

УДК 614.76 (470.43)

ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ТЕРРИТОРИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА**¹Сазонова О.В., ²Трухина Г.М., ¹Сухачева И.Ф., ¹Исакова О.Н., ³Сухачев П.А.,
¹Вистяк Л.Н., ¹Торопова Н.М.**¹ГБОУ ВПО СамГМУ Минздрава России «Самарский государственный медицинский университет», НИИ гигиены и экологии человека, Самара, e-mail: info@samsmu.ru;²ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана», Москва, e-mail: trukhina@list.ru;³ГБОУ ВПО СамГМУ Минздрава России «Самарский государственный медицинский университет», Самара, e-mail: info@samsmu.ru

Основным источником загрязнения почвы г. Самары являются выхлопы автотранспорта. Особенность эколого-гигиенического состояния почвы города определяется значительным загрязнением нефтепродуктами и трудноокисляемым органическим веществом, что лежит в основе усиления её деградации и снижения санитарно-гигиенической функции. Нарушена жизнедеятельность микробного почвенного сообщества, угнетены процессы самоочищения. Почва становится небезопасна для здоровья населения, о чем свидетельствует токсиколого-гигиенический эксперимент. Сопоставление степени загрязнения почвы и снега нефтепродуктами и комплексом трудноокисляемой органики позволило говорить о наличии дополнительной нагрузки на почву в г. Самаре данными вредными веществами после таяния снега.

Ключевые слова: антропогенное загрязнение почвы, нефтепродукты, трудноокисляемое органическое вещество, почвенный микробиоценоз, процесс самоочищения, токсичность

ECOLOGICAL-HYGIENIC FEATURES OF ANTHROPOGENIC SOIL POLLUTION INDUSTRIAL AREAS OF THE CITY**¹Sazonova O.V., ²Trukhina G.M., ¹Suhacheva I.F., ¹Isakova O.N., ³Suhachev P.A.,
¹Vistjak L.N., ¹Toropova N.M..**¹GBO VPO «Samara state medical University» of the Ministry of health of Russia of Samara state medical University, research Institute of hygiene and human ecology, Samara, e-mail: info@samsmu.ru;²FBUN FSHC named after F.F. Erisman of Rosпотребнадзор, Moscow, e-mail: trukhina@list.ru;³GBO VPO «Samara state medical University» of the Ministry of health of Russia Samara state medical University, e-mail: info@samsmu.ru

The main source of soil pollution in Samara are the exhaust of vehicles. The feature of sanitary-ecological condition of the soil Samara are significant oil pollution and difficultly oxidizable organic substance that underlies the degradation and reduction of sanitary-hygienic functions. Impaired activity of soil microbial community, the processes of self-purification. The soil becomes unsafe for public health, as evidenced by Toxicological and hygienic experiment. Comparison of the degree of pollution of soil and snow oil and difficultly oxidizable organic matter allowed to talk about the extra load on the soil data in Samara harmful substances after snow melting.

Keywords: anthropogenic soil contamination, petroleum products, difficultly oxidizable organic matter, soil microbiocenosis, the process of self-purification, toxicity

Почва является одним из основных природных ресурсов, обеспечивающих необходимый уровень социально-экономического развития общества [1, 2], выполняющих специфическую санитарно-гигиеническую функцию [3], влияющих на состояние здоровья населения [4, 5, 6]. Оценка эколого-гигиенического состояния почвы, как важнейшего объекта среды обитания населения, весьма актуальна.

Проблема изучения почвы с эколого-гигиенических позиций остается своевременной и необходимой для крупнейших промышленных центров Среднего Поволжья с высоким уровнем антропогенной нагрузки на внутригородскую среду обитания населения [7]. В последние годы сформирова-

вался мощный источник загрязнения почвы на территории города Самары. Это связано с загрязнением атмосферного воздуха, образованным как выбросами промышленных предприятий, так и выхлопами автотранспортных средств. Именно выхлопы автотранспорта обуславливают диффузное загрязнение воздушной среды и являются приоритетными (~ 80%) в валовом выбросе всех загрязнителей в атмосферу.

По данным многолетнего мониторинга за средой обитания нарастание выхлопов автотранспорта связано с увеличением количества автомобилей [8, 9] во всех административных районах города: за период 2006–2010 гг. прирост автомобилей соста-

вил 10,5%, за период 2010–2013 гг. – около 15%. Кроме того, выхлопы осуществляются в большом объеме в приземный слой атмосферы в непосредственной близости к жилым районам. Многокомпонентная смесь выхлопных газов насчитывает около 450 соединений с разным составом и уровнем токсичности [10].

