

тологии ФБУН «ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» канд. мед. наук. E-mail: amedik@yandex.ru.
<http://orcid.org/0000-0002-1074-0841>.

Серебряков Павел Валентинович (Serebryakov P.V.), зав. терапевтич. отд. Института общей и профессиональной патологии ФБУН «ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» д-р мед. наук, проф. E-mail: drsilver@yandex.ru.

<http://orcid.org/0000-0002-8769-2550>.

Жеглова Алла Владимировна (Zheglava A.V.), вед. науч. сотр. Института общей и профессиональной патологии ФБУН «ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» д-р мед. наук, проф. E-mail: drzhl@yandex.ru.
<https://orcid.org/0000-0002-2708-3294>.

УДК 615.91: 613.644: 613.6.027

Николаева Н.И.¹, Ракитский В.Н.², Ильницкая А.В.², Федина И.Н.², Преображенская Е.А.², Филин А.С.¹

АНАЛИЗ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СОЧЕТАННОГО ДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ПЛАЗМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

¹ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава РФ, ул. Трубецкая, 8/2, Москва, 119991, РФ;

²ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, г. Мытищи, Московская обл., РФ, 141014

Проведены комплексные экспериментальные исследования, позволившие дифференцировать характер и степень выраженности изменений в организме теплокровных при изолированном и сочетанном действии вредных факторов, сопутствующих плазменной технологии. Установлено, что при сочетанном действии факторов в организме теплокровных развиваются выраженные морфофункциональные изменения, а именно: нарушение биоэнергетических процессов в миокарде, микроциркуляторные расстройства в головном мозге и подкожной соединительной ткани, усиление морфофункциональной активности спонгиозитов коркового слоя надпочечников; увеличение количества темных форм тучных клеток и снижение процессов дегрануляции в них.

Раздельное воздействие каждого из факторов не вызвало всего комплекса нарушений, а регистрируемые изменения были менее выражены. Выявлена стадийность воспалительно-дистрофических процессов респираторного тракта у рабочих, использующих плазменные технологии.

Ключевые слова: плазменная технология; субхронический эксперимент; сочетанное действие; шум; «оксидантные газы»; цитоморфологические и риноцитологические исследования; головной мозг; сердце; печень; надпочечники; пленочные препараты подкожной соединительной ткани; гомогенаты костного мозга, тимуса, селезенки.

Для цитирования: Николаева Н.И., Ракитский В.Н., Ильницкая А.В., Федина И.Н., Преображенская Е.А., Филин А.С. Анализ комплексных исследований сочетанного действия вредных факторов при плазменной технологии. *Мед. труда и пром. экол.* 2018. 9:23–28. DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-9-23-28>

Nikolayeva N.I.¹, Rakitskii V.N.², Il'nitskaya A.V.², Fedina I.N.², Preobrazhenskaya E.A.², Filin A.S.¹

EXPERIMENTAL STUDY OF COMBINED EFFECT OF HEALTH HAZARDS ASSOCIATED WITH PLASMA TECHNOLOGY.

¹I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 8/2, Trubetskaya str., Moscow, Russian Federation, 119991;

²Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, 2, Semashko str., Mytishi, Moscow region, Russian Federation, 141014

Complex experimental studies enabled to differentiate character and degree of homoiotherm body changes under isolated and combined exposure to hazards associated with plasma technology. Findings are that combined exposure to hazards induces in homoiotherm body severe morpho-functional changes: compromised bioenergetic processes in myocardium, microcirculatory disorders in brain and subcutaneous connective tissue, increased morpho-functional activity of spongiocytes in adrenal cortex; higher number of dark mastocytes and their depressed degranulation.

When isolated, each of the factors caused not all the complex of disorders, and the changes registered were less marked. Inflammatory and dystrophic changes appeared to occur in stages involving respiratory tract of workers using plasma technologies.

