

# НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ РИСКА

---

УДК 614.7

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ГИГИЕНИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ, ОБОСНОВАННЫХ ПО КРИТЕРИЯМ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ, И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ НА ПРИМЕРЕ СОДЕРЖАНИЯ МАРГАНЦА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ

**Н.В. Зайцева<sup>1</sup>, П.З. Шур<sup>1</sup>, М.А. Землянова<sup>1</sup>, Н.Г. Атискова<sup>1</sup>,  
А.А. Хасанова<sup>2</sup>, К.В. Романенко<sup>2</sup>, В.А. Фокин<sup>2</sup>, Д.Л. Мазунина<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, д. 82,

<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15

Представлены результаты разработки гигиенического норматива содержания марганца в атмосферном воздухе с использованием гармонизированных с международными подходами процедурами оценки риска. По результатам моделирования эволюции риска в качестве среднегодового норматива содержания марганца в атмосферном воздухе по критериям риска для здоровья предложена величина 0,00005 мг/м<sup>3</sup>, а критических эффектов – аллергические реакции.

**Ключевые слова:** оценка риска здоровью, эволюционное моделирование, марганец, реперный уровень.

Вступление Российской Федерации во Всемирную торговую организацию, участие в Таможенном союзе в рамках Евразийского экономического сообщества делает вопросы сближения санитарного законодательства, в частности, гармонизации санитарно-гигиенических нормативов качества окружающей среды с меж-

дународными стандартами, одними из наиболее приоритетных.

На сегодняшний день оценка риска является ключевым элементом в установлении стандартов, касающихся безопасности объектов среды обитания, и должна проводиться с применением структурированного подхода, включающего идентифи-

---

© Зайцева Н.В., Шур П.З., Землянова М.А., Атискова Н.Г., Хасанова А.А., Романенко К.В., Фокин В.А., Мазунина Д.Л., 2014

**Зайцева Нина Владимировна** – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, директор (e-mail: znv@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-25-34).

**Шур Павел Залманович** – доктор медицинских наук, ученый секретарь (e-mail: shur@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 238-33-37).

**Землянова Марина Александровна** – доктор медицинских наук, заведующий отделом биохимических и цитогенетических методов диагностики (e-mail: zem@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 236-39-30).

**Атискова Нина Георгиевна** – ведущий специалист по оценке риска отдела анализа риска для здоровья (e-mail: atiskova@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 238-33-37).

**Хасанова Анна Алексеевна** – специалист по оценке риска отдела анализа риска для здоровья (e-mail: sharaeva@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 238-33-37).

**Романенко Кристина Владимировна** – специалист по оценке риска отдела анализа риска для здоровья (e-mail: romanenko@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 238-33-37).

**Фокин Владимир Андреевич** – специалист по оценке риска отдела анализа риска для здоровья (e-mail: fokin@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 238-33-37).

**Мазунина Дарья Леонидовна** – лаборант-исследователь отдела биохимических и цитогенетических методов диагностики (e-mail: mix.darja@yandex.ru; тел.: 8 (342) 236-39-30).

кацию опасности, оценку экспозиции, зависимости «доза–ответ», а также характеристику риска [6, 8, 13].

В соответствии, например, с Canadian Environmental Quality Guidance, Canadian Council of Ministers of the Environment [8], разработка стандартов качества атмосферного воздуха по критериям оценки риска проводится с учетом следующих принципов: использование стандартов содержания поллютантов в атмосферном воздухе не должно создавать риск для здоровья населения; разработка стандартов должна проводиться для реального сценария воздействия; критический эффект со стороны здоровья должен устанавливаться с учетом наиболее чувствительной группы населения; разработанные стандарты должны быть обоснованными и реальными для выполнения.

