh dykhatelnykh putey u rabochikh Astrakhanskogo gazokondensatnogo kompleksa pri vozdeystvii iprirodnogo gaza [Dynamics of the condition of the upper respiratory tract in workers of the Astrakhan gas condensate complex when exposed to natural gas]. *Strukturnye preobrazovaniya organov i tkaney na etapakh ontogeneza cheloveka v norme I pri vozdeystvii antropogennykh faktorov* [Structural changes of organs and tissues at the stages of ontogenesis in norm and under the influence of anthropogenic factors]. Astrakhan, 2000, pp. 96–98.

34. Makushkina O. V. Khronicheskayapatologiya LOR-organov v usloviyakh melkodispersnogo zagryazneniya vozdukhha rabochey zony u rabotnikov promyshlennykh predpriyatiy [Chronic pathology of ENT organs in the conditions of finely dispersed pollution of the air of working zone of workers of industrial enterprises]. *Vestnik otorinolaringologii* [Herald of otorinolanguage], 2006, no. 5, pp. 25–27.

35. Makhonko M. N. Khronicheskaya dykhatelnaya patologiya u rabochikh sovremennogo proizvodstva [Chronic respiratory disorders in workers of modern production]. *Novye meditsinskie tekhnologii v okhrane zdorovya, v diagnostike, lechenii I reabilitatsii bolnykh* [New medical technologies in health healthy, in the diagnosis, treatment and rehabilitation of patients]. Penza, 2007, pp. 154–156.

36. Polunin I. N., Trizno N. N. Toksicheskoe deystvie serovodorod sodержashchego gaza na dykhatelnuyu sistemu [The toxic effect of gas on the stomachive system]. *Mediko-ekologicheskie aspekty adaptatsii* [Medical and ecological aspects of adaptation]. Astrakhan, 1996, vol. 2, pp. 128–145.

37. Rodin V. I. Funktsionalnoe sostoyanie polosti nosa u gornorabochikh ugolnykhshakht [The functional state of the nasal cavity in miners coal mines]. *Rossiyskaya rinologiya* [Russian rhinology], 2006, no. 2-3, p. 135.

38. Romanov E. S., Bykov O. S., Sitnikov V. P. Skrining-diagnostika premorbidnykh sostoyaniy khronicheskogo bronkhita u rabochikh predpriyatiy tsvetnoy metallurgii [Screening-diagnostics of premorbid States of chronic bronchitis in workers of the enterprises of nonferrous metallurgy]. *Terapevticheskiy arkhiv* [Therapeutic archive], 2004, no. 11, pp. 101–103.

39. Seredenko M. M., Rozova E. V., Velikanov E. B., Trizno N. N. Morfofunktsionalnaya kharakteristika aerogematicheskogo barera legkikh u krysv pri dykhani igazovy mismesyami s vysokim sodержaniem serovodoroda [Morphofunctional characteristics of the characteristic aerogematieski light barrier in rats breathing gas mixtures with high is Kim the content of hydrogen sulfide]. *Morfologiya* [Morphology], 2002, no. 5, pp. 120–129.

40. Trushkov V. F. Toksiko-gigienicheskaya otsenka aromaticeskikh soedineniy pri ingyalyatsionnom vozdeystvii na organizm [Toxicohygienic assessment of aromatic compounds by inhalation on the body]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of modern natural Sciences], 2007, no. 5, p. 94.

41. Yantseva Z. L. *Sotsialno-meditsinskie aspekty zabolevaniy verkhnikh dykhatelnykh putey, assotsirovannykh s promyshlennymi toksikantami* [Socio-medical aspects of diseases of the upper respiratory tract associated with industrial toxicants]. Moscow, Meditsina Publ., 2008, 103 p.

42. Abbey D. E., Burchette R. E., Knudsen S. F. et al. Long term particulate and other air pollutants and long function in nonsmokers. *Am. J. Respir. Crit Care Med.*, 2008, vol. 158, pp. 289–293.

43. Drake Lee A.B., Price J. A reviw of the morphology of human nasal must cells or studied by light and electron microscopy. *Rhynology*, 2009, vol. 30, pp. 229–239.

44. Evans C. L. The toxicity of hydrogen sulphide and other sulphides. *Quart. J. Exp. Physiol.*, 2007, vol. 52, no. 3, pp. 231–249.

45. Lopata M., Zubillaga G., Evanich M. J., Lourenco R. V. Effects of flow resistive loading on month occlusion during CO rebreathing. *Amer. Rev. Respir. Dis.*, 2014, vol. 115, no. 8, pp. 73–81.