Key words: *plasma technology; subchronic experiment; combined action; noise; «oxidase gases»; cytomorphological and rhinocytological studies; brain; heart; liver; adrenal glands; film preparations of subcutaneous connective tissue; homogenates of bone marrow, thymus, spleen.*

For quotation: Nikolayeva N.I., Rakitskii V.N., Ilnitskaya A.V., Fedina I.N., Preobrazhenskaya E.A., Filin A.S. Experimental study of combined effect of health hazards associated with plasma technology. *Med. truda i prom. ecol.* 2018. 9:23–28. DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-9-23-28>

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

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Введение. В современных условиях оздоровление производственной среды, уменьшение риска неблагоприятных последствий воздействия вредных факторов на здоровье работника по своей значимости и актуальности относится к числу приоритетных. Процесс плазменной обработки материалов — источник вредных и опасных факторов, способных оказывать неблагоприятное воздействие на рабочих. Наиболее неблагоприятные санитарно-гигиенические условия имеют место при напылении и резке металлов электродуговым способом и с использованием плазменной струи. При плазменном напылении и резке металлов вредными факторами являются шум, пыль, газы, тепловое и ультрафиолетовое излучение. В настоящее время практически отсутствуют работы, посвященные экспериментальным исследованиям по оценке сочетанного действия на организм тепловых вредных факторов производственной среды, сопутствующих плазменной технологии.

Цель исследования — оценка сочетанного действия на организм тепловых вредных факторов производственной среды, сопутствующих плазменной технологии.

Материалы и методы. В субхронических экспериментах оценено биологическое действие вредных факторов, сопутствующих плазменной технологии: «оксидные газы» в концентрациях — озон 0,5 мг/м³; оксиды азота 1,0 мг/м³; высокочастотный шум — 112 дБ. Эксперимент проведен на 80 беспородных белых крысах-самцах. Животные подвергались воздействию изучаемых факторов в течение 8 недель по 3 часа в день, 5 раз в неделю, восстановительный период — 1 месяц. Исследования проведены на 4 группах крыс, по 20 животных в каждой группе: 1 группа — сочетанное действие шума и «оксидных» газов (озон, оксиды азота); 2 группа — заправка только «оксидными газами»; 3 группа — воздействие только высокочастотного шума; 4 группа — контроль.

Принципиальной основой использованного в настоящей работе методологического подхода явилось изучение реакций организма тепловых вредных факторов (на клеточном, тканевом, органном и системном уровнях) с помощью комплекса гистологических, гистохимических, цитологических, и морфометрических методов. Материалом морфологического исследования служили: головной мозг, сердце, легкие, печень, надпочечники. Изучен цитологический материал в виде пленочных препаратов подкожной соединительной ткани, гомогенатов костного мозга, тимуса и селезенки.

Основные способы изучения материала — световая микроскопия, цитофотометрия, морфометрия и балльная оценка.

Физиологические и биохимические показатели регистрировали еженедельно и после восстановительного периода. Патоморфологические исследования проведены по завершению опытов и через 1 месяц восстановительного периода.

Условия проведения и вывода животных из эксперимента осуществляли с соблюдением международных принципов Хельсинской декларации о гуманном отношении к животным и требований «Правил проведения работ с использованием экспериментальных животных (приложение к приказу Минздрава СССР от 12.08.1977 г., №755). Животные выводились из эксперимента путем эвтаназии с помощью цервикальной дислокации.

Результаты исследования. Установлено, что изолированное воздействие шума и его сочетание с «оксидными газами» вызвало однотипные, неспецифические изменения, свидетельствующие о преобладании процессов возбуждения в ЦНС крыс.

Большую двигательную активность проявляли крысы после действия шума (3 группа) и при воздействии шума в сочетании с «оксидными газами» (1 группа); у животных, подвергавшихся ингаляционному воздействию только «оксидных газов» (2 группа), не зафиксировано выраженное стрессовое состояние. Воздействие изучаемых факторов вызвало снижение суммационно-порогового показателя (СПП) у животных всех «опытных» групп, но сроки развития изменений были различными: при сочетанном действии — через 2 недели опыта, при воздействии шума — через 6 недель. Недостовверное в сравнении с контролем снижение СПП у животных, подвергавшихся ингаляционному воздействию «оксидных газов» зарегистрировано через 8 недель.