На территории Российской Федерации в качестве гигиенических нормативов содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе используются максимально разовые и среднесуточные предельно допустимые концентрации, которые не в полной мере отражают ингаляционное воздействие химических веществ в течение всей жизни и не могут быть использованы в рамках оценки риска здоровью, где необходимо применение величин, учитывающих безопасность пожизненного воздействия. Соответствующие стандарты для Российской Федерации, использование которых возможно при проведении оценки риска, могут быть получены в результате установления risk-based нормативов, имеющих среднегодовое осреднение.

В соответствии с международно признанной методологией оценки риска здоровью на этапе идентификации опасности по системе критериев проводится выбор приоритетного поллютанта, для которого будет осуществляться установление risk-based норматива содержания в атмосферном воздухе. Разработанные критерии определения приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха при хроническом ингаляционном воздействии включают наличие различий в значениях стандартов,

используемых в Российской Федерации и за рубежом; данные о токсичности и опасности химических соединений, в том числе о канцерогенном потенциале; присутствие в международных и национальных списках приоритетных загрязнителей; данные о распространенности в объектах среды обитания [7].

На этапе оценки экспозиции проводится количественное установление поступления агента с атмосферным воздухом в организм в реальных условиях воздействия [6, 13].

Следующий этап процедуры оценки риска – оценка зависимости «экспозиция–ответ» – подразумевает доказательное установление связи между экспозицией исследуемым химическим соединением и риском нарушений функций органов и систем организма с учетом степени их выраженности [6, 13].

В процессе оценки неканцерогенного риска здоровью при воздействии химических веществ могут применяться парные математические модели, приведенные в методических руководствах и рекомендациях ведущих международных организаций (WHO, OECD и др.) или содержащиеся в опубликованных научных исследованиях (EPA, ATSDR и др.). При отсутствии моделей «экспозиция–ответ» могут использоваться результаты специальных эпидемиологических исследований.

При моделировании зависимостей «экспозиция–ответ» в рамках оценки неканцерогенного риска закладывается принцип пороговости действия, согласно которому негативные эффекты или ответы со стороны здоровья проявляются, начиная с реперного уровня.

В ходе исследования рассматривается ряд гипотез о наличии связи между экспозициями разного уровня и развитием нарушений со стороны здоровья, при этом группа населения, находящаяся под уровнями воздействия ниже исследуемого, рассматривается в качестве контрольной, выше исследуемого – опытной. Для каждой гипотезы проверяется наличие связи по критерию отношения шансов, по значению

которого строятся математические модели зависимости «концентрация химического вещества в атмосферном воздухе–отношение шансов». В качестве реперного уровня содержания поллютанта в атмосферном воздухе принималась величина, соответствующая верхней 95%-ной доверительной границе полученной модели.

Кроме того, для целей оценки зависимости «экспозиция–ответ» могут использоваться множественные эволюционные модели, отражающие влияние комплекса химических веществ на риск развития различных нарушений здоровья в зависимости от возраста и длительности воздействия и учитывающие процессы накопления функциональных нарушений в организме за счет естественных причин.

Установление значения risk-based норматива содержания химического агента в атмосферном воздухе проводится с использованием реперного уровня и величины фактора неопределенности (*UF*).

Величина фактора неопределенности устанавливается с учетом возможного влияния на достоверность оценки ряда факторов. При выборе значений компонентов фактора неопределенности рекомендуется учитывать: внутривидовую экстраполяцию; распространение данных, полученных в условиях относительно непродолжительного воздействия, на более длительные экспозиции; влияние на развивающийся организм; экстраполяцию с одного пути поступления на другой, переход от минимальной к полной базе данных и др. [5, 13].

На этапе характеристики риска проводится оценка приемлемости риска для здоровья в условиях использования установленных нормативов качества атмосферного воздуха.

В рамках разработки risk-based нормативов качества атмосферного воздуха в Российской Федерации на основе гармонизированной с международными подходами процедуры оценки риска на этапе идентификации опасности на базе указанных выше критериев выбора веществ марганец был включен в список приоритетных для

установления risk-based нормативов химических веществ в атмосферном воздухе.

Выбор марганца в качестве объекта для разработки risk-based норматива объясняется наличием значительных отличий в показателях нормирования содержания марганца в атмосферном воздухе при хроническом воздействии в Российской Федерации и за рубежом.

