

УДК 614.7:616-053

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ И РИСК ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВЫБРОСАМИ АВТОТРАНСПОРТА

¹Степанова Н.В., ¹Святова Н.В., ²Сабирова И.Х., ¹Косов А.В.

¹ГБОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,

Казань, e-mail: public.mail@kpfu.ru;

²ГАУ Министерства Здравоохранения «Республиканская клиническая офтальмологическая больница Республики Татарстан», Казань

В статье описывается мониторинг загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта в г. Казани, осуществляемый тремя разными ведомствами. Для исследования были выбраны два района г. Казани, где на расстоянии не более 1,5 км расположены посты наблюдения за загрязнением атмосферы всех ведомств. Данные контроля отличаются по перечню загрязняющих веществ и количественной оценке отдельных загрязнителей. Результаты оценки неканцерогенного риска при поступлении химических веществ с выбросами автотранспорта не имели расхождений (неприемлемый высокий уровень суммарного риска в Вахитовском и Советском районах города), однако коэффициенты опасности, полученные по данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в РТ», значительно превышают аналогичные результаты других ведомств. Для корректной оценки риска контролирующими ведомствами необходима верификация существующих методов отбора и разработка единых подходов анализа и оценки загрязнения окружающей среды вредными веществами.

Ключевые слова: атмосферный воздух, автотранспорт, мониторинг, оценка риска для здоровья населения

INFLUENCE AND RISK ASSESSMENT OF AIR POLLUTION FROM VEHICLES TO POPULATION HEALTH

¹Stepanova N.V., ¹Svyatova N.V., ²Sabirova I.K., ¹Kosov A.V.

¹Kazan federal (Volga region) university, Kazan, e-mail: public.mail@kpfu.ru;

²Individual Public Health Institution «Republican Clinical Ophthalmological Hospital Republic of Tatarstan», Kazan

Air pollution monitoring in the city of Kazan performed by three different agencies for vehicle emissions control is described in the article. Two Kazan districts, where atmospheric pollution control sites of all agencies are located at a distance of no more than 1,5 km, were chosen for research. Control data differ in pollutants priority and quantitative estimation of certain pollutants. Non-carcinogenic risk evaluation results on chemical effluence with vehicle emissions had no discrepancies (unacceptably high total risk level in Vakhitovsky and Sovetsky city districts); however danger coefficients obtained from the data of the Federal State-Funded Healthcare Institution «Hygienic and Epidemiological Center in the Republic of Tatarstan» far exceed similar results of other agencies. Verification of the available sampling techniques and development of a single approach to analysis and evaluation of the environmental pollution by harmful substances are required for a consistent risk assessment by monitoring agencies.

Keywords: atmospheric air, vehicles, monitoring, risk assessment for the population health

Загрязнение атмосферы на сегодняшний день одна из главных экологических проблем крупных городов. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) из-за загрязнения воздуха в 2012 году умерли порядка 7 миллионов человек. Этот показатель более чем вдвое превышает предшествующие оценки и подтверждает, что в настоящее время загрязнение воздуха является самым крупным в мире экологическим риском для здоровья [1]. Казань является крупным промышленным центром Российской Федерации, где расположено более сотни крупных, средних и малых промышленных предприятий, и характеризуется высокой интенсивностью транспортной нагрузки. В настоящее время автотранспорт

является одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха города. В местах автомобильных пробок, возле светофоров, когда двигатели машин работают вхолостую, выброс загрязняющих веществ резко увеличивается. Основная причина загрязнения воздуха заключается в неполном и неравномерном сгорании топлива. Специфика подвижных источников загрязнения проявляется в низком расположении (на уровне дыхания) и распределении на неопределенные территории, в непосредственной близости к жилым районам. В настоящее время известно более 200 компонентов, входящих в состав отработанных газов автотранспорта [2]. В г. Казани мониторинг за загрязнением атмосферного

воздуха осуществляется тремя ведомствами: ФГБУ «Управление гидрометеорологии по РТ (УГМС по РТ)», ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в РТ (Татарстан)», Министерством экологии и природных ресурсов РТ (МЭПС). Анализ состояния здоровья и оценка состояния окружающей среды города свидетельствует о наличии факторов риска для здоровья населения [5–7].

