

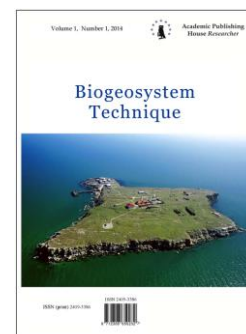
Copyright © 2014 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation
Biogeosystem Technique
Has been issued since 2014.
ISSN: 2409-3386
Vol. 2, No. 2, pp. 174-181, 2014

DOI: 10.13187/bgt.2014.2.174

www.ejournal19.com



UDC 551.510.42: 616.98

Transformation of Components of Human Environment Under Anthropogenic Impact

¹ Vladimir G. Sister
² Igor' S. Tartakovskiy
³ Andrey N. Tsedilin
⁴ Nina V. Vorobeva

^{1, 3, 4} Moscow State Engineering University (MAMI), Russian Federation
105066, Moscow, str. Old Basman, d. 21/4

² Institute of Epidemiology and Microbiology named after NF Gamalei of Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation, Russian Federation

¹ Corresponding member of RAS, Professor

² PhD, Professor

³ PhD, Associate Professor

⁴ PhD, Associate Professor

E-mail: azedilin@yandex.ru

Abstract

Are present the results of research of microbiological contamination of man-made water systems and chemical pollution of the surface air. It has been shown that high concentrations of Legionella in air conditioning systems and hot water, and ozone in the surface air are associated with the transformation of the components of the human environment under anthropogenic impact.

Keywords: human environment; anthropogenic impact; polluting factors; transformation; legionella; ozone; MPC; danger to human life and health.

Введение

Среда обитания человека включает в себя природную и искусственную среды [1].

Природная среда является само регулируемой системой. Испытывая на себе антропогенные нагрузки в виде загрязняющих биологических, физических и химических факторов она может терять свою устойчивость и переходит в новое равновесное состояние с меньшим, по сравнению с исходным, уровнем сложности, энергетическим и экологическим потенциалом [2]. При этом большая часть компонентов загрязняющих факторов не изменяют своих первоначальных физико-химических и биологических свойств.

Искусственная среда обитания человека является не само регулируемой системой. Для поддержания в ней оптимальных условий жизнедеятельности человека необходимо постоянное проведение организационно-экологических мероприятий по поддержанию загрязняющих факторов на допустимом уровне. При этом также большая часть компонентов

загрязняющих факторов не изменяют своих первоначальных физико-химических и биологических свойств.

Обоснование выбранного направления исследований

Некоторые компоненты загрязняющих факторов при антропогенном воздействии на среду обитания трансформируются и могут представлять опасность для жизни и здоровья человека. В данной статье представлены материалы, полученные авторами в результате исследований экологической безопасности по трансформируемым компонентам искусственной (легионеллы) и природной (озон) сред обитания человека.

Материалы и методы

Выявление бактерий *Legionella pneumophila* в исследуемых объектах искусственной среды обитания человека проводили согласно [3, 4]. Для оценки концентраций озона использовали данные ГПБУ «Мосэкомониторинг».

Результаты и обсуждение

Легионеллезная инфекция (болезнь легионеров) известна с 1976 г., разработаны методы ее диагностики и лечения, однако, возбудитель по-прежнему представляет существенную угрозу общественному здоровью, вызывая спорадические случаи и крупные эпидемические вспышки тяжелых пневмоний с высоким процентом летальных исходов в различных странах мира. Крупнейшая в Европе за 2007 г. вспышка легионеллеза была зарегистрирована в России, в г. Верхняя Пышма Свердловской области (более 100 заболевших, 5 летальных исходов) (5,6). В ноябре 2014 года крупная вспышка легионеллеза была в пригороде Лиссабона (более 300 заболевших, 12 летальных исходов) (7).

Возбудитель легионеллеза – *Legionella pneumophila* широко распространена в пресноводных водоемах, где природная планктонная форма может паразитировать в водных амебах и других простейших. Концентрация микроорганизма в этих условиях крайне низка и не превышает 10 КОЕ/л (8). Размножение легионелл активно идет в теплой воде в диапазоне температур 20–45°C, хотя их выделяют и из холодной воды.

Несмотря на высокий процент летальных исходов (от 5 до 20 %), сопоставимый с летальностью при особо опасных инфекциях, легионеллы «безобидный» водный микроорганизм, который только при определенных обстоятельствах способен представлять опасность для жизни и здоровья человека.

