На правах рукописи

СУДАКОВА ЕКАТЕРИНА ВИКТОРОВНА

ОЦЕНКА МНОГОСРЕДОВОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА – МЕГАПОЛИСА

14.02.01 - Гигиена

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва - 2017

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Министерства здравоохранения Российской Федерации

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:
Доктор медицинских наук,
профессор, ведущий научный сотрудник
лаборатории методологии оценки воздействия
факторов риска ФГБУ «ЦСП» Минздрава РФ Авалиани Семен Леванович

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:
Доктор медицинских наук,
профессор кафедры профилактической
медицины и охраны здоровья ФГБОУ ВО СЗГМУ
им. И.И. Мечникова Минздрава РФ Киселев Анатолий Владимирович

Доктор биологических наук,
профессор, заместитель
директора по научной работе
ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН»
Роспотребнадзора Май Ирина Владиславовна

ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ: Федеральное бюджетное учреждение науки «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора

Защита диссертации состоится в режиме on-line 27 декабря 2017г. в 11.00 на заседании диссертационного совета Д 208.133.01 в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: 119991 ГСП-1, г. Москва, ул. Погодинская, д.10, строение 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Федерального государственного бюджетного учреждения «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Министерства здравоохранения Российской Федерации и на сайте Института www.sysin.ru

Автореферат разослан «____» _____ 2017г.

Ученый секретарь
диссертационного совета.
доктор биологических наук Ингель Фаина Исааковна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Среди многих факторов, влияющих на здоровье населения, большую роль играют состояние окружающей среды, характер питания, социально-гигиенические условия труда, быта, воспитания, образ жизни [Рахманин Ю.А., Синицына О.О., 2013, Новиков С.М., 2011, Киселев А.В., 2013, Онищенко Г.Г., 2013]; причем вклад факторов окружающей среды оценивается ВОЗ на уровне 20-25% [WHO, 2017].

Сегодня методология оценки риска рассматривается международными организациями (ВОЗ, Европейской комиссией ООН по окружающей среде, Организацией по экономическому сотрудничеству и развитию, Комиссией Евросоюза и др.) как ведущий аналитический инструмент, используемый для разработки наиболее эффективных управленческих решений по регулированию риска [WHO, 2000, UNECE, 2010, OECD, 2016, EC, 2016]. В нашей стране методология оценки риска достаточно широко и успешно используется с середины 90-х годов прошлого века. В частности, по результатам широкомасштабных комплексных исследований проведена оценка риска химического загрязнения объектов окружающей среды в городах: Самара [Новиков С.М. и др., 1999], Новокуйбышевск [Новиков С.М. и др., 1999], Казань [Гасилин В.В., Ахтямова Л.А. и др., 2011], Череповец [Кузнецова И.А., Фигурина Т.И. и др., 2012] и т.д. В настоящее время отдельные положения методологии оценки риска положены в основу риск-ориентированной модели проведения контрольно-надзорной деятельности органами Роспотребнадзора, одной из основных задач которой должно являться распределение объектов санитарно-эпидемиологического надзора по категориям риска причинения вреда здоровью населения [Зайцева Н.В., Май И.В., Шур П.З., Андреева Е.Е. и др., 2017].

Вместе с тем, на практике, к сожалению, в последние годы на основе методологии анализа риска чаще всего оценивается только надежность устанавливаемых санитарно-защитных зон промышленных предприятий с позиций обеспечения безопасности загрязнения атмосферного воздуха здоровью населения, что в значительной мере сужает преимущества применения этой методологии в управленческих целях [Авалиани С.Л., Новиков С.М. и др., 2014, Фокин М.В., Унгуряну Т.Н., 2016]. Необходимость применения методологии оценки риска в области управления качеством окружающей среды и прогнозирования состояния здоровья населения заложена в Основы государственной политики в области обеспечения химической и биологической

безопасности Российской Федерации на период до 2025 г. и дальнейшую перспективу, утвержденные Президентом Российской Федерации 01.11.2013 г. №Пр-2573.

Многокомпонентность загрязнения окружающей среды, вызывающая широкий спектр эффектов на здоровье, ставит вопрос выбора адекватных управленческих решений, направленных на минимизацию риска воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды на здоровье населения. Однако на практике, и особенно в крупных городах, каким является город Москва, решение этой проблемы сталкивается с серьезными трудностями, т.к. количество задач, которые необходимо решить для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, огромно, а финансовые и временные ресурсы для этих целей ограничены.

Исследования, проведенные в последние годы по оценке риска здоровью населения в городе Москве, были чаще всего посвящены характеристике риска и управлению риском от воздействия химических веществ, загрязняющих отдельные среды, в основном, атмосферный воздух [Новиков С.М., Скворцова Н.С., 2004, Авалиани С.Л., Фокин С.Г., Бобкова Т.Е., 2011, Ревич Б.А., 2012, Авалиани С.Л., Ревич Б.А., 2014]. В то же время, исследования по оценке риска здоровью населения, формируемого при многосредовом комбинированном и комплексном воздействии химических факторов, проводились лишь на одной территории города – в Северном административном округе столицы (комплексное воздействие загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы) [Авалиани С.Л., Аксенова О.И. и др. 2000], а с учетом поступления химических веществ с пищевыми продуктами не проводились никогда.