Материалы и методы исследования

В сообщении представлен анализ гигиенического состояния почвы территории г. Самары по административным районам за 2012–2013 годы.

Отбор почвенных образцов проведен по 9 районам города вблизи возможного источника загрязнения на расстоянии 30–50 м от последнего. Качество почвы оценивалось по широкому набору санитарно-химических и санитарно-микробиологических показателей в соответствии с требованиями документов санитарного законодательства. Принимая во внимание в последние годы усиление антропогенной нагрузки на городскую среду и необходимость получения объективной эколого-гигиенической ситуации по безопасности почвенного покрова, было принято решение о расширении объема исследований. Дополнительно использованы такие показатели как химическое потребление кислорода (ХПК) в качестве критерия содержания трудноокисляемых органических веществ в почве, токсикологические и микробиологические исследования. Следует отметить, что территория города покрыта снегом более 5 месяцев в году. Под влиянием выхлопных газов автотранспорта к концу зимы в нем накапливается значительное количество взвешенных и трудноокисляемых органических веществ, нефтепродуктов, металлов. Снег становится токсичным для животных [11, 12]. Поэтому экологически обоснованным приемом являлось изучение загрязнения снегового покрова города, предшествующее исследованию почвы, с отбором проб по идентичным точкам.

Результаты исследования и их обсуждение

Обследование почвы на объектах повышенного риска по районам города за период наблюдений выявило наличие признаков её деградации: почвенный покров уплотнен, полноценная субстанция практически отсутствует, характерна скудная растительность, отмечается примесь пыли, при-

сутствуют мелкие камни, осколки стекла, обрывки камней и сухих веток. По сравнению с 2000–2004 годами степень деградации почвы городской территории оказалась более выраженной.

Эколого-гигиеническая характеристика почвенного покрова территории города по усредненным санитарно-химическим данным свидетельствует об увеличении антропогенной нагрузки на почву (табл. 1). В первую очередь это касается активизации процесса защелачивания почвы, как и в случае со снеговым покровом [11].

Кроме того, почва перенасыщена трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК). Величины показателя в почве составляли 68 г/кг в 2012 г. и 62 г/кг в 2013 г., характеризую почву в целом как неудовлетворительную. В почве определялось значительное количество нефтепродуктов, превышающее фоновый критерий для Самарской области (50 мг/кг). Присутствовали легкие углеводороды (детектирование в ИКС) и более тяжелые, ароматические углеводороды, стойкие в окружающей среде.

Результаты анализа почвенного покрова городской территории свидетельствуют о загрязнении его металлами, источником которых являются, в первую очередь, промышленные производства. В почве определялась медь в концентрации 1,97 ПДК и кадмий в концентрации 1,2 ПДК. Средние и максимальные концентрации цинка, свинца, ртути выявлялись на уровне ниже ПДК с тенденцией к уменьшению за двухлетний период.

Как следует из представленной общей картины эколого-гигиенической ситуации, ведущая роль в загрязнении почвы г. Самары принадлежит нефтепродуктам и трудноокисляемым органическим веществам, меди и кадмию.

Динамика пространственного распространения нефтепродуктов в почве по территории административных районов города обобщена в табл. 2.

Таблица 1

Эколого-гигиеническая характеристика почвы города (среднегодовые данные)

Годы наблюдений	pH	ХПК* мг/кг	НПР ИКС** мг/кг	нефтепродукты УФ*** мг/кг	медь мг/кг	кадмий мг/кг	цинк мг/кг	свинец мг/кг	ртуть мг/кг
2012	7,42	68030	653,0	391,5	5,79	0,58	23,46	19,56	0,05
2013	7,79	62270	871,8	566,7	5,91	0,52	16,34	14,21	0,03
норматив			50 мг/кг	фоновое содержание (50 мг/кг)	3,0	0,5	23,0	33,0	2,1

Примечание. * – трудноокисляемое органическое вещество, ** – детектирование в инфракрасной области спектра, *** – детектирование в ультрафиолетовой области спектра.