В связи с этим целью работы была оценка риска неканцерогенных эффектов для здоровья населения от выбросов автотранспорта в атмосферный воздух г. Казань по данным мониторинга различных ведомств. Для исследования были выбраны два района Казани (в котором проживает около одной трети населения города), где на расстоянии не более 1,5 км расположены посты наблюдения за загрязнением атмосферы всех ведомств: Вахитовский район – центральная часть города, с общей численностью постоянно проживающего населения около 83,0 тыс. человек, и Советский район, расположенный в северо-восточной и восточной части с населением более 272 тыс. человек. Расчет риска развития неканцерогенных эффектов от загрязняющих веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, проводился в соответствии с Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду в двух районах города и в целом по г. Казань на основании 95 % перцентиля усредненных данных среднегодовых концентраций загрязняющих веществ за с 2010–2013 гг.[4].

Сведения о выбросах и среднегодовых концентрациях загрязняющих веществ в атмосферном воздухе получены из государственных докладов «О санитарно-эпидемиологической обстановке в РТ», данных ФГБУ «Управление гидрометеорологии по РТ (УГМС по РТ)», ежегодных докладов Министерства экологии и природных ресурсов РТ (МЭиПР РТ) и результатов лабораторно-инструментальных исследований ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан» (ФБУЗ «ЦГиЭ в РТ») за 2004–2013 гг. Исследования загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на автомагистралях вблизи жилой зоны в г. Казани проводятся по 13 основным веществам. Анализ данных контролируемых загрязняющих веществ за период 2004–2013 гг. в г. Казани выявил тенденцию к увеличению среднегодовых концентраций диоксида азота, диоксида серы, фенола, аммиака, формальдегида, взвешенных веществ в исследуемых пробах воздуха. Доля проб атмосферного воздуха, превышаю-

щих в г. Казани гигиенические нормативы, в 2013 г. составила 1,8 % (в 2012 г. – 3,1 %) от всех исследований, что в 1,3 раза превышает среднее значение по республике Татарстан. Оценка данных атмосферного воздуха с превышением гигиенических нормативов у автомагистралей в среднем по г. Казани показала снижение по сравнению с предыдущим годом с 4,4 до 2,6 % (2012 г. – 4,4 %), однако результаты лабораторного контроля на автомагистралях в зоне влияния жилой застройки (11674 пробы) выявили превышение ПДК в 42,5 % случаях.

По данным государственной сети наблюдений уровень загрязнения атмосферного воздуха за период 2007–2013 гг. в г. Казани характеризовался как «высокий». В соответствии с существующими методами оценки уровень загрязнения считается высоким при ИЗА 7–13, СИ 5–10 (ИЗА – комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий несколько примесей; СИ – стандартный индекс – наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, деленная на ПДК.). Большинство из контролируемых веществ в атмосферном воздухе г. Казани (азота диоксид, серы диоксид, углерода оксид, взвешенные вещества, формальдегид) входят в список приоритетных веществ, содержащихся в атмосферном воздухе городов РФ (Информационное письмо о списке приоритетных веществ, содержащихся в окружающей среде, и их влиянии на здоровье населения № и/109-111), так и в международный инвентарный перечень эмиссий токсических веществ Агентства защиты окружающей среды (US Environmental Protection Agency, EPA)). На протяжении последних лет наблюдается устойчивая тенденция к снижению валовых выбросов, в основном за счет уменьшения выбросов от автотранспорта. Количество выбросов от автотранспорта с 2009 года снизилось с 105,5 тыс. т и составило 77,8 тыс. т в 2013 году. В 2013 г. количество зарегистрированных автотранспортных единиц в городе составило 348,4 тысяч, транспортная нагрузка основных магистралей города в указанных районах достигает 3500–6000 физических единиц в час [5]. Несмотря на это, вклад автотранспорта в загрязнение атмосферы в Казани за анализируемый период остается высоким, что составляет 69,4–73,8 % от общих валовых выбросов в последние годы (рис. 1).