Обстоятельства эти обусловлены, прежде всего, антропогенным воздействием на среду обитания человека, когда при хозяйственной деятельности создаются оптимальные условия для накопления возбудителя в потенциально опасных искусственных водных системах (циркулирующий водный контур систем охлаждения, застойные участки систем водоснабжения и т.п.).

Если бы концентрация легионелл в природных пресноводных водоемах представляла опасность для человека, то легионеллез мог бы занять место среди наиболее распространенных инфекций. Но это не происходит, поскольку размножиться до опасных концентраций возбудитель может только в определенных типах искусственных водных систем, которые называют потенциально опасными водными системами (9).

К первому типу потенциально опасных водных систем относятся секции увлажнения и охлаждения централизованных систем кондиционирования воздуха, устанавливаемых в помещениях с повышенным скоплением населения. Типичная микробиологическая загрязненность секций увлажнения представлена в таблице 1.

Таблица 1

**Микробиологические показатели секции увлажнения
центрального кондиционера**

Место отбора, вид образцов для исследования	Общее количество микроорганизмов (КОЕ\мл)	Количество легионелл (КОЕ\л)
Проба рециркулируемой воды из поддона	$5,5 \times 10^3$	$1,2 \times 10^2$
Поверхность увлажнения (соскоб)	$8,6 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$
Поверхность поддона (соскоб)	$3,0 \times 10^4$	$3,2 \times 10^3$

В процессе кондиционирования, в зависимости от конструкции и режима работы, 0,1–2 % рециркулируемой воды распространяется в воздухе в виде водного аэрозоля с размером капель 1–100 мкм. Капли диаметром менее 5 мкм легко проникают в альвеолы легких человека, где вирулентные штаммы легионелл проникают в альвеолярные макрофаги и начинают размножаться и вызывать инфекцию у людей.

Схема рециркуляции воды при обратном водоснабжении применяется в градирнях на тепловых электростанциях и АЭС, для охлаждения конденсаторов холодильных установок и аварийных электрогенераторов, в химическом и полимерном производстве и т.п. В процессе эксплуатации наиболее крупных гирерболоидных градирен водный мелкодисперсный аэрозоль, содержащий легионеллы, может распространяться на расстояние до 6 км.

Вторым типом потенциально опасной водной системы, в которой для размножения и накопления легионелл созданы благоприятные условия, являются системы горячего водоснабжения зданий различных типов (10). Контаминация легионеллами систем горячего водоснабжения происходит при температуре ниже 55 °С. Наличие застойных участков и зон, способность к колонизации микроорганизмами различных поверхностей способствует накоплению высоких концентраций возбудителя. Бактериологическая оценка наличия легионелл в системе горячего водоснабжения представлена в таблице 2.

Таблица 2

**Бактериологическая оценка наличия легионелл в горячей воде
с температурой 45–54 °С**

Объекты исследований	Концентрация легионелл (КОЕ/л)	ПЦР-РВ* (КОЕ/л)
микробиологическая лаборатории	$2,8 \cdot 10^3 - 6,4 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^5 - 5,1 \cdot 10^5$
отделение интенсивной терапии	$9,9 \cdot 10^3 - 5,0 \cdot 10^5$	$6,0 \cdot 10^5 - 4,2 \cdot 10^7$
отделение детской хирургии	$9,0 \cdot 10^3$	$6,0 \cdot 10^4$
Кран горячей воды (соскоб)	$1,5 \cdot 10^3$	

Примечание: * – полимеразная цепная реакция в реальном времени.

К третьему типу потенциально опасных водных систем относятся различные типы «вихревых ванн или бассейнов», джакузи различного типа (whirlpoolbaths, sparpools, swim-spa, hottube), широко распространенные за рубежом, а в последние годы и в России. Данные системы являются обязательным элементом водных восстановительных процедур в отелях, спортивных и развлекательных центрах, центрах массажа и гидротерапии, аквапарках, банях и саунах, круизных судах. Система постоянного разбрызгивания водного аэрозоля при температуре воды 32–42 °С создает исключительно благоприятные условия для размножения легионелл и распространения водного аэрозоля, содержащего возбудитель.

Потенциально опасные искусственные водные системы, являющиеся результатом антропогенного воздействия на среду обитания человека, обладают условием, обеспечивающим размножение легионелл до концентраций представляющих угрозу жизни и здоровью человека. Этим условиям является трансформация в них легионелл от планктонных форм до биопленок (колонизирующих различные поверхности), отсутствующих в природных экологических нишах микроорганизма.