Анализ существующих гигиенических нормативов содержания марганца в атмосферном воздухе, принятых в России и за рубежом, показал различия как в методологии их установления, так и в значениях данных показателей, например, Агентством по регистрации токсичных веществ и заболеваний (ATSDR) рекомендуется величина MRL (Minimal Risk Level – минимальный уровень риска) для марганца –  $0,00004 \text{ мг/м}^3$  [14]; в соответствии с данными ВОЗ (1999) [9], рекомендуемый уровень содержания марганца в атмосферном воздухе составляет  $0,00015 \text{ мг/м}^3$ ; кроме того, группой авторов M. Egyed, G.C. Wood (1996) [11] в качестве нормативного уровня содержания марганца в атмосферном воздухе предложена величина  $0,0001 \text{ мг/м}^3$ ; Агентством по защите окружающей среды США (US EPA) разработана величина рекомендуемого уровня содержания для марганца и его соединений, равная  $0,00005 \text{ мг/м}^3$  [10]; в качестве REL (Reference Exposure Level – референтный уровень воздействия) марганца Департаментом оценки экологической опасности для здоровья (ОЕННА – The Office of Environmental Health Hazard Assessment) принята величина  $0,0002 \text{ мг/м}^3$ . В соответствии с ГН 2.1.6.1338–03 [1] значение ПДК<sub>сс</sub>, установленное для резорбтивных эффектов, марганца и его соединений в РФ, составляет  $0,001 \text{ мг/м}^3$ .

Кроме того, марганец включен в международный (ATSDR) список приоритетных загрязнителей и программу отбора проб в рамках системы социально-гигиенического мониторинга ряда субъектов Российской Федерации.

Для оценки экспозиции применялись расчетные данные о загрязнении атмосфер-

ного воздуха промышленно развитого города в местах проживания каждого ребенка, аппроксимированные по результатам инструментальных исследований [2]. Диапазон концентраций марганца в атмосферном воздухе территории проживания исследуемой группы населения составил от 0,000014 до 0,00022 мг/м<sup>3</sup>.

Установление реперных уровней содержания марганца в атмосферном воздухе проводилось по результатам поперечного эпидемиологического исследования, в котором участвовало 382 ребенка в возрасте от 3 до 7 лет, проживающих в промышленно развитом городе. Состояние здоровья данной группы оценивалось с использованием многолетних сведений об обращаемости за медицинской помощью.

В качестве ответов в ходе моделирования зависимости «концентрация марганца в атмосферном воздухе–отношение шансов» рассматривались нозологические формы – представители трех классов болезней по МКБ-10 (V – психические расстройства и расстройства поведения; VI – болезни нервной системы; X – болезни органов дыхания), соответствующие критическим органам и системам для условий хронической ингаляционной экспозиции марганца [6], кроме того, так как марганец является доказанным аллергеном, в ходе моделирования зависимости «концентрация марганца в атмосферном воздухе–отношение шансов» учитывались соответствующие эффекты со стороны здоровья, в том числе и донозологические [12, 14].

В ходе математического моделирования было разработано и оценено 29 моделей зависимости «концентрация марганца в атмосферном воздухе–отношение шансов». Наиболее адекватными для задач исследования выбраны модели и значения реперных уровней для расстройств сна (G 47) – 0,00009 мг/м<sup>3</sup>; атопического дерматита (L 28.0) – 0,00008 мг/м<sup>3</sup>; повышения абсолютного числа эозинофилов – 0,0002 мг/м<sup>3</sup>, повышения уровня IgE общего – 0,00004 мг/м<sup>3</sup>.

По критерию лимитирующего показателя в качестве реперного уровня марганца

в атмосферном воздухе может быть рассмотрена величина 0,00004 мг/м<sup>3</sup>.