Морфологическим исследованием показано, что в головном мозге крыс 1 и 3 групп выявлены однотипные сосудистые изменения: отеки периваскулярных пространств, кровенаполнение мелких сосудов, и некоторое снижение активности нейронов коры, но они более выражены и распространены у животных 1 группы. В головном мозге животных, подвергшихся ингаляционному воздействию «оксидных газов», отмечено нерезко выраженное кровенаполнение капилляров. Биохимическим исследованием обнаружено, что содержание ацетилхолина (АХ) у «опытных» групп животных носило волнообразный характер: в начале

опытов — повышено, затем резко снижено, особенно у животных III группы; к окончанию воздействия оно превышало контрольный уровень. Снижение холинэстеразы (ХЭ) через 2 недели эксперимента составило: 45,4% (1 группа), 26,7% (2 группа) и 24% (3 группа).

При цитоморфологическом исследовании органов кроветворения и надпочечников у крыс 1 и 3 групп наблюдали однотипные неспецифические реакции, но более выраженные при сочетанном воздействии: снижение митотической активности тимоцитов, общего числа клеток тимуса, костного мозга и селезенки (табл. 1); снижение морфофункциональной активности клеток коры надпочечников (гипотрофия коркового слоя, снижение и даже исчезновение липидов в цитоплазме спонгиозитов пучковой зоны). Обращает на себя внимание тот факт, что масса тимуса у животных этих групп — снижена. Ингаляционное воздействие «оксидантных газов» вызвало увеличение содержания липидов в клетках коркового слоя надпочечников. Выявленные изменения в указанных органах можно рассматривать как компенсаторно-приспособительную реакцию на стрессовый фактор. Известно, что наиболее ранними изменениями при стрессе является атрофия тимуса и реакция коры надпочечников [1–4].

При микроскопическом исследовании в легких животных обеих групп отмечены явления катарально-десквамативного бронхита, резкое снижение реактивно-

сти перибронхиальной и лимфоидной ткани у крыс 1 группы и повышение — у животных 2 группы.

Показатели морфофункционального состояния миокарда и печени суммированы в табл. 2. Как следует из представленных данных, наиболее выраженное снижение активности сукцинатдегидрогеназы (СДГ) отмечено в печени 1 группы животных, а снижение активности фермента — у крыс 3 группы. Данные гистологического анализа позволили установить, что в печени 1 группы крыс развились сосудистые и структурные нарушения: центральная вена и междольковые капилляры расширены, кровенаполнены, в центральной части печеночных балок — мелкие очаги некроза, в портальных трактах обнаружены лимфогистиоцитарные инфильтраты, балочное строение органа нарушено, число двуядерных гепатоцитов снижено.

В печени крыс 2 группы активность СДГ снижена, содержание гликогена увеличено, гепатоциты центральных отделов печеночных долек набухшие, с гиперхромными ядрами. В периферических отделах долек зафиксировано усиление процессов гликогенолиза, здесь же обнаружено значительное количество двуядерных гепатоцитов, что является проявлением усиления процессов внутриклеточной регенерации в печени.

В печени 3 группы животных гистоархитектоника органа сохранена, активность СДГ повышена, зафиксировано увеличение числа двуядерных гепатоцитов.

Таблица 1

Показатели состояния органов кроветворения у экспериментальных животных

Показатель	Группа животных	Орган		
		Костный мозг	Вилочковая железа	Селезенка
Общее число клеток, ед.	1	150,0±3,8*	0,88×10 ⁹ ± 0,06×10 ⁹ *	1,4×10 ⁹ ±0,2×10 ⁹ *
	2	162,0±4,4*	0,85×10 ⁹ ±0,06 ×10 ⁹	0,9×10 ⁹ ±0,8×10 ⁹
	3	186,4±8,0	1,2×10 ⁹ ±0,2×10 ⁹	1,3×10 ⁹ ±0,1×10 ⁹
	контроль	190,0±6,0	1,5×10 ⁹ ±0,2×10 ⁹	1,3×10 ⁹ ±0,1×10 ⁹
Митотический индекс, %	1	6,8±0,2	6,9±0,5 *	1,9±0,3
	2	6,5±0,1	6,7±0,3 *	2,0±0,2
	3	7,9±0,2	8,3±0,6	2,4±0,5
	контроль	7,9±0,3	8,1±0,4	2,2±0,1