Таблица 2

Превышение фонового уровня загрязнения почвы административных районов города нефтепродуктами

Административный район	2012 год		2013 год	
	нефтепродукты			
	ИКС в ед.фона***	УФС в ед.фона***	ИКС в ед.фона***	УФС в ед.фона***
Самарский	9,1	5,9	7,8	5,8
Ленинский	103	6,8	18,2	12,0
Железнодорожный	20,5	16,6	32,4	13,8
Октябрьский	8,9	5,9	13,8	10,8
Промышленный	19,7	8,0	25,5	16,7
Советский	11,7	8,3	12,3	11,9
Кировский	14,0	7,7	26,3	16,8
Красноглинский	13,4	6,4	9,6	6,5
Куйбышевский	9,8	5,2	10,9	7,6
Среднегодовое содержание по районам	13,0	7,8	17,5	11,3

Примечание. * – детектирование в инфракрасной области спектра, ** – детектирование в ультрафиолетовой области спектра, *** – фон 50 мг/кг.

Почва на всей территории города интенсивно загрязнена нефтепродуктами обеих групп со значительным превышением фона. При этом содержание углеводородов в почве практически всех районов возросло в период проведения исследований. Накопление нефтепродуктов в почве является показателем её деградации и опасности для населения. Представленная картина по обеим группам нефтепродуктов свидетельствует о наличии постоянного источника их поступления в почву. Таким источником, распространенным по всему городу, являются выхлопы газов автотранспорта, попадающие в почву непосредственно и через снег. Количество нефтепродуктов в снеге, определяемых в инфракрасной области спектра, к 2013 году несколько снизилось, однако количество выделяемых ароматических углеводородов возросло в 1,4 раза [11]. В почве содержание первых за данный период возросло в 1,3 раза, а вторых в 1,5 раза.

О контаминации почвы по территории города трудноокисляемым органическим веществом дает представление рис. 1.

В почве всех районов города присутствует трудноокисляемое органическое вещество, содержание его значительное, несмотря на разноплановость динамик по районам в 2012 и 2013 гг.

Трудноокисляемое органическое вещество поступает в почву благодаря выхлопам автотранспорта, распространенного по всей территории г. Самары, и непосредственно и после таяния снега. В почве загородной зоны, где источником загрязнения является только автотранспорт прожива-

ющих, величина ХПК была значительно ниже и составляла по годам исследования 41 и 46 г/кг соответственно. Вместе с тем, в снеговом покрове значения ХПК превышали норматив в 2 раза в 2012 и в 3,5 раза в 2013 году [11].

Результаты исследований показали, что загрязнение почвы территориями города нефтепродуктами и трудноокисляемой органикой ведет к потере её санитарно-гигиенической функции, возникновению риска вторичного загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха и возрастанию эпидемической опасности.

Для оценки степени загрязнения почвы и её эпидемической опасности проведено изучение почвы на данных территориях города с использованием интегральных показателей – общего количества микроорганизмов (ОМЧ), вырастающих на мясо-пептонном агаре при 37 °С в течение 24 часов, характеризующих микробное загрязнение объекта преимущественно аллохтонной (фекальной) микрофлорой и количества почвенных сапрофитных микроорганизмов, вырастающих на мясо-пептонном агаре при 22 °С в течение 72 часов, являющихся показателем органического загрязнения почвы (рис. 2).

Анализ результатов исследований показал, что в 2009 году почвенный покров города по административным районам характеризовался довольно скудным микробным обсеменением. В первую очередь это касалось присутствия в почве сапрофитной микрофлоры. Данная ситуация расценивалась как следствие ингибирующего влияния на микрофлору химических загрязнителей

(нефтепродукты, металлы) почвы [6, 13]. В целом биологическая активность почвы определена как «низкая». Соотношение сапрофитной и аллохтонной микрофлоры составило 1,3:1 и свидетельствовало о торможении процессов самоочищения почвы.

По результатам наблюдений последних лет отмечается нарастание фекального и органического загрязнения почвы.

Количество аллохтонной микрофлоры в почве возросло к 2012 году в 1,9 раза, к 2013 году в 4,2 раза по сравнению с 2009 годом. Содержание сапрофитной микрофлоры в 1 г. почвенного субстрата увеличилось соответственно в 7,6 и 17,7 раза.

Наиболее существенные изменения в микробиоценозе городской почвы произошли к 2013 году и в первую очередь они коснулись почвенных сапрофитов.

Анализируя среднегодовые результаты микробиологических исследований, необходимо отметить, что соотношение сапрофитной и аллохтонной микрофлоры по годам наблюдений изменилось и определялось как 5,0:1 в 2012 г. и 5,4:1 в 2013 г., что свидетельствует в целом об активизации процессов самоочищения почвы. Однако состояние микробиоценоза почвы отдельных районов города существенно различалось (табл. 3).