Поэтому разработка и реализация стратегий и технологий, позволяющих ранжировать проблемные области при многосредовом воздействии и на этой основе устанавливать приоритеты политики в области обеспечения химической безопасности населения является одной из первостепенных задач гигиенических исследований [Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., 2014; Новиков С.М., Шашина Т.А., Хамидулина Х.Х. и др., 2013; Рахманин Ю.А., 2016; Хотимченко С.А. и др., 2016; Новиков С.М., Авалиани С.Л., Синицына О.О.и др., 2016].

Данный спектр вопросов, требующих решения, определил актуальность, цель и задачи настоящей работы.

Цель исследования: оценить многосредовой риск здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и продуктов питания на примере отдельных территорий города Москвы для разработки наиболее эффективных способов управления качеством окружающей среды в интересах охраны здоровья населения.

В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие **задачи:**

1. Оценить химический состав различных компонентов окружающей среды (атмосферный воздух, питьевая вода, пищевые продукты) на основе данных существующей системы контроля качества окружающей среды на выбранных для исследования территориях города Москвы.

2. Установить экспозиционные характеристики и провести количественную оценку многосредового риска для здоровья населения на выбранных для исследования территориях города Москвы.

3. Рассчитать и проанализировать долевой вклад отдельных сред, путей поступления и загрязняющих веществ в уровни многосредового риска для здоровья населения обследованных территорий.

4. Разработать схему оценки многосредового риска в городе-мегаполисе для обоснования оптимальных управленческих решений по его снижению с конкретными регулирующими действиями на каждом этапе оценки риска.

Научная новизна

Впервые при установлении экспозиции в процессе оценки многосредового риска показаны преимущества одновременного использования совокупности результатов инвентаризации выбросов химических веществ стационарными и мобильными источниками, данных мониторинга существующей системы контроля качества окружающей среды и прогностических моделей рассеивания атмосферных загрязнителей.

Установлены количественные характеристики уровней канцерогенного и неканцерогенного риска при ингаляционном, пероральном и накожном путях воздействия и их пространственно-временное распределение на основе растровой (площадной) детализации исследованных территорий города Москвы.

Впервые определен долевой вклад конкретных сред, путей поступления и отдельных загрязняющих веществ в уровни канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью населения при многосредовом воздействии факторов окружающей среды, что имеет первостепенное значение для управленческих целей.

Доказано, что пространственно-временное распределение рисков на основе растровой (площадной) детализации территории исследования позволяет наиболее точно установить население под воздействием и уровни популяционных рисков.

Разработана схема оценки многосредового риска с учетом характеристик пространственного распространения загрязнений, количественной оценки экспозиции с достаточной степенью детализации, показателей канцерогенного и неканцерогенного

рисков для обоснования плана действий по снижению риска на основе анализа альтернатив по его минимизации.

Практическая значимость.

Результаты выполненных исследований включены в материалы для лиц, принимающих решения по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения города Москва:

1. Экспертные заключения о состоянии загрязнения атмосферного воздуха в городе Москве и его влиянии на здоровье населения (поручения Управления Роспотребнадзора по городу Москве №01-14-71682 от 05.12.14, 01-14-01972 от 10.12.13, №01-14-70801 от 18.06.14)

2. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в городе Москве в 2013 г. и в 2014 г.» (поручения Управления Роспотребнадзора по городу Москве №01-06-00250 от 10.02.14, №01-14-00205 от 12.02.15)

3. Информационные бюллетени «Оценка влияния окружающей среды на здоровье населения (по данным социально-гигиенического мониторинга)» (поручения Управления Роспотребнадзора по городу Москве №01-14-71270 от 11.09.14, №01-02-01709 от 07.10.15)

Результаты проведенных научных исследований внедрены в практическую деятельность ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» и используются при оценке риска и ущербов здоровью населения города Москвы при многосредовом и комплексном воздействии химических факторов окружающей среды (акт внедрения от 23.05.16 г.).

Результаты работы могут быть использованы при формировании списка приоритетных факторов и мероприятий в рамках риск-ориентированного надзора.

Апробация материалов диссертации. Апробация диссертации состоялась на апробационном Совете в ФГБУ «ЦСП» Минздрава России 26.04.2017 г. Материалы работы диссертации доложены на: Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы безопасности и оценки риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания (Пермь, 2014), VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания» (Пермь, 2015), Пленуме Научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды «Методические проблемы изучения, оценки и регламентирования химического загрязнения окружающей среды и его

влияние на здоровье населения» (Москва, 2015), V Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Окружающая среда и здоровье. Здоровая среда – здоровое население» (Москва, 2014), VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием молодых ученых и специалистов «Окружающая среда и здоровье. Гигиена и экология урбанизированных территорий» (Москва, 2016).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 9 печатных работ, в том числе 4 в изданиях, рекомендованных ВАК.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Инвентаризация выбросов химических веществ стационарными и мобильными источниками в атмосферный воздух, прогностические модели их рассеивания и данные мониторинга взаимно дополняют друг друга в рамках целостного подхода к оценке многосредовой экспозиции и характера влияния на здоровье.