Фактические уровни экспозиции, принятые в рассмотрение для расчета неканцерогенного риска показали, что по ряду веществ, являющихся основными компонентами выхлопных газов автомобиля (азо-

та диоксид, взвешенные вещества, углерода оксид) среднегодовые концентрации по данным различных ведомств отличаются в городе и двух районах на несколько порядков (1,5 и более 4 раз). Провести срав-

нение для остальных веществ оказалось технически невозможно, так как контролируемый перечень исследуемых веществ не совпадал, или показатели имели нулевое значение (табл. 1).

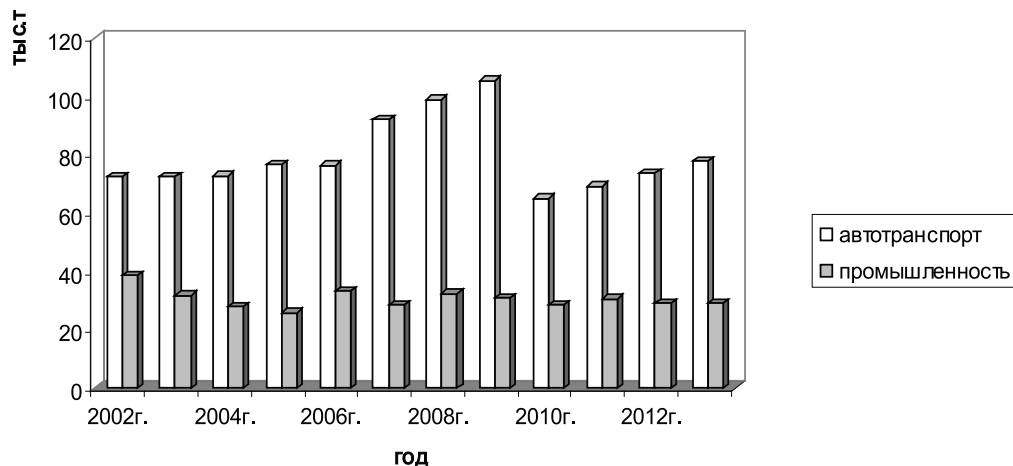


Рис. 1. Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Казани 2002–2013 гг. (тыс.т)

Таблица 1

Величина экспозиции населения г. Казани по данным контролирующих ведомств

Вещество	ПДК	Rfc	ФБУЗ «ЦГиЭ в РТ»	МЭиПР РТ	ФГБУ «УГМС РТ»
Азота диоксид	0,04	0,04	0,09	0,024	0,06
Взвешенные вещества	0,15	0,075	0,15	0,42	0,1
Углерода оксид	3	3	3,097	0,713	0,93

Результаты оценки риска в двух районах города по данным МЭиПР РТ показали, что уровень риска для большинства исследуемых веществ не превышает допустимо-

го уровня ($HQ \leq 1$), кроме азота диоксида и взвешенных веществ – величина неканцерогенного риска соответственно 2,3 и 5,6 (табл. 2).

Таблица 2

Результаты оценки неканцерогенного риска от химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, для здоровья населения в отдельных районах г. Казани по данным Министерства экологии и природных ресурсов РТ (МЭиПР РТ)

Вещество	Rfc	Вахитовский район		Советский район	
		С, мг/м ³	HQ	С, мг/м ³	HQ
Аммиак	0,1	0,012	0,12	0,003	0,03
Азота диоксид	0,04	0,024	0,6	0,092	2,3
Азота оксид	0,06	0,038	0,633333	0,048	0,8
Серы диоксид	0,05	0,03	0,6	0,005	0,1
Взвешенные вещества	0,075	0,42	5,6	0	0
Взвешенные частицы PM10	0,05	0	0	0	0
Взвешенные частицы PM2,5	0,015	0	0	0	0
Формальдегид	0,003		0	0	0
Бензол	0,03	0	0	0	0
Углерода оксид	3	0,713	0,237667	1,159	0,386333
Углерод (сажа)	0,05	0	0	0	0
Метан	50	2,49	0,0498	3,49	0,0698
Сероводород	0,002	0,001	0,5	0,005	2,5