Одной из значимых экологических проблем антропогенного воздействия на природную среду обитания человека в последние десятилетия является существенное повышение концентраций озона в приземном воздушном слое. Наибольшие наблюдавшиеся концентрации озона в приземном слое атмосферы на территории РФ составляют 600 мкг/м^3 , что значительно превышает его природные концентрации.

Озон является составной частью атмосферы Земли. Его содержание составляет менее $2,0 \times 10^{-6}$ об.%. Толщина слоя озона, приведённого к нормальным условиям давления и температуры (760 мм.рт. ст. , $0 \text{ }^\circ\text{C}$), в среднем для всей Земли составляет $2,5\text{--}3,0 \text{ мм}$, в экваториальных областях — около $2,0 \text{ мм}$, а в высоких широтах — до $4,0 \text{ мм}$. Основная масса озона расположена в виде слоя — озоносферы — на высоте от 10 до 50 км с наибольшими концентрациями на высоте $20\text{--}25 \text{ км}$. В тропосфере содержание озона изменчиво во времени и по высоте. В незагрязненном воздухе его концентрация составляет в среднем 16 мкг/м^3 (11).

Озон (O_3) трёхатомная аллотропная модификация кислорода. Обе связи $\text{O}-\text{O}$ в молекуле озона имеют одинаковую длину $1,272 \text{ \AA}$. Угол между связями составляет $116,78^\circ$. Центральный атом кислорода sp^2 -гибридизован, имеет одну неподелённую пару электронов. Порядок каждой связи — $1,5$, резонансные структуры — с локализованной одинарной связью с одним атомом и двойной — с другим, и наоборот. Молекула полярна, дипольный момент — $0,5337 \text{ D}$ (8). Характерными химическими свойствами озона следует считать его нестойкость, способность быстро разлагаться и высокую окислительную активность.

Озон относится к веществам первого класса опасности [12]:

- максимальная разовая предельно допустимая концентрация ПДК_{м.рв} в атмосферном воздухе 160 мкг/м^3 ;
- средняя суточная предельно допустимая концентрация ПДК_{с.с} в атмосферном воздухе 30 мкг/м^3 ;
- предельно допустимая концентрация ПДК_{р.з} в воздухе рабочей зоны 100 мкг/м^3 ;
- порог человеческого обоняния 10 мкг/м^3 .

Образование озона и его разложение в приземной атмосфере происходит в результате многочисленных фотохимических и химических реакций газовых компонентов, число которых в современных моделях химии атмосферы превышает сотню (13). Такое количество реакций говорит о чрезвычайной сложности процессов, протекающих в тропосфере, которые зависят также от целого ряда метеорологических параметров, таких как температура, влажность, инсоляция, «роза ветров», загрязненность воздуха аэрозолями различных типов и т.п.

В настоящее время считается, что в урбанизированных экосистемах преобладают фотокаталитические реакции образования озона из кислорода и «предшественников» озона (окислы азота, углеводороды и др.) (14).

Исходя из этого, можно констатировать, что в результате антропогенного воздействия в атмосфере происходит трансформация экологически значимого кислорода атмосферы и загрязняющих химических веществ II–IV класса опасности в чрезвычайно опасное химическое вещество O_3 (I класс опасности), при воздействии которого экологическая система может необратимо разрушаться.

Оценку загрязнённости приземного воздуха озоном провели в Московском регионе, на территории с высоким антропогенным воздействием на среду обитания человека (по данным ГПБУ «Мосэкомониторинг»).

При этом в летний период 2014 г. фиксировались максимальные дневные суточные значения концентрации O_3 (для оценки воздействия на здоровье человека и экологических расчетов). Зависимости максимальных значений концентраций озона на уровне земли и по высоте (август) представлены на рис. 1-2.