Однако неопределенности, связанные с присутствием в атмосферном воздухе исследуемой территории ряда загрязняющих веществ, обладающих однонаправленным с марганцем действием, оказывают существенное влияние на достоверность результатов эпидемиологических исследований, используемых при установлении реперных уровней.

С целью минимизации неопределенностей в ходе установления величины risk-based стандарта содержания марганца в атмосферном воздухе проводилось моделирование эволюции риска, считающееся одним из наиболее адекватных методов для решения задач прогнозирования и оценки вероятного воздействия факторов среды обитания на здоровье населения [3].

В рамках данного исследования моделирование эволюции риска здоровью осуществлялось с использованием линейной беспороговой модели, вычислением коэффициента, отражающего силу влияния фактора на скорость накопления риска, и установлением концентрации марганца в атмосферном воздухе, соответствующей величине приведенного риска менее 0,05, оцениваемого как пренебрежимо малый (приемлемый, допустимый), не отличающийся от обычных, повседневных рисков [4].

По результатам математического моделирования эволюции риска для атопического дерматита как специфичного ответа для марганца в условиях хронического ингаляционного воздействия концентрация, при которой риск здоровью населения характеризуется как пренебрежимо малый, составила 0,00005 мг/м<sup>3</sup>. Уровень 0,00005 мг/м<sup>3</sup> для марганца в атмосферном воздухе может быть рассмотрен в качестве недействующего и использоваться для последующего установления risk-based норматива качества атмосферного воздуха.

Расчет окончательной величины risk-based-норматива качества атмосферного воздуха для марганца проводился с использованием установленной по результатам

эволюционного моделирования недействующей концентрации и суммарного коэффициента неопределенности [5].

Для данного исследования рассматривались следующие факторы неопределенности:

- фактор неопределенности, учитывающий межвидовую экстраполяцию – 1, поскольку использовалась недействующая концентрация, полученная по результатам эпидемиологического исследования;

- фактор неопределенности, учитывающий внутривидовую экстраполяцию – 1, поскольку рассматривалось воздействие на чувствительную группу (дети в возрасте 3–7 лет);

- фактор неопределенности, связанный с переносом результатов исследования с высоких уровней экспозиции на низкие – 1, поскольку исследование проводилось в условиях реальной экспозиции.

В результате величина норматива качества атмосферного воздуха, установленная

на базе оценки риска здоровью, для марганца составляет 0,00005 мг/м<sup>3</sup>; критический эффект для марганца – аллергические реакции. Полученные результаты адекватны данным US EPA.

Таким образом, основным направлением гармонизации санитарно-гигиенических нормативов качества окружающей среды Российской Федерации с международными стандартами является разработка risk-based нормативов, учитывающих среднегодовой период осреднения, с использованием эпидемиологических методов исследования. Разработанные подходы были апробированы на примере установления risk-based норматива содержания марганца в атмосферном воздухе, и в дальнейшем планируется их широкое внедрение в практику совершенствования гигиенического нормирования в Российской Федерации.