2. Оценка долевого вклада отдельных сред, путей поступления и загрязняющих веществ в уровни суммарного канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью населения определяет приоритеты при принятии управляющих действий.

3. Схема оценки многосредового риска в городе-мегаполисе для обоснования оптимальных управленческих решений по снижению уровней риска здоровью с целью обеспечения безопасных условий проживания населения мегаполиса.

Личный вклад автора. При планировании, организации и проведении исследований по всем разделам работы, формировании цели и задач исследования доля личного участия автора составила более 80%. Анализ фактического материала и обобщение результатов, написание текстов статей, диссертации и автореферата полностью проведены автором работы.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 172 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, объектов и методов исследования, 4 глав собственных исследований, обсуждения, выводов, списка литературы, 3 приложений, иллюстрирована 30 таблицами и 11 рисунками. Список литературы включает 255 источников: 107 отечественных и 148 иностранных.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В соответствии с целью и задачами диссертационной работы для оценки качества окружающей среды проанализированы результаты инструментальных измерений загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, питьевой воде и пищевых продуктах г. Москвы за 2011-2013 гг., проведенные различными организациями: ФБУЗ «Центр

гигиены и эпидемиологии в городе Москве» (далее – Центр), ФГБУ «Центральное УГМС», ГПБУ «Мосэкомониторинг», ОАО «Мосводоканал». Оценка качества окружающей среды включала также оценку полноты и надежности данных мониторинга всех контролирующих организаций (программы отбора проб, методы измерений, расположение постов контроля, сходимость результатов инструментальных измерений и т.д.).

Объекты, методы и объемы исследования приведены в табл. 1

Таблица 1 – Объекты исследования, методы и объем исследования

Объекты исследования	**Методы исследования**	**Объем информации**
Выбросы загрязняющих веществ - **374** промышленными объектами по данным формы 2ТП-воздух и томов ПДВ - автотранспортом по данным НИИАТ, НИПИ Генплана	- Ранжирование выбросов по степени опасности для здоровья; - Моделирование рассеивания выбросов	786 единиц
Концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе по данным ФБУЗ «ЦГиЭ в г.Москве», ФГБУ «Центральное УГМС» и ГПБУ «Мосэкомониторинг»	- Анализ данных мониторинга за 2011-2013гг. в соответствии с действующими гигиеническими нормативами; - Расчет канцерогенного и неканцерогенного риска; - Статистический анализ	3 044 205 исследований
Концентрации загрязняющих веществ в воде московского водопровода по данным ФБУЗ «ЦГиЭ в г.Москве» и ОАО «Мосводоканал»		21 266 исследований
Концентрации загрязняющих веществ в продуктах питания по данным ФБУЗ «ЦГиЭ в г.Москве»		12 995 исследований
Смертность населения по данным Мосгорстата	- Расчет дополнительной смертности	27 877 случаев
Численность населения по данным Мосгорстата	- Расчет популяционного риска	3 637 450 человек
Всего единиц информации		**6 744 579**

Работа проводилась в соответствии с основными этапами оценки риска [Р 2.1.10.1920-04].

На этапе идентификации опасности проведен анализ качества атмосферного воздуха, питьевой воды и пищевых продуктов по каждому из 30 районов, выбранных для исследования трех административных округов города Москвы – Западного, Северо-

Западного и Юго-Восточного (далее ЗАО, СЗАО, ЮВАО), отличающихся экологической обстановкой [Кульбачевский А.О., 2014].

С этой целью собраны максимально полные сведения о выбросах стационарных источников и автотранспорта (данные форм 2ТП-воздух, томов ПДВ, проектов по обоснованию СЗЗ, НИИАТ, НИПИ Генплана) и проведено ранжирование выбрасываемых в атмосферу 402-х загрязняющих веществ по степени их опасности для здоровья населения с определением индекса сравнительной канцерогенной и неканцерогенной опасности веществ.

В результате выявлены химические вещества, приоритетные по влиянию на здоровье населения, по следующим критериям: высокий индекс сравнительной неканцерогенной опасности (HRI), доказанная или вероятная канцерогенность для человека (группа 1-2 по МАИР, А-В по U.S.EPA); вещество исключали из перечня приоритетных соединений, если для него были установлены: незначительный вклад в общий суммарный выброс, низкий индекс сравнительной неканцерогенной опасности (HRI), отсутствие надежных критериев оценки опасности для здоровья населения). Кроме того, проанализированы базы данных социально-гигиенического мониторинга как по атмосферному воздуху, так и по питьевой воде и пищевым продуктам.

На основе результатов ранжирования отобранных химических веществ (с учетом объема их поступления в окружающую среду, степени выраженности их канцерогенных и токсических свойств), содержания веществ в различных средах, анализа данных мониторинга установлены приоритетные химические соединения по влиянию на здоровье населения на каждой территории, вошедшей в исследования.