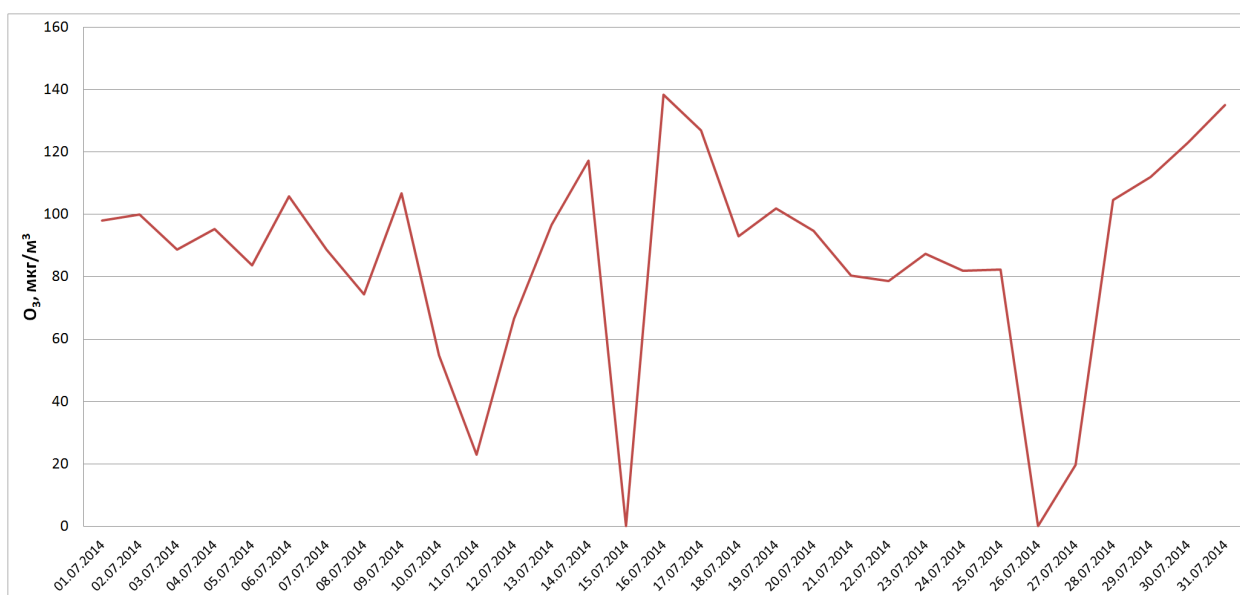


Рис. 1. Максимальные значения дневных суточных значений концентрации O_3 на уровне земли

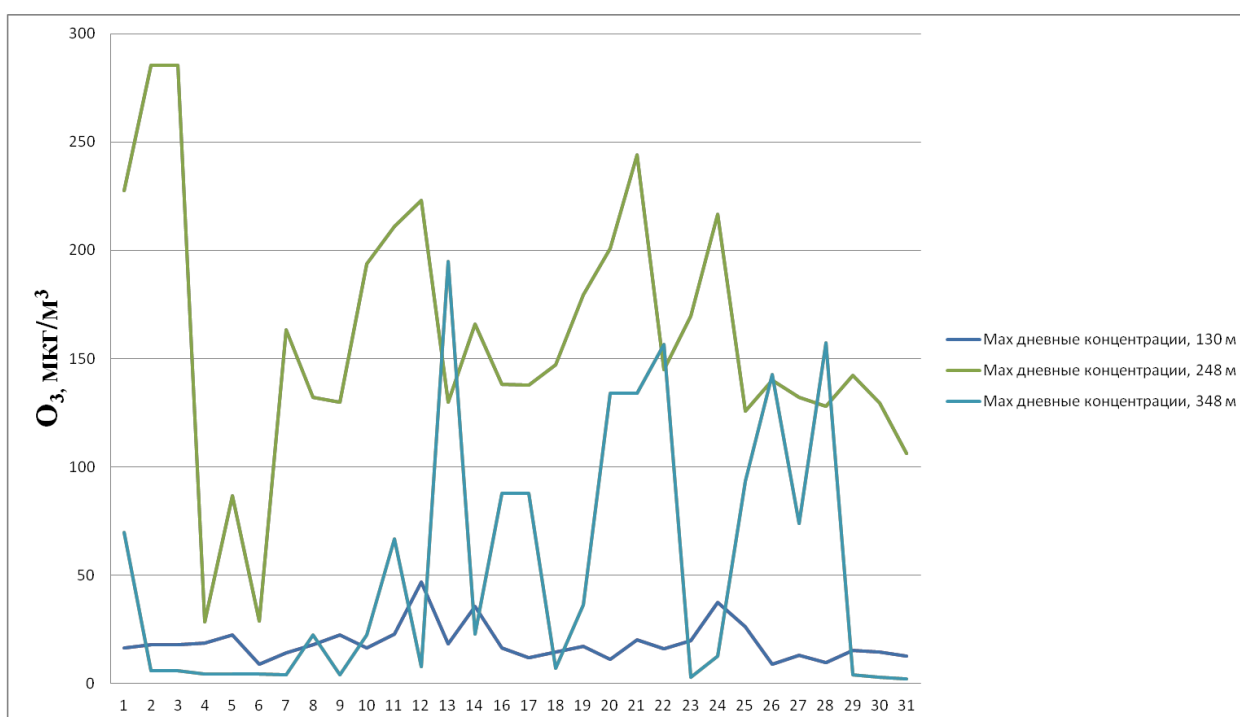


Рис. 2. Максимальные значения дневных суточных значений концентрации O_3 по высоте

Графики иллюстрируют сложный колебательный процесс, а представленные экспериментальные зависимости могут быть обработаны статистическими методами (15).