### Список литературы

1. ГН 2.1.6.1338–03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. – М., 2003.
2. Май И.В., Вековщина С.А., Чигвинцев В.М. Сопряжение данных инструментальной и расчетной оценки качества атмосферного воздуха г. Перми для задач эколого-гигиенического зонирования территории // Вестник Пермского университета. – Сер. Биология. – 2010. – № 2. – С. 60–4.
3. Методические подходы к оценке риска воздействия разнородных факторов среды обитания на здоровье населения на основе эволюционных моделей / Н.В. Зайцева, П.В. Трусков, П.З. Шур, Д.А. Кирьянов, В.М. Чигвинцев, М.Ю. Цинкер // Анализ риска здоровью. – 2012. – № 1. – С. 15–22.
4. МР 2.1.10.0062–12. Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей. – М., 2012.
5. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин, С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева; под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.
6. Р.2.1.10.1920–04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М., 2004. – 178 с.
7. Формирование списков приоритетных для гармонизации гигиенических нормативов содержания химических веществ в атмосферном воздухе / Н.Г. Атискова, П.З. Шур, К.В. Романенко, Д.М. Шляпников, А.А. Шараева // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 11. – С. 7–9.
8. Canadian Environmental Quality Guidance, Canadian Council of Ministers of the Environment. 2007.
9. Concise International Chemical Assessment Document 12 / Manganese And Its Compounds. – Geneva: WHO, 1999.
10. Davis C.D., Greger J.L. Longitudinal changes of manganese-dependent superoxide dismutase and other indices of manganese and iron status in women // Am. J. Clin. Nutr. – 1992. – № 55. – P. 747–752.
11. Egyed M., Wood G.C. Risk assessment for combustion products of the gasoline additive MMT in Canada. Sci Total Environ. – 1996. – № 189/190. – P. 11–20.
12. Studies of effects on the respiratory organs of air pollution through dust consisting mainly of manganese / S. Kagamimori, T. Makino, Y. Hiramaru et al. // Nippon Koshu Eisei Zasshi [Japanese Journal of Public Health]. – 1973. – Vol. 20. – P. 413–421.
13. The Report of the Scientific Steering Committee's Working Group on Harmonisation of Risk Assessment Procedures in the Scientific Committees advising the European Commission in the area of human and environ-

mental health // First Report on the Harmonisation of Risk Assessment Procedures / Scientific Steering Committee, EU. – Brussels, 2000. – Part 1. – 173 p.

14. Toxicological profile for manganese, U.S. Department of Health and Human Services // Agency for Toxic Substances and Disease Registry. – 2008.

## References

1. GN 2.1.6.1338-03. Predel'no dopustimye kontsentratsii (PDK) zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosfernom vozdukh naselennykh mest [GN 2.1.6.1338-03. Maximum permissible concentration (MPC) of pollutants in the air of residential areas].

2. May I.V., Vekovshina S.A., Chigvintsev V.M. Sopryazhenie dannykh instrumental'noy i raschetnoy otsenki kachestva atmosfernogo vozdukh g. Permi dlya zadach ekologo-gigienicheskogo zonirovaniya territorii [Connection of the data of instrumental and calculated Perm City air quality assessment for the tasks of ecological and hygienic territory zoning]. *Vestnik Permskogo universiteta Seriya Biologiya*, 2010, no. 2, pp. 60–64.

3. Zaytseva N.V., Trusov P.V., Shur P.Z., Kir'yanov D.A., Chigvintsev V.M., Tsinker M.Yu. Metodicheskie podkhody k otsenke riska vozdeystviya raznorodnykh faktorov sredy obitaniya na zdorov'e naseleniya na osnove evolyutsionnykh modeley [Methodological approaches to assessing the risk of exposure of diverse environmental factors on human health based on evolutionary models]. *Analiz riska zdorov'yu* 2012, no. 1, pp. 15–22.

4. MR 2.1.10.0062–12 «Kolichestvennaya otsenka nekantserogennogo riska pri vozdeystvii khimicheskikh veshchestv na osnove postroeniya evolyutsionnykh modeley» [MR 2.1.10.0062. Quantifying non-cancer risk from exposure to chemicals based on constructing evolutionary models].

5. Onishchenko G.G., Novikov S.M., Rakhmanin Yu.A., Avaliani S.L., Bushtueva K.A. Osnovy otsenki riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredyu [Fundamentals of assessing public health risk from exposure to chemicals polluting the environment]. Ed. by Rakhmanin Yu.A., Onishchenko G.G. Moscow: NII ECh i GOS, 2002. 408 p.

6. R.2.1.10.1920-04. Rukovodstvo po otsenke riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredyu [P.2.1.10.1920-04. Guidelines for assessing public health risk from exposure to chemicals polluting the environment]. Moscow, 2004. 178 p.

7. Atiskova N.G., Shur P.Z., Romanenko K.V., Shlyapnikov D.M., Sharaeva A.A. Formirovanie spiskov prioritnykh dlya garmonizatsii gigienicheskikh normativov sodержaniya khimicheskikh veshchestv v atmosfernom vozdukh [Creating lists of priorities for harmonization of hygienic standards for chemicals in the air]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2013, no. 11, pp. 7–9.