Данные оценки суммарного риска, рассчитанные по среднегодовым концентрациям, свидетельствуют о неприемлемом уровне риска от поступления химических веществ с выбросами автотранспорта в изучаемых районах города. Так, в Вахитовском районе города основными критическими системами и органами-мишенями являются органы дыхания (HI = 13,1 и 8,05), кровь (HI = 3,28 и 1,47) и высокий риск для смертности (HI = 5,47 и 6,2). Сравнение результатов оценки неканцерогенного риска по данным указанных ведомств четко демонстрирует более высокие коэффициенты опасности по данным

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в РТ» как для отдельных веществ, так и при суммарном поступлении и воздействии на критические органы и системы (рис. 2). Несмотря на то, что данные оценки не канцерогенного риска при поступлении химических веществ с выбросами автотранспорта не имели расхождений (неприемлемый высокий уровень суммарного риска в Вахитовском и Советском районах города), коэффициенты опасности, полученные по данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан», значительно превышают аналогичные результаты других ведомств.

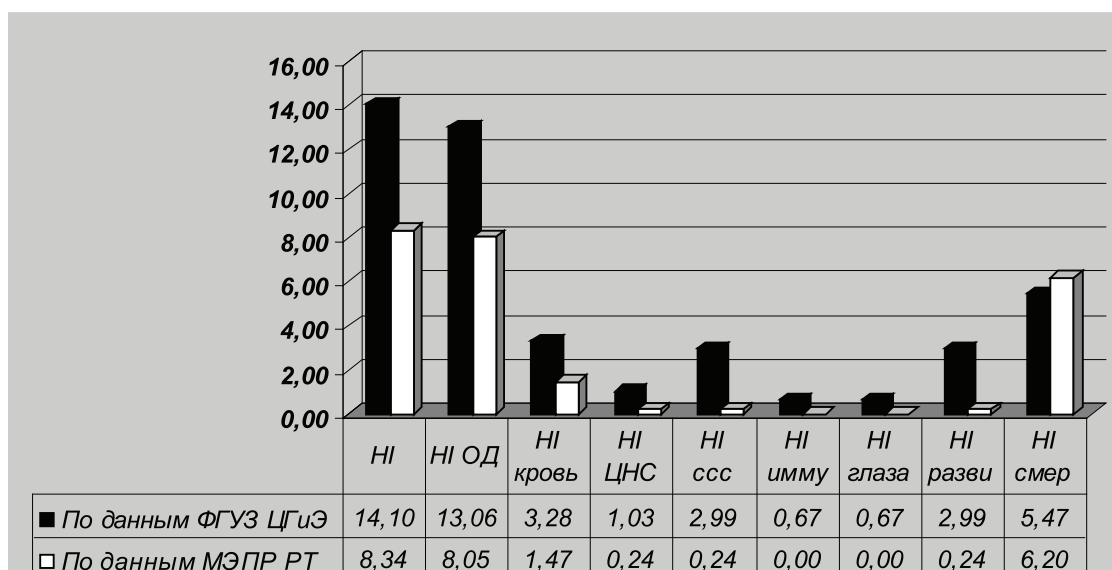


Рис. 2. Результаты оценки суммарного риска неканцерогенных эффектов от химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух в Вахитовском районе г. Казань по органам-мишеням