Количественная оценка экспозиции проведена по данным мониторинга и на основе моделирования рассеивания выбросов стационарных источников (использована модель AERMOD (версия 09292)) и выбросов автотранспорта (использовалась модель OLM-версия (Ozone limiting method) ISC3ST) с растровым (площадным) представлением результатов, что позволило установить пространственно-временную характеристику распространения уровней загрязнения на территории с необходимой степенью детализации. Для установления уровней экспозиции на основе мониторинга определяли максимальные и минимальные концентрации химических веществ в точках воздействия; среднегодовые (в зависимости от распределения количественных данных – медианные) концентрации за трехлетний период исследования (2011-2013 гг.), а также их 90-процентили.

Расчет экспозиционных доз проводили на уровне среднегодовых (в зависимости от распределения количественных данных - медианных) за трехлетний период

исследования (2011-2013 гг.) концентраций их содержания в объектах окружающей среды (воздухе, питьевой воде, пищевых продуктах) и верхней границе экспозиции (90-й процентиль, максимальная концентрация) путем расчета среднесуточных пожизненных доз, для чего использованы стандартные значения факторов экспозиции, которые получены из Руководства по оценке риска [Р 2.1.10.1920-04].

Для расчета уровней риска учитывали данные мониторинга в комплексе с данными моделирования распространения выбросов стационарных и передвижных источников. Канцерогенная опасность оценена в отношении индивидуального и популяционного канцерогенного риска. Рассчитан канцерогенный риск для каждого канцерогеноопасного вещества и их суммы с учетом возможных путей поступления (ингаляционный, пероральный, накожный), а также их суммарный канцерогенный риск для всех путей поступления из всех воздействующих сред.

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов для отдельных веществ проведена на основе расчетов коэффициентов опасности хронического и острого действия. Для оценки риска развития общетоксических эффектов со стороны критических органов и систем рассчитаны индексы хронической и острой опасности для веществ однонаправленного действия. При комплексном и многосредовом воздействии рассчитан суммарный индекс опасности. Для мелкодисперсных взвешенных частиц оценка неканцерогенного риска проведена с применением единичных коэффициентов риска, отражающих относительный прирост общей смертности на каждые 10 мкг/м^3 возрастания концентрации частиц PM_{10}, установленных на основе эпидемиологического исследования с использованием метода мета-анализа в городе Москве (0,47%) [Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Авалиани С.Л., 2015].

Статистическая обработка данных исследования проведена с использованием программного обеспечения Statistica 10 Statsoft (критерии Шапиро-Уилка, Шапиро-Франчиа, Манна-Уитни, Краскела-Уоллиса, коэффициент Стьюдента).

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка данных динамического мониторинга окружающей среды позволила установить, что в большинстве районов, в которых размещены посты мониторинга атмосферного воздуха, контролируется больше половины всех приоритетных неканцерогенных выбросов стационарных источников. Определяются соединения, рекомендованные ВОЗ и другими международными организациями для контроля в крупных городах, такие как диоксид азота, оксид углерода, формальдегид, бензол,

диоксид серы, взвешенные вещества, в том числе PM_{10} и др. В то же время, из канцерогеноопасных соединений определяется менее половины выбрасываемых промышленными предприятиями; на территории большинства районов исследования не подлежат мониторингу соединения, вносящие основной вклад в суммарный индекс сравнительной канцерогенной опасности, такие как хром шестивалентный. Из соединений, характерных для выбросов автотранспорта, который по данным официальной статистики вносит основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха города Москвы, определяется до 60% приоритетных по влиянию на здоровье химических веществ, включая 1,3-бутадиен, бенз(а)пирен, бензол, формальдегид, диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы.

В питьевой воде из санитарно-химических показателей определяются соединения, образование которых характерно при обеззараживании воды хлорированием (хлорорганические соединения) и озонированием (формальдегид), которое осуществляется на станциях водоподготовки города Москвы; металлы (кадмий, никель, свинец, хром шестивалентный, мышьяк, сурьма, алюминий и др.); показатели, свидетельствующие о санитарно-техническом состоянии водопроводной сети (нитриты, железо) и возможном загрязнении распределительной сети органическими веществами (аммиак и аммонийные соли).

В пищевых продуктах определяются токсичные элементы (кадмий, мышьяк, ртуть, свинец, никель и др.), пестициды (ГХЦГ, ДДТ, алдрин и др.), микотоксины (афлатоксины В1, М1, патулин и др.), нитраты и нитриты и др. Исследования проводятся во всех основных группах пищевых продуктов, потребление которых характерно для жителей города по данным Мосгорстата. Население города на 90% потребляет пищевые продукты, выращенные и производимые в других регионах РФ, странах ближнего и дальнего зарубежья.

В соответствии с рекомендациями ВОЗ данные мониторинга считаются достаточными для последующего анализа, если они получены при следующих условиях: для оценки среднесуточной концентрации используются данные, полученные на протяжении не менее чем 75% суток; для оценки среднесезонной и среднегодовой концентрации используются данные, полученные для, не менее, чем 75% дней одночасовой концентрации.