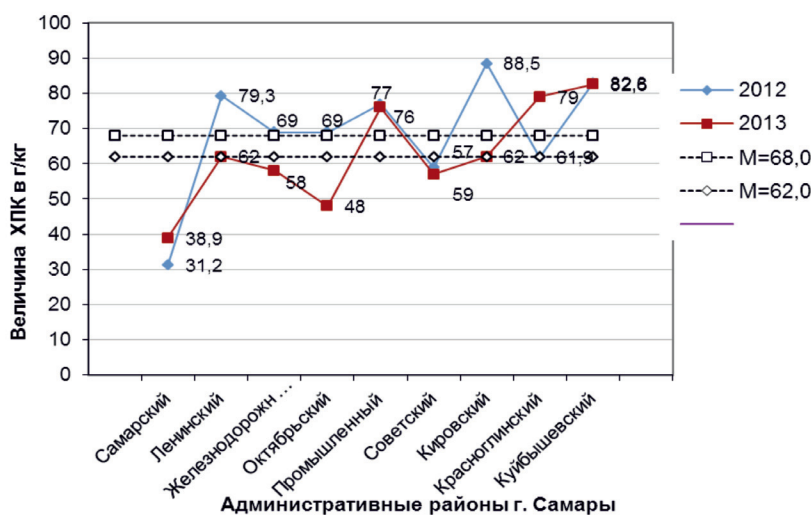


Рис. 1. Динамика ХПК в почве по территории административных районов города

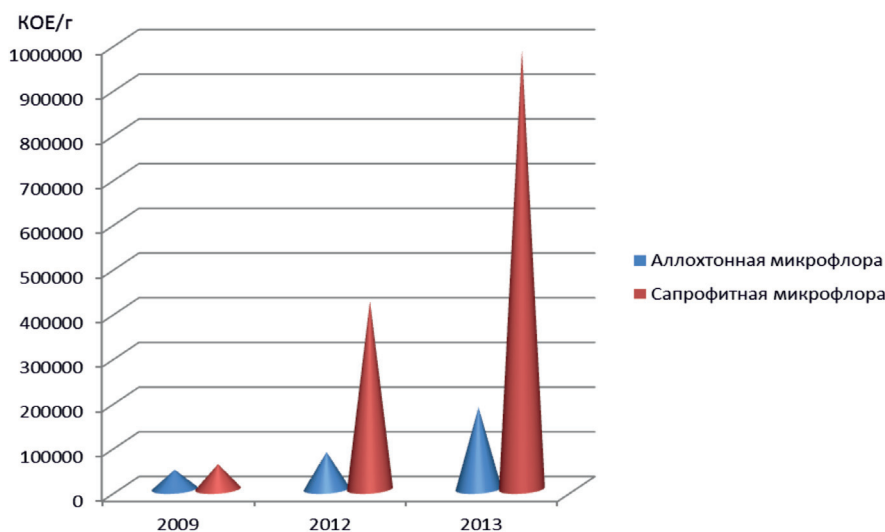


Рис. 2. Качество почвы по интегральным микробиологическим показателям

Таблица 3

Динамика показателей качества почвы административных районов города

Годы наблюдений Административ- ный район	2009 год		
	1	2	
	Аллохтонная микрофлора КОЕ/г	Сапрофитная микрофлора КОЕ/г	Соотношение сапрофитной / аллохтонной микрофлоры
Самарский	29750	34770	1,2:1
Ленинский	32450	31830	1:1
Железнодорожный	43580	51750	1,2:1
Октябрьский	18150	18350	1:1
Промышленный	32380	37680	1,2:1
Советский	31730	24430	0,8:1
Кировский	48050	78780	1,6:1
Красноглинский	69200	13050	1,6:1
Куйбышевский	84750	109050	1,3:1
Контрольный участок	—		

Окончание табл. 3					
3 2012 год			4 2013 год		
Аллохтон-ная микрофлора КОЕ/г	Сапрофитная микрофлора КОЕ/г	Соотношение Сапрофитов/ Аллохтонной микрофлоры	Аллохтонная микрофлора КОЕ/г	Сапрофитная микрофлора КОЕ/г	Соотношение Сапрофитов/ Аллохтонной микрофлоры
15000	44000	3:1	101950	2765500	27,5:1
24000	142000	6:1	47900	1539500	32:1
27500	126500	4,6:1	130000	1930000	14,8:1
82250	646500	8:1	23150	221250	9,5:1
241500	633500	3:1	126850	978000	7,7:1
65250	306250	4,7:1	33000	400000	12:1
50000	357500	7:1	9980	118250	12:1
49500	274500	5,6:1	53780	770000	14:1
197750	908500	4,6:1	18550	115750	6:1
15000	344000	23:1	4650	935000	20:1