Причина полученного расхождения оценки результатов и воздействующей экспозиции, по нашему мнению, лежит в методах отбора проб и оценке полученных результатов. Так, систематические наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в г. Казань ФГБУ «УГМС РТ» и Министерством экологии и природных ресурсов осуществляется на полуавтоматических постах (ПНЗ) и автоматизированных станциях (АПНЗ), где отбор проб на стационарных постах наблюдений производится по полной программе – ежедневно четыре раза в сутки. Результаты контроля ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан» содержат разовые исследования, которые включают в себя и учет максимально разовых концентраций, что отражается на полученных данных. Кроме того, практическое применение

оценки риска по данным различных ведомств, затрудняет выбор приоритетных загрязнителей на определенных территориях. Так, по результатам МЭИПР РТ, основной вклад в величину риска для здоровья населения Вахитовского района от воздействия химических веществ, поступающих с выхлопными газами автомобилей вносят взвешенные вещества (67%), по данным ФБУЗ ЦГиЭ в РТ – взвешенные частицы PM_{2,5}, углерод (19,3%), диоксид азота (15,96%), и ФГБУ «УГМС РТ» – формальдегид (20,47%) и азота диоксид (19,2%) (рис. 3).

По данным трех ведомств прослеживается взаимное подтверждение результатов (о неприемлемом уровне риска от поступления химических веществ с выбросами автотранспорта в изучаемых районах), однако существуют и значительные отличия

по отдельным загрязнителям, что не дает возможности достоверно оценить сложив-

шуюся ситуацию и принять обоснованные управленческие решения.

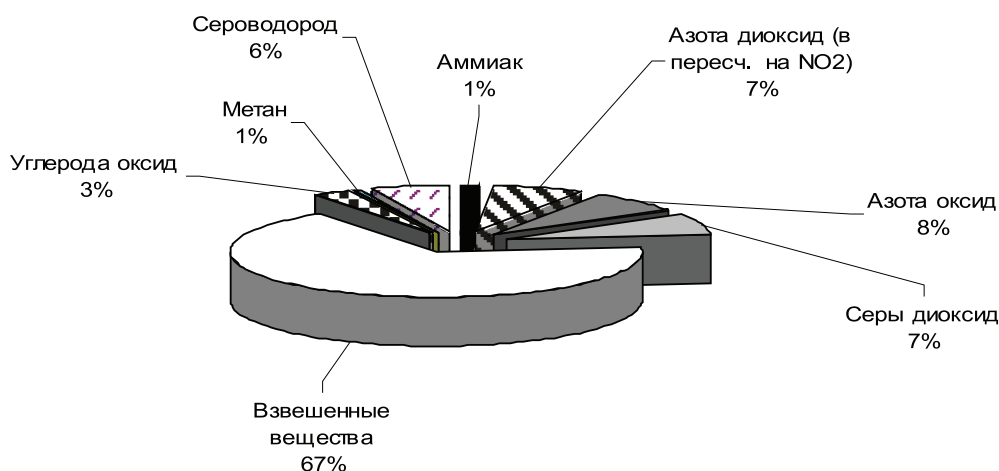


Рис. 3. Доля вклада (%) веществ в величину суммарного неканцерогенного риска в Вахитовском районе г. Казани (по МЭПС РТ)

В настоящее время на федеральном, региональном и местном уровнях не решены многие вопросы организации контроля за загрязнением объектов окружающей среды. Существующая система государственного аналитического контроля не только не охватывает неизвестные и ненормируемые вещества, но и аналитические методы разработаны не для всех регламентируемых показателей, а ряд утвержденных методик нуждается в пересмотре [5]. Фрагментарные и нерегулярные отборы проб на разные вещества в отдельных объектах не позволяют с современных позиций оценить возможный риск и фактический ущерб для здоровья населения и окружающей среды от их присутствия. Верификация расчетных (моделируемых) данных загрязнения окружающей среды с результатами лабораторного контроля показала, что различия между величинами, полученными путем моделирования концентраций в приземном слое атмосферы, и фактическим мониторингом по марганцу и его соединениям, соединениям меди, хрому шестивалентному в районах эколого-гигиенического неблагополучия составляет от 2 до 12 раз [3]. Это свидетельствует о целесообразности и необходимости применения комбинированного анализа на основе этих двух подходов. Таким образом, существующая на сегодняшний день в Республике Татарстан государственная система контроля