В городе Москве мониторинг качества окружающей среды осуществляется различными организациями (см. раздел «объекты и методы исследований»), которые используют разные программы отбора проб, методы измерений, отличаются особенностями регистрации и последующей обработки результатов измерений,

расположением постов контроля, что ведет к несопоставимости результатов контроля. Лабораторный контроль загрязнения атмосферного воздуха на стационарных постах ФГБУ «Центральное УГМС», осуществляющего отбор проб в режиме 2-4 измерения в сутки; маршрутных постах Центра, функционирующих в режиме отбора проб 1 раз в неделю в фиксированные дни и часы, не дает объективной картины оцениваемого фактора. В то же время, на автоматизированных постах ГПБУ «Мосэкомониторинг» осуществляется непрерывный контроль концентраций, что позволяет существенно повысить надежность и точность измеряемых характеристик и расширить спектр решаемых задач: осуществлять оперативное реагирование, устанавливать особенности временной изменчивости (внутригодовой, внутрисуточной, т.д.), выявлять причины повышенного уровня загрязнения. Использование результатов этих измерений позволяет определять в соответствии с международными требованиями истинные значения среднесуточных и среднегодовых концентраций.

Однако на девяти стационарных постах ГПБУ «Мосэкомониторинг», расположенных на выбранных для исследования территориях, в 2011-2013 гг. определялось от 3 до 10 разных химических веществ, ни одно из которых не определялось одновременно на всех стационарных постах. Канцерогеноопасные соединения (бензол, формальдегид, стирол, этилбензол, 1,3-бутадиен) отбирались только на одном стационарном посту, размещенном вблизи автотрассы. Это обстоятельство делает невозможным использование данных ГПБУ «Мосэкомониторинг» для оценки качества атмосферного воздуха на территории всех трех выбранных для исследования административных округов города Москвы. Поэтому установление экспозиционных характеристик и количественная оценка риска, в том числе при многосредовом воздействии, была проведена на примере района Марьино ЮВАО, на территории которого не только находится пост ГПБУ «Мосэкомониторинг», но и, в отличие от других районов, на нем измеряется большое количество загрязняющих веществ.

Кроме того, район Марьино ЮВАО определен как «типичный» по организации системы контроля качества окружающей среды. В районе Марьино также как и в большинстве районов на исследованных территориях, контролируется около 70% всех приоритетных неканцерогенных выбросов стационарных источников; из канцерогеноопасных соединений, выбрасываемых промышленными предприятиями, ни одно не подлежит контролю. По территории района проходят крупные автотрассы с интенсивным движением автотранспорта – Люблинская ул., ул. Перерва, ул. Верхние поля и др., что характерно для большинства исследованных территорий и так же как везде на исследованных территориях контролю подлежат около 60% приоритетных

выбросов автотранспорта. Район Марьино получает водоснабжение от Восточной (Волжский источник водоснабжения) и Западной (Москворецкий источник водоснабжения) станций водоподготовки. Смешанное водоснабжение характерно для трети исследованных территорий и 36% (более 1 200 000 человек) проживающего на них населения. Лабораторный контроль качества питьевой воды осуществляется Центром и ОАО «Мосводоканал» во всех зонах питания станций водоподготовки, в достаточном количестве исследований. Количественная оценка экспозиции проведена по данным Центра, который осуществляет контроль химических соединений, в том числе хлорорганических, во всех точках разводящей сети единообразно. В качестве рецепторной точки для количественной оценки экспозиции выбрана вся территория района Марьино.

Формирование сценария экспозиции проводили с учетом возможности комплексного воздействия на население из разных сред (атмосферный воздух, питьевая вода, продукты питания) и при различных путях поступления в организм (ингаляционно, накожно, перорально). Моделирование рассеивания выбросов для количественной оценки экспозиции при ингаляционном воздействии приоритетных химических веществ от стационарных источников проводили на примере промзоны «Чагино-Капотня», от автотранспорта на примере крупных автомагистралей района (Люблинской ул., ул. Перерва и др.).

Сравнение среднегодовых концентраций отдельных химических веществ, полученных путем моделирования рассеивания выбросов стационарных и мобильных источников и данных мониторинга показало превышение концентраций по данным мониторинга (от 1,5 раз по бензолу до 22 раз по оксиду углерода). Сравнение среднегодовых концентраций отдельных химических веществ, полученных путем моделирования рассеивания выбросов автотранспорта и стационарных источников показало значительное превышение концентраций по данным моделирования рассеивания выбросов автотранспорта: вклад выбросов автотранспорта в суммарный выброс составил от 50% по диоксиду серы до 97% по формальдегиду и ацетальдегиду.