Как показывают данные табл. 3, на отдельных административных территориях (Самарский, Железнодорожный, Промышленный) произошло значительное антропогенное загрязнение почвы. На данных территориях с высоким содержанием нефтепродуктов и трудноокисляемых органических веществ в почве наблюдалось достоверное увеличение аллохтонной и сапрофитной микрофлоры по сравнению с 2009 годом и состоянием микрофлоры контрольных районов. Эти результаты сви-

детельствуют не только об органическом, но и фекальном загрязнении территории. Высокое содержание общей численности микроорганизмов и значительные темпы ежегодного прироста микрофлоры создают риск эпидемической опасности почвы для здоровья населения [14]. Возникает необходимость более глубокого изучения микрофлоры почвы на наличие патогенных и индикаторных её показателей безопасности, а также отдельных популяций микроорганизмов, характеризующих биологи-

ческую активность и состояние процесса самоочищения почвы для разработки профилактических мероприятий по оздоровлению почвенного покрова районов города и снижению риска нарушения здоровья населения [15].

Высокая степень антропогенного загрязнения почвы послужила основанием для проведения токсикологических экспериментальных исследований по оценке токсичности почвы на организм лабораторных животных. Токсикологический эксперимент завершился патоморфологическими исследованиями внутренних органов. Эксперимент классический токсикологический для выявления токсического действия суспензии почвы при пероральном её введении (18,78 мл на одно животное в сутки) половозрелым белым крысам самкам в возрасте 6 месяцев. Использована почва практических всех районов г. Самары и загородной зоны. Контролем служила кипяченая вода. У экспериментальных животных, получавших суспензию почвы, отобранную с различных территорий города, выявлены тенденция достоверного увеличения абсолютной и относительной массы легких, почек, сердца, печени в сравнении с контрольной группой. У животных получавших суспензию почвы из загородной зоны определено достоверное уменьшение относительной массы сердца. У животных из экспериментальных групп изменялись поведенческие реакции на основании оценки интегральных показателей. В меньшей степени они изменялись у животных, принимавших суспензию почвы из загородной зоны.

В органах опытных групп животных изменения отличались и носили стереотипный характер. В слизистой желудка зафиксированы деструктивные изменения в виде кратерообразных поверхностных дефектов. Большая их глубина наблюдалась у животных с оценкой влияния городской почвы. Отмечены некоторые отклонения со стороны стромы печени. Менее выражены изменения и животных с оценкой влияния почвы загородной зоны. В почках выявлено резкое венозное полнокровие, слабо выраженная гидрорическая дистрофия отдельных клеток эпителия почечных канальцев.

Следовательно, почвы г. Самары с интенсивной антропогенной нагрузкой токсичны для лабораторных животных.

Заключение

Эколого-гигиеническое состояние почвы отдельных территорий г. Самары неудовлетворительное и связано в первую очередь с накоплением нефтепродуктов, трудноокисляемого органического веще-

ства и металлов, обусловленных в основном ростом объемов выхлопов автотранспорта. Интегральный показатель, химическое потребление кислорода (ХПК), характеризующая загрязненность почвы органическими веществами, может быть использован как критерий оценки её антропогенности. В чистой почве трудноокисляемой органики не должно быть.

Высокое содержание нефтепродуктов и трудноокисляемых веществ в почве территории города усиливает процессы её деградации и снижает санитарно-гигиеническую функцию. Изменяется соотношение микробных сообществ в микробиоценозе почвы, нарушаются процессы её самоочищения, повышается степень её токсикологической опасности.

Возрастает риск нарушения здоровья населения на территориях города с высоким содержанием в почве нефтепродуктов и отдельных металлов.

Степень загрязнения снега нефтепродуктами и комплексом трудноокисляемой органики позволяет говорить о наличии дополнительной нагрузки на почву в г. Самаре данными вредными веществами после таяния снега, что является основанием к постоянному проведению в городе снегоуборочных работ.

Биологическая активность почвы в г. Самаре еще сохранена. Для усиления процессов самоочищения почвы и оптимизации соотношения физиологических групп микроорганизмов необходимы постоянные почвоохраняющие мероприятия, касающиеся в первую очередь снижения негативного воздействия выхлопов автотранспорта на среду обитания и улучшение эколого-гигиенического состояния почв по административным районам г. Самары.