Анализ максимальных значений концентраций O_3 полученных за летний период 2014 г. показал, что имеет место превышение концентрациями O_3 значения в 60 мкг/м^3 (2 ПДК_{с.с}), при которых наблюдается корреляция между содержанием озона в тропосфере и количеством вызовов скорой помощи. Кроме того, по данным ВОЗ (14):

- увеличение средней за 8 часов концентрации озона с 70 мкг/м³ на каждые 10 мкг/м³ повышает смертность на 0,4 %;
- средняя за 8 часов концентрация озона 100 мкг/м³ повышает смертность на 1–2 % по отношению к концентрации озона 70 мкг/м³;
- средняя за 8 часов концентрация озона 160 мкг/м³ повышает смертность на 1–2 % по отношению к концентрации озона 100 мкг/м³.

Вывод

Антропогенная эволюция среды обитания человека определяет новые принципы управления экосистемами различных типов [16]. Поэтому при их разработке и практической реализации необходимо учитывать трансформацию компонентов загрязняющих факторов, которые могут представлять потенциальную угрозу биосфере.

Примечания:

1. Федеральный закон от 30 марта 1999 г. N 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".
2. Брюхань Ф.Ф. Промышленная экология: учеб. для вузов. Москва: Форум, 2012. 208 с.
3. Санитарные правила «Профилактика легионеллеза», СП 3.1.2. 2626-10, М., 2010, 12 с.
4. Методические указания «Выявление бактерий *Legionella pneumophila* в объектах окружающей среды», МУК 4.2.2217-07. М., 2007, 27 с.
5. Онищенко Г.Г., Лазикова Г.Ф., Чистякова Г.Г. и др. Эпидемиологическая характеристика вспышки легионеллеза в г. Верхняя Пышма. Журн. микробиол. 2008. № 2. С. 82-85.
6. Тартаковский И.С., Гинцбург А.Л., Лазикова Г.Ф. и др. Стандарты лабораторной диагностики легионеллеза и их применение во время эпидемической вспышки пневмоний в г. Верхняя Пышма. Журн. микробиол. 2008. №2. С. 16-19.
7. Outbreak of Legionnaires' Disease in the Lisbon area, Portugal. 13 November 2014 ECDC. www.ecdc.europa.eu
8. Методические указания «Эпидемиологический надзор за легионеллезной инфекцией». МУ 3.1.2.2412-08, 01.09.2008 г.
9. Тартаковский И.С., Груздева О.А., Галстян Г.М., Карпова Т.И. Профилактика, диагностика и лечение легионеллеза. М.: Студия МДВ, 2013.
10. Систер В.Г., Иванникова Е.М., Тартаковский И.С., Цедилин А.Н., Шульга Е.Г. Фильтрационные методы обеззараживания систем горячего водоснабжения от легионелл. Известия МАМИ, 2013. № 3. Том 2. С. 42-48.
11. Kenneth M. Mack; J. S. Muenter. Stark and Zeeman properties of ozone from molecular beam spectroscopy // Journal of Chemical Physics. 1977. Vol. 66. P. 5278-5283.
12. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест: ГН 2.1.6.1338-03. Утв. Гл. гос. Санитар. врачом РФ, Первым зам. Министра здравоохранения РФ 21.05.2003 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/42/42030/index.htm> (дата обращения 04.03.2014).
13. Александров Э. Л., Израэль Ю. А., Король И. П., Хргиан А. Х. Озонный щит Земли и его изменения. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 288 с.
14. Проблемы мониторинга приземного озона и пути нейтрализации вредного влияния: сборник трудов. Второго Международного совещания-семинара, г. Таруса, 6–7 июня 2012 г. / под ред. Б. Д. Белан [и др.]. М., 2013. 118 с.
15. Систер В.Г., Воробьева Н.В., Цедилин А.Н., Воробьев Ю.В. Результаты статистической обработки концентраций тропосферного озона в Московском регионе, Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2014. №1(50). С. 74-81.
16. Калиниченко В.П. Биogeосистемотехника как гносеологическая основа управления экосистемами // Живые и биокосные системы. Декабрь 2012. Вып. 1. <http://www.jbks.ru/archive/issue-1/article-3>