и имеющаяся база данных не позволяют с достаточной степенью надежности и точности рассчитать степень риска для населения от воздействия химических веществ, поступающих с выхлопными газами автотранспорта, и химического загрязнения в целом. Необходимо унифицировать систему организации контроля за загрязняющими веществами различных ведомств, как по методологическим подходам к оценке контроля, так и по перечню контролируемых веществ.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

Список литературы

1. Департамент ВОЗ по общественному здравоохранению, окружающей среде и социальным детерминантам здоровья. ВОЗ, Женева, 2014. URL.: http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/ (дата обращения: 14.07.2014).
2. Департамент общественного здравоохранения, экологических и социальных детерминантов здоровья. ВОЗ, Женева, 2014. URL.: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/ru/> (дата обращения: 10.07.2014).
3. Май И.В., Клейн С.В. Анализ риска здоровью населения от воздействия выбросов автотранспорта и пути его снижения // Известия Самарского научного Центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13, № 1(8). – С. 1895–1901

4. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р. 1.10.1920-04). – М., 2004. – 143 с.

5. Степанова Н.В. Оценка химической безопасности и уровня риска для здоровья населения от загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах автотранспорта г. Казани // Вестник НЦ БЖД. – 2011. – № 1 (7). – С. 101–104.

6. Степанова Н.В., Сабирова И.Х. Риск для здоровья населения от загрязняющих веществ, содержащихся в атмосферном воздухе города // Теоретические и прикладные вопросы образования и науки: сб. науч. трудов Междунар. науч. практич. конф (Тамбов, 31 марта 2014 г.). – Тамбов, 2014. – С. 136–138.

7. Фомина С.Ф., Степанова Н.В., Святова Н.В. Региональные особенности заболеваемости жителей Республики Татарстан // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 12 (часть 2). – С. 350–355.

4. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ja naselenija pri vozdejstvii himicheskikh veshhestv, zagraznjajushhih okruzhajushhiju sredu (R 2.1.10.1920-04). M.: Federal'nyj centr Gossanepidnadzora MZ Rossii, 2004. 143 p.

5. Stepanova N.V. Ocenka himicheskoj bezopasnosti i urovnja riska dlja zdorov'ja naselenija ot zagraznjajushhih veshhestv, soderzhashhihsja v vybrosah avtotransporta g.Kazani // Vestnik NC BZhd, 2011, no. 1 (7). pp. 101–104.

6. Stepanova N.V., Sabirova I.Kh. Trudy Mezhdunaronoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Teoreticheskie i prikladnye voprosy obrazovanija i nauki», chast' 13 (Theoretical and Applied Problems of Education and Science), Tambov, 2014, pp. 136–138.

7. Fomina S.F., Stepanova N.V., Svjatova N.V. Regional'nye osobennosti zaboлеваemosti zhitelej Respubliki Tatarstan // Fundamental'nye issledovanija, 2013, no. 12 (chast' 2), pp. 350–355.

References

1. Departament VOZ po obschestvennomu zdravoohraneniju, okru#ajuschej srede i social'nyh determinantam zdorov'ja (2014). Available at: http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/ (accessed 15.07.2014).

2. Departament obschestvennogo zdravoohranenija, jekologičeskikh i social'nyh determinantov zdorov'ja (2014). Available at: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/ru/> (accessed 10.07.2014).

3. Maj I.V., Klejn S.V. Izvestija Samarskogo nauchnogo Centra Rossijskoj akademii nauk., 2011, Vol. 13, no. 1(8), pp. 1895–1901.

Рецензенты:

Зиятдинова А.И., д.б.н., доцент кафедры медико-биологических основ, Институт физической культуры, спорта и восстановительной медицины, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань;

Валеева Э.Р., д.м.н., доцент кафедры общей гигиены, Казанский государственный медицинский университет, г. Казань.

Работа поступила в редакцию 24.11.2014.