Примечания к табл. 1–3: * — разница с контролем статистически достоверна (p<0,05). 1 группа — сочетанное действие физического и химического фактора; 2 группа — изолированное действие «оксидантных газов»; 3 группа — изолированное действие шума.

Таблица 2

Показатели морфофункционального состояния миокарда и печени

Показатель	Контроль	Воздействие			Восстановительный период		
		1	2	3	1	2	3
Печень							
СДГ	35,5±0,24	22,3±0,29*	28,9±0,17*	49,5±0,35*	35,7±0,24	33,8±0,44	32,0±0,4*
Двуядерные гепатоциты	5,9 ±0,12	3,8±0,15 *	9,9±0,13*	7,9±0,15*	4,3±0,15*	5,6±0,1*	5,1±0,16*
Миокард							
СДГ	38,6±0,22	28,7±0,26*	32,2±0,18*	48,9±0,27*	39,4±0,31	35,3±0,26*	34,7±0,19*
ЦХО	42,7±0,29	30,0±0,13*	42,9±0,12	44,1±0,17*	42,8±0,13	42,9±0,073	39,7±0,18*
ЛДГ	16,7±0,17	14,7±0,08*	21,8±0,21*	16,7±0,17	16,7±0,17	15,6±0,079	15,0±0,13
Функционирующие капилляры	3,9±0,15	5,3±0,17*	6,9±0,097*	9,0±0,12*	3,9±0,15	4,9±0,12	4,7±0,094

Цитоморфологическим исследованием установлено, что сочетанное действие вредных факторов (1 группа) вызывает глубокие структурно-метаболические изменения в миокарде. На это указывают резкое снижение активности СДГ, цитохромоксидазы (ЦХО), лактатдегидрогеназы (ЛДГ) и содержания гликогена, выраженные сосудистые расстройства (полнокровие капилляров, очаговые кровоизлияния, периваскулярные отеки, вазоконстрикция сосудов мелкого и среднего калибра). Зафиксирована также «пестрота срезов», многие мышечные сегменты эозинофильны, поперечная исчерченность нечетко прослеживается. В миокарде крыс 2 группы наблюдали периваскулярные отеки и расстройства энергообразования на уровне реакции дегидрирования и переноса водорода на промежуточные акцепторы (окисление янтарной кислоты), на это указывают снижение активности СДГ и возрастание активности ЛДГ. Очаговые структурно-метаболические сдвиги обнаружены в субэпикардальных слоях левого и правого желудочков сердца животных обеих групп. Воздействие шума (3 группа) проявилось повышением активности СДГ и ЦХО. Во всех случаях выявлено увеличение числа функционирующих капилляров, что усиливает транспорт кислорода в интеркапиллярные пространства и является компенсаторной реакцией микроциркуляторного русла на гипоксию. При сочетанном влиянии число функционирующих капилляров увеличено на 40%, а изолированное действие каждого фактора способствовало увеличению этого показателя на 130% (шум) и на 50% («оксидантные газы»).

На пленочных препаратах подкожной соединительной ткани животных 1 группы зафиксированы

микроциркуляторные расстройства: расширение капилляров, мелкие геморрагии, агрегация эритроцитов, повышение извилистости микрососудов. Изменения микроциркуляции у 2 подопытной группы были менее выражены и распространены, а у 3 группы наблюдалось состояние вазоконстрикции.

Морфофункциональное состояние тучных клеток изучено на пленочных препаратах подкожной соединительной ткани (табл. 3).