Суммарный индивидуальный канцерогенный риск от воздействия всех канцерогеноопасных соединений, полученных путем как мониторинга, так и моделирования рассеивания выбросов от стационарных источников и автотранспорта (таблица 2) соответствует высокому уровню риска ($1{,}2 \times 10^{-3}$), в основном за счет влияния мониторируемого 1,3-бутадиена (68,2%) и бензина (20,4%), концентрации которого получены путем моделирования выбросов автотранспорта**.** При этом значение суммарного индивидуального канцерогенного риска от воздействия веществ,

концентрации которых определены только путем мониторинга, составило $9,6x10^{-4}$, что соответствует верхней границы настораживающего уровня риска, а от воздействия канцерогенов, концентрации которых получены путем только моделирования рассеивания - $3,2\ x10^{-4}$ (настораживающей уровень риска).

Таблица 2. Индивидуальный канцерогенный риск при воздействии приоритетных канцерогенов из атмосферного воздуха для населения района Марьино

Наименование вещества	**Мониторинг**	**Моделирование выбросов автотранспорта и стационарных источников**	**Мониторинг + моделирование выбросов автотранспорта и стационарных источников**	
	CR	**CR**	**CR**	**Вклад %**
Бензол	$3,0x10^{-5}$	$1,5x10^{-5}$	$3,0x10^{-5}$	2,4
Стирол	$1,5x10^{-6}$	н/п	$1,5x10^{-6}$	0,1
Формальдегид	$1,0x10^{-4}$	$1,1x10^{-5}$	$1,0x10^{-4}$	8,2
1,3-Бутадиен	$8,3x10^{-4}$	$3,2x10^{-5}$	$8,3x10^{-4}$	68,2
Сажа	н/о	$2,1x10^{-6}$	$2,1x10^{-6}$	0,2
Ацетальдегид	н/о	$7,1x10^{-7}$	$7,1x10^{-7}$	0,1
Бензин	н/о	$2,5x10^{-4}$	$2,5x10^{-4}$	20,4
Тетрахлорметан	н/о	$1,3x10^{-6}$	$1,3x10^{-6}$	0,1
Хром +6	н/о	$1,3x10^{-6}$	$1,3x10^{-6}$	0,1
Этилбензол	н/о	$5,5x10^{-8}$	$5,5x10^{-8}$	0,004
Бенз(а)пирен	н/о	$1,3x10^{-6}$	$1,3x10^{-6}$	0,1
Никель	н/о	$2,3x10^{-11}$	$2,3x10^{-11}$	0,000002
Тетрахлорэтилен	н/о	$5,7x10^{-9}$	$5,7x10^{-9}$	0,0005
Нафталин	н/о	$7,0x10^{-7}$	$7,0x10^{-7}$	0,1
Свинец	н/о	$1,2x10^{-10}$	$1,2x10^{-10}$	0,00001
Сумма	**$9,6x10^{-4}$**	**$3,2x10^{-4}$**	**$1,2\ x10^{-3}$**	**100**

Примечание: н/о – не входит в программу мониторинга ГПБУ «Мосэкомониторинг»
н/п – моделирование не проводилось

Неканцерогенный риск при остром воздействии приоритетных химических веществ из атмосферного воздуха на высоком уровне (HI 10,9) определен по влиянию на органы дыхания за счет концентраций взвешенных веществ (49,1%), полученных путем мониторинга. При хроническом воздействии высокий уровень неканцерогенного риска определен по влиянию на органы дыхания (HI 22,2), кровь (HI 16,9), сердечно-сосудистую (HI 14,7), репродуктивную (HI 14,6) системы за счет концентраций 1,3-бутадиена, полученных путем мониторинга; на настораживающем уровне - на иммунную систему (HI 4,0) за счет мониторируемого формальдегида.

Приоритетным путем поступления канцерогенов из **питьевой воды** в организм жителей города (таблица 3) является ингаляционный (75,5% при медианных концентрациях и более 80% при максимальных концентрациях и на уровне 90 процентиля) за счет хлорорганических соединений (100%). Значения канцерогенного риска при комплексном воздействии канцерогеноопасных веществ из питьевой воды с учетом всех путей их поступления в организм (ингаляционно, перорально, накожно) находятся на настораживающем уровне как при медиане их содержания ($2,3x10^{-5}$) (таблица 3), так и на уровне максимальных концентраций ($1,4x10^{-4}$) и 90 процентиля содержания ($8,6x10^{-5}$). Ведущее место при комплексном поступлении канцерогенов из питьевой воды принадлежит бромдихлорметану (54,3% при медианных концентрациях (таблица 3) и более 85% при максимальных концентрациях и на уровне 90 процентиля содержания).

Таблица 3. Канцерогенный риск при поступлении канцерогенов с питьевой водой на уровне средней экспозиции для населения района Марьино

Путь / В-во	**Бромдихлор метан**	**Свинец**	**Тетрахлор метан**	**Хлоро-форм**	**Сумма**	**Вклад %**
Перорально	$1,0x10^{-6}$	$2,8x10^{-6}$	$7,6x10^{-7}$	$6,4x10^{-7}$	$5,2x10^{-6}$	22,0
Ингаляционно	$1,2x10^{-5}$	0	$1,6x10^{-6}$	$4,5x10^{-6}$	$1,8x10^{-5}$	75,5
Накожно	$7,0x10^{-8}$	0	$1,9x10^{-7}$	$3,3x10^{-7}$	$5,8x10^{-7}$	2,5
Сумма	**$1,3x10^{-5}$**	**$2,8x10^{-6}$**	**$2,5x10^{-6}$**	**$5,5x10^{-6}$**	**$2,3x10^{-5}$**	**100**
Вклад	**54,3**	**11,8**	**10,7**	**23,2**	**100**	**-**

Коэффициенты и индексы опасности при комплексном поступлении всех приоритетных химических веществ из питьевой воды, рассчитанные как на уровне медианных, так и на уровне максимальных концентраций, не превышают верхнюю границу допустимого уровня (1,0).