8. Canadian Environmental Quality Guidance, Canadian Council of Ministers of the Environment, 2007.

9. Concise International Chemical Assessment Document 12. Manganese And Its Compounds. WHO, 1999.

10. Davis C.D., Greger J.L. Longitudinal changes of manganese-dependent superoxide dismutase and other indices of manganese and iron status in women. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1992, no. 55, pp. 747–752.

11. Egyed M., Wood G.C. Risk assessment for combustion products of the gasoline additive MMT in Canada. *Sci Total Environ*, 1996, no. 189/190, pp. 11–20.

12. Kagamimori S., Makino T., Hiramaru Y., et al. Studies of effects on the respiratory organs of air pollution through dust consisting mainly of manganese. *Nippon Koshu Eisei Zasshi [Japanese Journal of Public Health]*, 1973, no. 20, pp. 413–421.

13. The Report of the Scientific Steering Committee's Working Group on Harmonisation of Risk Assessment Procedures in the Scientific Committees advising the European Commission in the area of human and environmental health. First Report on the Harmonisation of Risk Assessment Procedures, *Scientific Steering Committee*, EU, Brussels, 26–27 October 2000, part 1. 173 p.

14. Toxicological profile for manganese, U.S. Department of Health and Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, September 2008.

## METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF HYGIENIC STANDARDS USING HEALTH RISK CRITERIA AND THEIR APPLICATION IN THE CASE OF AMBIENT AIR MANGANESE

N.V. Zaitseva<sup>1</sup>, P.Z. Shur<sup>1</sup>, M.A. Zemlyanova<sup>1</sup>, N.G. Atiskova<sup>1</sup>, A.A. Khasanova<sup>2</sup>, K.V. Romanenko<sup>2</sup>, V.A. Fokin<sup>2</sup>, D.L. Masunina<sup>2</sup>

<sup>1</sup> FBSI "Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies",

82, Monastyrskaya St., Perm, 614045, Russia,

<sup>2</sup> Perm State University, 15, Bukireva St., Perm, 614990, Russia

Results of ambient air manganese hygienic standard development using health risk assessment approaches harmonized with international ones are presented. According to health risk level evolutionary modeling results as annual average ambient air manganese standard  $0.00005 \text{ mg/m}^3$  was offered, as relevant critical effects – hypersensitivity reactions.

**Key words:** health risk assessment, evolutionary modelling, manganese, benchmark level.

---

© Zaitseva N.V., Shur P.Z., Zemlyanova M.A., Atiskova N.G., Khasanova A.A., Romanenko K.V., Fokin V.A., Masunina D.L., 2014

**Zaitseva Nina Vladimirovna** – Academician of the Russian Academy of Sciences, MD, Professor, Director (e-mail: znv@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 237-25-34).

**Shur Pavel Zalmanovich** – MD, Scientific Secretary (e-mail: shur@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 238-33-37).

**Zemlyanova Marina Aleksandrovna** – MD, Head of Department of Biochemical and Cytogenetic Diagnostic Methods (e-mail: zem@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 236-39-30).

**Atiskova Nina Georgievna** – leading expert on risk assessment of health risk analysis (e-mail: atiskova@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 238-33-37).

**Khasanova Anna Alekseyevna** – expert in risk assessment of health risk analysis (e-mail: sharaeva@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 238-33-37).

**Romanenko Kristina Vladimirovna** – expert in risk assessment of health risk analysis (e-mail: romanenko@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 238-33-37).

**Fokin Vladimir Andreevich** – expert in risk assessment of health risk analysis (e-mail: fokin@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 238-33-37).

**Mazunina Daria Leonidovna** – assistant-researcher of Department of B Biochemical and Cytogenetic Diagnostic Methods (e-mail: mix.darja @ yandex.ru; tel.: 8 (342) 236-39-30).