При сочетанном влиянии (1 группа) значительно возрастает число темных, плотно заполненных гранулами секрета форм тучных клеток, эффект дегрануляции выражен слабо, что обусловлено поглощением биологически активных веществ из окружающей ткани. Подобные изменения тучных клеток обнаружены в экспериментальных исследованиях при экстремальных состояниях (гипотермия, шок и пр.). Была установлена прямая связь между изменениями сосудисто-тканевой проницаемости и морфофункциональной активностью тучных клеток [5].

Воздействие «оксидантных газов» вызвало увеличение общего числа клеток. При изолированном действии шума на фоне интенсификации процесса дегрануляции общая численность тучно-клеточной популяции снижена. Отмеченные сдвиги морфофункциональных показателей тучных клеток говорят об усилении ауторегуляторных процессов, действующих на уровне микроциркуляторного русла, направленных на стабилизацию кровотока и транскapиллярного обмена.

Прогностическая значимость цитоморфологических исследований подтверждена и результатами многолетних клинических наблюдений за состоя-

Таблица 3

Морфофункциональное состояние тучных клеток подкожной соединительной ткани

Показатель	Контроль	Воздействие			Восстановительный период		
		1	2	3	1	2	3
Общее число клеток	9,7 ± 0,17	18,3±0,15*	16,8±0,11*	4,9±0,15*	9,9±0,13	8,8±0,11	9,8±0,11
Индекс насыщения гепарином	1,4±0,08	3,7±0,073*	1,6±0,08	0,6±0,07*	1,3±0,04	1,4±0,067	1,4±0,08
Индекс дегрануляции, %	49,2±0,38	32,2±0,25*	48,3±0,09	83±0,12*	49,1±0,35	49,1±0,26	52,4±0,16

Таблица 4

Риноцитологические показатели состояния слизистой оболочки рабочих-металлизаторов

Морфологический состав клеток	Стаж работы		Контроль (n=30)
	До 5 лет (n=24)	5 лет и более (n=30)	
Многорядный призматический эпителий	17,8±0,6*	14,6±0,9*	9,0±0,1
Дегенеративно измененный призматический эпителий	15,6±0,9*	12,8±0,8*	0,01±0,3
Многослойный плоский эпителий	9,2±0,3*	25,8±1,8*	0,0±0,3
Нейтрофильные лейкоциты	16,6±0,8*	124,0±0,9*	7,5±0,05
Эозинофилы	3,61±0,3	4,7±0,6	1,5±0,05
Моноциты	0,0±0,4	0,0±0,3	0,0±0,3
Лимфоциты	1,75±0,2	2,0±0,1	0,5±0,05
Эритроциты	0,0±0,4	4,1±0,7	0,0±0,3

Примечание: * — разница с контролем статистически достоверна (p<0,05).

нием здоровья рабочих, использующих плазменную технологию, которые проводили специалисты ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана». Полученные данные свидетельствовали о развитии разнообразных функциональных расстройств и патологических сдвигах в сердечно-сосудистой, центральной, вегетативной нервной системах и в респираторном тракте [6–8].

В условиях стационара клиники ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» были проведены риноцитологические исследования состояния слизистой оболочки нижних носовых раковин у рабочих-металлизаторов, использующих плазменное напыление. Как показали гигиенические исследования, рабочие подвергаются воздействию комплекса факторов физической и химической природы, из которых ведущими являются производственный шум, превышающий ПДУ (115–120 дБ), токсичные газы — озон, не превышающий ПДК, и оксиды азота до 2 ПДК. Исследованы две стажевые группы — до 5 лет (24 человека) и 5 лет и более (30 человек), а также контрольная группа (30 человек).

Данные риноцитологического исследования представлены в табл. 4. При анализе полученных результатов были выявлены существенные различия в соотношении форм клеточных элементов у рабочих, применяющих плазменную технологию, по сравнению с контрольной группой.