Канцерогенный риск, связанный с потреблением **продуктов питания**, варьирует от настораживающего ($4,2x10^{-4}$) до допустимого уровня ($4,8\ x10^{-5}$) при медиане содержания канцерогенов в зависимости от формы содержания мышьяка (органическая или неорганическая) и находится на настораживающем уровне при 90 процентиле их содержания ($9,7x10^{-4}$ - $1,1x10^{-4}$ в зависимости от формы содержания мышьяка) (таблица 4), что согласуется с исследованиями, проведенными в других городах РФ (Новиков С.М., Унгуряну Т.Н.).

Определяемые уровни канцерогенного риска в случае содержания в продуктах питания неорганической формы мышьяка, обладающей канцерогенным действием, обусловлены поступлением мышьяка на уровне средней экспозиции (88,5%) (таблица 4) в основном с рыбными (33,1%) продуктами, на уровне верхней экспозиции (88,7%) – в

основном с мясной продукцией (30,5%). В случае содержания в продуктах питания органической формы мышьяка, не обладающей канцерогенным действием, уровни канцерогенного риска обусловлены поступлением кадмия на уровне средней (58,2%) и верхней (51,4%) экспозиции с молочными продуктами (69%).

Таблица 4. Канцерогенный риск при поступлении канцерогенов с продуктами питания для населения района Марьино

Контаминанты	**Канцерогенный риск**			
	Медиана	**Вклад, %**	**90-й процентиль**	**Вклад, %**
Бенз(а)пирен	$6{,}0 \times 10^{-6}$	1,4	$1{,}2 \times 10^{-5}$	1,2
Кадмий	$2{,}8 \times 10^{-5}$	6,7	$5{,}6 \times 10^{-5}$	5,8
Мышьяк (неорганическая форма)	$3{,}7 \times 10^{-4}$	88,5	$8{,}6 \times 10^{-4}$	88,7
Свинец	$1{,}4 \times 10^{-5}$	3,4	$4{,}1 \times 10^{-5}$	4,2
Сумма	**$4{,}2 \times 10^{-4}$**	**100**	**$9{,}7 \times 10^{-4}$**	**100**

Неканцерогенный риск при экспозиции, соответствующей среднему рациону и как среднему, так и максимальному уровню загрязнения продуктов питания, находится на допустимом уровне.

Следует отметить, что в городе Москве население в основном потребляет продукты питания, выращенные и производимые в других регионах РФ, странах ближнего и дальнего зарубежья, поэтому риск, связанный с потреблением пищевых продуктов не зависит от содержания химических веществ в сопредельных объектах окружающей среды города и может рассматриваться только как дополнительная химическая нагрузка.

Ведущей средой при поступлении канцерогенов всеми путями (ингаляционно, перорально, накожно) **одновременно из различных воздействующих сред** (атмосферный воздух, питьевая вода, продукты питания) является атмосферный воздух, вклад которого в общий суммарный канцерогенный риск составляет 73,3%. На долю продуктов питания приходится 25,2%, питьевой воды – 1,8% (таблица 5).

Приоритетным путем поступления в организм веществ, обладающих канцерогенным действием, является ингаляционный, вклад которого в суммарный канцерогенный риск составляет 74,4% (таблица 5). Ингаляционный канцерогенный риск формируется в основном за счет поступления 1,3-бутадиена (67,6%) и бензина (20,2%) из атмосферного воздуха. Вклад перорального пути поступления канцерогенов составляет 25,5%, за счет поступления мышьяка (87,4%) с продуктами питания; накожного - менее 1% за счет хлороформа (56,3%) из питьевой воды.

Многосредовой канцерогенный риск, рассчитанный на уровне средних концентраций канцерогенов, для всех путей поступления находится на высоком уровне ($1,7x10^{-3}$) (таблица 5).

Таблица 5. Многосредовой канцерогенный риск для населения района Марьино

Путь поступления	**Воздействующая среда**			**Сумма**	
	Атмосферный воздух	**Питьевая вода**	**Продукты питания**	**Значение**	**Вклад, %**
Ингаляционный	$1,2 \times 10^{-3}$	$1,8 \times 10^{-5}$	-	$1,2 \times 10^{-3}$	74,4
Пероральный	-	$5,2 \times 10^{-6}$	$4,2 \times 10^{-4}$	$4,2 \times 10^{-4}$	25,5
Накожный	-	$5,8 \times 10^{-7}$	-	$5,8 \times 10^{-7}$	0,04
Сумма	**$1,2 \times 10^{-3}$**	**$2,3 \times 10^{-5}$**	**$4,2 \times 10^{-4}$**	**$1,7 \times 10^{-3}$**	**100**
Вклад, %	**73,3**	**1,8**	**25,2**	**100**	**-**

Популяционный риск, который отражает дополнительное к фоновому уровню заболеваемости число случаев злокачественных новообразований в исследуемой популяции за 70 лет, от загрязнения всех изученных сред составляет 425,8 на 250 494 жителей района Марьино или 6 случаев за год.