References:

1. Federal Law of March 30, 1999 N 52-FZ "On the sanitary-epidemiological welfare of the population".
2. Bruchan' FF Industrial ecology: Textbook for higher schools. Moscow: Forum, 2012. 208 p.
3. Sanitary Regulations "Prevention of Legionnaires' SP 3.1.2. 2626-10, Moscow, 2010, 12 p.
4. Guidelines "Identifying the bacteria Legionella pneumophila in the environment," MUK 4.2.2217-07. M. 2007, 27, p.
5. Onishchenko GG, Lazikova G.F., Chistyakova GG et al. Epidemiological characteristics of outbreaks of legionellosis in Pyshma. Journal of. microbiology. 2008. № 2. Pp. 82-85.
6. Tartakovsky IS, AL Ginzburg, GF Lazikova et al. Standards for laboratory diagnosis of Legionnaires' disease and their use during an outbreak of pneumonia in Pyshma. Journal of. microbiology. 2008. №2. Pp. 16-19.
7. Outbreak of Legionnaires' Disease in the Lisbon area, Portugal. November 13, 2014 ECDC. www.ecdc.europa.eu
8. Guidelines "Epidemiological Surveillance of Legionella infection." MU 3.1.2.2412-08, 01.09.2008.
9. Tartakovsky IS, Gruzdeva OA, Galstyan GM, TI Karpova Prevention, diagnosis and treatment of legionellosis. M : Studio MDV, 2013.
10. Sister VG, Ivannikova EM, Tartakovsky IS, Tsedilin AN, EG Shul'ga. Filtration methods of disinfection of hot water systems from Legionella. Proceedings of the MAMI, 2013. № 3. Volume 2. Pp. 42-48.
- 11 Kenneth M. Mack; J. S. Muentner. Stark and Zeeman properties of ozone from molecular beam spectroscopy // Journal of Chemical Physics. 1977. Vol. 66. P. 5278-5283.
12. Maximum allowable concentration (MAC) of pollutants in the atmospheric air of populated areas: GN 2.1.6.1338-03. Approved: Chief State. Sanitary Doctor of RF, First Deputy. Minister of Health of RF on 21.05.2003 [electronic resource]. Mode of access: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/42/42030/index.htm> (date of access 04/03/2014).
13. Aleksandrov EL, Izrael YA, Korol' IP, AH Hrgian. Ozone Shield of the Earth and its changes. SPb.: Gidrometeoizdat, 1992. 288 p.
14. Problems of monitoring ozone and ways to neutralize the harmful effects: Collection of papers. Second International Workshop-Seminar. Tarusa. 6-7 June 2012 / ed. BD Belan [et al.]. M., 2013. 118 p.
15. Sister VG, Vorobieva NV, Tsedilin AN Vorobyov V. Results of statistical processing of tropospheric ozone concentrations in the Moscow region, problems of modern science and practice. University named after VI Vernadsky. 2014. №1 (50). Pp. 74-81.
16. Kalinichenko VP Biogeosystem technique as the epistemological basis of ecosystem management // Live and biologically caused systems. December 2012. Vol. 1. <http://www.jbks.ru/archive/issue-1/article-3>

УДК 551.510.42:616.98

**Трансформация компонентов среды обитания человека
при антропогенном воздействии**

¹ Владимир Григорьевич Систер

² Игорь Семенович Тартаковский

³ Андрей Николаевич Цедилин

⁴ Нина Валентиновна Воробьева

^{1, 3, 4} Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Российская Федерация

105066, Москва, ул. Старая Басманная, д. 21/4

² НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи Министерства здравоохранения и социального развития РФ, Российская Федерация

¹ член-корреспондент РАН, д.т.н., профессор

² д.б.н., профессор

³ к.т.н., доцент

⁴ к.т.н., доцент

E-mail: azedilin@yandex.ru

Аннотация. Приведены результаты по микробиологическому загрязнению искусственных водных систем и химическому загрязнению приземного воздуха. Показано, что высокие концентрации легионелл в системах кондиционирования воздуха и горячего водоснабжения и озона в приземном воздухе связаны с трансформацией компонентов среды обитания человека при антропогенном воздействии.

Ключевые слова: среда обитания человека; антропогенное воздействие; компоненты загрязняющих факторов; трансформация компонентов; легионеллы; озон, ПДК, опасность для жизни и здоровья человека.