В обеих стажевых группах значительно увеличено число клеток многоядного призматического эпителия ($p < 0,01$), среди которых много дегенеративно измененных эпителиоцитов, что нехарактерно для нормально функционирующей слизистой оболочки. Выявлены также клетки многослойного плоского эпителия, что указывает на развитие процесса метаплазии. Наряду с этим, достоверно возрастает число нейтрофильных лейкоцитов, подтверждающих наличие воспалительного процесса. Отклонения в частоте появления лимфоцитов и эозинофилов менее значимы. Обращает на себя внимание то, что у стажированных рабочих в 30% случаев наблюдались эритроциты, что говорит о нарушении проницаемости сосудов и глубоких морфологических изменениях слизистой оболочки.

Сопоставительный анализ данных между исследованными группами рабочих показывает, что с увеличением стажа работы снижается количество нейтрофильных лейкоцитов, а также клеток неизменного многоядного призматического эпителия и возрастает число клеток многослойного плоского эпителия. Обнаруженные изменения свидетельствуют о переходе воспалительной, защитной реакции слизистой оболочки верхних дыхательных путей в более глубокие морфологические нарушения, характерные для субатрофических процессов. Данные, полученные при сравнении средних показателей, коррелируют с частотой выявленных отклонений на риноцитограммах. У 37,5% рабочих I стажевой группы зарегистрирован

катаральный ринит, у 62,5% — субатрофический; у рабочих со стажем более 5 лет аналогичные показатели составили 10,0% и 90,0% соответственно.

Обсуждение результатов. Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют, что у животных обеих групп возникают однотипные изменения, характеризующие недостаточность тормозных процессов в первой фазе адаптационного синдрома. Отмеченные изменения в клетках коркового слоя надпочечников, снижение общей клеточности тимуса, костного мозга и селезенки, снижение митотической активности тимоцитов, а также реактивности перибронхиальной лимфоидной ткани можно рассматривать как неспецифическую ответную реакцию организма, свидетельствующую о состоянии перенапряжения или начальной фазе истощения.

Все изложенное подтверждает необходимость дифференцированного подхода к гигиеническому нормированию производственного шума и токсических веществ. Результаты комплексных исследований, связанных с гигиенической оценкой плазменной технологии, послужили основой оздоровительных мер, включающих разработку специфических требований к производственным помещениям, оборудованию и технологии, организации рабочих мест, вентиляции и другим средствам производства.

Выводы:

1. *Использованный в работе комплекс цитоморфологических показателей позволяет дифференцировать характер и степень выраженности изменений в органо-тканевых системах лабораторных животных при изолированном и сочетанном действии неблагоприятных факторов.*

2. *При сочетанном действии изученных факторов в организме теплокровных развиваются выраженные морфофункциональные изменения: нарушение биоэнергетических процессов в миокарде; микроциркуляторных расстройств в головном мозге и подкожной соединительной ткани, усиление активности спонгиоцитов коркового слоя надпочечников; увеличение количества темных форм тучных клеток и снижение процессов дегрануляции в них.*

3. *Выявленные изменения обусловлены гипоксией, развитие которой находит свое выражение в характере морфологических изменений в органах и системах. Раздельное воздействие каждого из факторов не вызвало всего комплекса нарушений, а регистрируемые изменения менее выражены и распространены.*

4. *Шум следует рассматривать как стрессовый фактор, обуславливающий усиление перекисного окисления липидов с образованием свободных радикалов, разрушающих биомембраны, что и является основным механизмом усиления токсического действия изученных химических факторов.*

5. *Сочетанное воздействие изученных факторов оказывает выраженное влияние на развитие нарушений в центральной нервной системе, сердечно-сосудистой и бронхолегочной системах, печени, органах кровотока-*

ния и надпочечниках, что позволяет прогнозировать более чем аддитивный эффект.