Список литературы

1. Щербо А.П. Об инновациях в эколого-гигиенической защите почв (к проблеме гигиенической концепции охраны почвенного покрова). Гиг. и сан. – 2011. – № 1. – С. 11–14.
2. Трошина Е.Н. Мониторинг гигиенического состояния городских почв как элемент оценки риска здоровью населения. Здоровье населения и среда обитания: Информ. бюл. – М., 2008. – № 12. – С. 34–35.
3. Санитарно-экологическое состояние почвы территории г. Самары, как возможный риск здоровью населения / И.Ф. Сухачева, Л.Е. Орлова, О.Н. Исакова и др. // Изв. Самарского науч. центра Рос.акад.наук. – Самара, 2010. – Т. 12, № 1(7). – С. 1774–1777.
4. Русаков Н.В. Роль почвы и отходов в заболеваемости населения // Окружающая среда и здоровье: матер. Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. – Суздаль, 2005. – С. 16–23.
5. Михайлуц М.Ф. Эколого-гигиенические аспекты химического загрязнения почвы в промышленных городах Сибири // Экол. бюл. ИНЭКА.
6. Гладких А.М., Фомиченко И.И. Зависимость заболеваемости населения от уровня загрязнения почв тя-

- желыми металлами // Гигиен. пробл. охраны здоровья населения: матер. науч.-практ. конф. – Самара, 2000. – № 4.1. – С. 111–112.
7. Ретроспективное исследование влияния факторов риска среды обитания на заболеваемость населения г. Самары злокачественными новообразованиями, болезнями системы кровообращения и органов дыхания: отчет о НИР/ ГБОУ ВПО СамГМУ Минздрава России, Науч.-исслед. ин-т гигиены и экологии человека; дир. Сазонова О.В.; отв. исполн. И.Ф. Сухачева, Н.И. Дроздова и др. – Самара, 2012. – 80 с. – № ГР020135809. – Инв № 02201359815.
8. Сазонова О.В. Особенности современного состояния атмосферного воздуха г. Самары // Науч.-метод. и законодательные основы совершенствования норматив.- правовой базы профилактик. здравоохранения: проблемы и пути их решения: матер. Пленума науч. совета по экол. человека и гигиене окруж. среды РФ. – М., 2012. – С. 387–389.
9. Роль автотранспорта в загрязнении среды обитания и влиянии на здоровье населения Самарской области / О.В. Сазонова, И.Ф. Сухачева, Н.И. Дроздова и др. // Изв. Самарского науч. центра Рос. акад. наук. – Самара, 2013. – Т. 15, № 3(6). – С. 1944–1948.
10. Май И.В., Клейн С.В. Анализ риска здоровью населения от воздействия выбросов автотранспорта и пути его снижения // Изв. Самарского науч. центра Рос. акад. наук. – Самара, 2011. – Т. 13, № 1(9). – С. 1895–1901.
11. Мониторинг качества снежного покрова, как составляющей среды обитания населения г. Самары / О.В. Сазонова, И.Ф. Сухачева, Н.И. Дроздова и др. // Фундамент. исследования. – 2014. – № 10. – С. 174–179.
12. Экспериментальные токсиколого-гигиенические исследования снегового покрова административных районов города Самары / О.В. Сазонова, О.Н. Исакова, П.А. Сухачев и др. // Изв. Самарского науч. центра Рос. акад. наук. – Самара, 2014. – Т. 16, № 5(2). – С. 943–948.
13. Достоверность санитарно-бактериологической оценки почвы населенных мест в условиях антропогенной нагрузки на окружающую среду // О.В. Сазонова, И.Ф. Сухачева, О.Н. Исакова и др. // Изв. Самарского науч. центра Рос. акад. наук. – Самара, 2012. – Т. 14, № 5(3). – С. 632–635.
14. Трухина Г.М., Егорова И.П., Дерябкина Л.А. Особенности биоценоза почвы // Региональные проблемы охраны здоровья населения Центрального Черноземья: Матер. научн. практ. конф. – Белгород, 2001. – С. 445–448.
15. Трухина Г.М., Егорова И.П., Дерябкина Л.А. Гигиеническая оценка результатов мониторинговых наблюдений за состоянием почв город // Гигиена: прошлое, настоящее и будущее: Науч. труд. ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана. – М., 2001. – Вып. 1. – С. 601–603.