6. Частота и выраженность наблюдаемых сдвигов в функциональном состоянии слизистой оболочки верхних дыхательных путей достоверно возрастает с увеличением стажа работы.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горизонтов П.Д. Гомеостаз. М.; 1981: 538–70.
2. Сапронов Н.С., Хныченко Л.К. Шелемеха С.Е. Стрессорные нарушения метаболизма и их фармакокоррекция. СПб; 2009.
3. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. М.; 1960 .
4. Меерсон Ф.З. Физиология адаптационных процессов. М.; 1986: 521–631.
5. Горизонтова М.П., Алексеев О.В., Чернух А.М. Роль тучных клеток в нарушениях сосудистой проницаемости у крыс при иммобилизационном стрессе. Бюлл. эксперимент. биологии и мед. 1975; 79 (3): 22–5.
6. Ильницкая А.В. Синева Е.Л. Особенности влияния на здоровье аэрозолей, образующихся при плазмохимических и плазмодуговых технологиях. В сб.: VII Международный симпозиум по теоретической и прикладной плазмохимии. Иваново, 2014: 190–2.
7. Синева Е.Л. Реакция верхних дыхательных путей, кохлеарного и вестибулярного анализаторов при комплексном воздействии физических и химических факторов рабочей среды. Вестник оториноларингологии. 2009; 6: 38–41.
8. Панкова В.Б., Петрякина Л.А., Федина И.Н. Особенности состояния верхних дыхательных путей и органа слуха у рабочих металлургического производства. Здоровье населения и среда обитания. 2008; 9: 23–6.

REFERENCES

1. Horizontov P.D. Homeostasis. M.; 1981: 538–70 (in Russian).
2. Sapronov N.S., Hnichenko L.K. Shelemeha S.E. Stress metabolism and their farmakokorrekcija. St. Petersburg; 2009 (in Russian).
3. Selje G. Essays on the adaptation syndrome. M.; 1960 (in Russian).
4. Meyerson F.Z. Physiology of adaptation processes. M.; 1986: 521–631 (in Russian).
5. Gorizontova M.P., Alekseev O.V., Chernuh A.M. Role of mast cells in vascular permeability in rats during immobilization

stress. Bulletin experimentalnoi biologii i medicini. 1975; 79 (3): 22–5 (in Russian).

6. Ilitskaya A.V., Sineva E.L. Especially health effects of aerosols generated during chemical and plazmodugovyh technologies. [In this Edition: VII International Symposium on theoretical and applied plasma chemistry]. Ivanovo, 2014: 190–2 (in Russian).

7. Sineva E.L. Reaction of the upper respiratory tract, cochlear and vestibular analyzers with the integrated effects of physical and chemical factors working. Vestnik otorhinolaryngologii. 2009; 6: 38–41 (in Russian).

8. Pankova V.B., Petryakina L.A., Fedina I.N. Features of the state of the upper respiratory tract and the hearing organ in workers of metallurgical production. Zdorovie naseleniya i sreda obitaniya. 2008; 9: 23–6 (in Russian).

Поступила 20.06.2018

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Николаева Наталья Ивановна (Nikolayeva N.I.),
ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава РФ, д-р мед. наук, проф. E-mail: nativ.nikolayeva@gmail.com.

<https://orcid.org/0000-0003-1226-9990>.

Ракитский Валерий Николаевич (Rakitskii V.N.),
и.о. дир. ФБУН «ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф., акад. РАН.
<https://orcid.org/0000-0002-9959-6507>.

Ильницкая Александра Васильевна (Ilitskaya A.V.),
гл. науч. сотр. отд. гиг. труда Института гигиены, токсикологии пестицидов и химической безопасности ФБУН «ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф.
<https://orcid.org/0000-0002-1540-9189>.

Федина Ирина Николаевна (Fedina I.N.),
рук. отд. координации и анализа НИР ФБУН «ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф. E-mail: infed@yandex.ru.
<http://orcid.org/0000-0001-6394-2220>.

Преображенская Елена Александровна (Preobrazhenskaya E.A.),
вед. науч. сотр. отд. разработки клинико-диагностических методов исследования Института общей и профессиональной патологии ФБУН «ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук. E-mail: elenapreob@yandex.ru.
<http://orcid.org/0000-0003-1941-0491>.

Филин Андрей Сергеевич (Filin A.S.),
доц. каф. Экологии человека и гигиены окружающей среды Первого МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава РФ, канд. мед. наук. E-mail: andrey.filin@mail.ru.
<https://orcid.org/0000-0002-9724-8410>.