Наибольшему риску развития неблагоприятных неканцерогенных эффектов как при хроническом, так и при остром действии химических веществ, поступающих всеми путями (ингаляционно, перорально, накожно) **одновременно из различных воздействующих сред** (атмосферный воздух, питьевая вода, продукты питания) и действующих на один критический орган или систему организма подвержены органы дыхания (22,2 и 11,0 соответственно) (таблица 6). Высокий риск развития хронических неканцерогенных эффектов определен со стороны системы крови (16,3) и репродуктивной системы (15,3); настораживающий - со стороны иммунной системы (4,5) (таблица 6).

Ведущей средой, оказывающей неблагоприятное действие на органы дыхания, кровь, репродуктивную и иммунную системы является атмосферный воздух (более 85%). Основными химическими веществами, загрязняющими атмосферный воздух и обуславливающими определенные уровни риска развития острых и хронических неканцерогенных эффектов со стороны указанных систем являются 1,3-бутадиен и формальдегид при хроническом воздействии; взвешенные вещества и диоксид серы при остром воздействии.

В то же время, проведенные исследования показали, что вклад химических веществ из питьевой воды и продуктов питания в **многосредовой неканцерогенный** риск значительно выше, чем для канцерогенного риска, а по отдельным органам и системам организма превышает вклад атмосферного воздуха. Так, при хроническом многосредовом воздействии химических веществ на почки вклад продуктов питания

составляет 49,4%, на гормональную систему 92,7%. Наиболее высокие доли вклада питьевой воды и продуктов питания отмечаются при остром действии химических веществ из обследованных сред: вклад химических веществ из питьевой воды при действии на печень составляет 100%, кровь – 42,4%; из продуктов питания при действии на кровь – 57,6%, гормональную, центральную нервную системы и кожу – более 90%, репродуктивную и иммунную системы – более 80%, почки – 79,5%.

Таблица 6. Суммарные индексы опасности
по влиянию на критические органы (системы) на уровне средней экспозиции

Критические органы/ системы	**Воздействующая среда**			**Сумма**	**Вклад,%**		
	АВ	**ПВ**	**ПП**		**АВ**	**ПВ**	**ПП**
Органы дыхания	22,2	0,0041	0	22,2	99,9	0,1	0
Кровь	15,8	0,07	0,42	16,3	97,0	0,4	2,6
Репродуктивная система	14,6	0,05	0,65	15,3	95,5	0,3	4,3
Иммунная система	4,0	0,005	0,54	4,5	88,0	0,1	11,9
ЦНС	0,8	0,117	0,54	1,5	54,9	8,0	37,1
Почки	0,37	0,11	0,47	1,0	38,9	11,6	49,4
Гормональная система	0,0029	0,06	0,8	0,9	0,3	7,0	92,7
Развитие	0,24	0,11	0,2	0,6	41,9	18,5	39,7
Печень	0,38	0,099	0	0,5	79,2	20,8	0
Кожа	0	0,005	0,12	0,125	0	3,7	96,3

При оценке неканцерогенного риска с учетом зависимости «доза-ответ», полученных в эпидемиологических исследованиях, дополнительное число общей смертности, связанное с хроническим воздействием PM_{10} определено на уровне 21,2 случая смерти в год на 250 494 человек района Марьино (8,5 на 100 тыс. населения), что составляет 1,3% от показателя общей смертности без учета внешних причин. Полученные результаты совпадают с данными мировой литературы о влиянии PM_{10} на показатели общей смертности населения (Pope CA, Samoli E, Stafoggia M., Carey IM et al.) и работ, проведенных в городах России (Новиков С.М., Авалиани С.Л., Ревич Б.А., Шашина Т.А., Унгуряну Т.Н. и др.). Прирост случаев смерти на уровне 3% рекомендован ВОЗ в качестве промежуточного норматива по среднегодовым концентрациям (WHO, 2005).

Анализируя полученные результаты работы, следует отметить, что для разработки первостепенных и долгосрочных управленческих решений по снижению уровней риска здоровью в городе-мегаполисе необходимо учитывать совокупность данных инвентаризации выбросов, моделирования рассеивания и мониторинга окружающей среды для многосредовой оценки риска здоровью всех приоритетных химических веществ. Для решения этой задачи предложена схема оценки многосредового риска в городе-мегаполисе для обоснования оптимальных управленческих решений по его

снижению, включающая характеристику пространственного распространения загрязнений, количественную оценку экспозиции с достаточной степенью детализации, характеристику канцерогенного и неканцерогенного рисков с определением долевого вклада конкретных сред, путей поступления и загрязняющих веществ в уровни многосредового канцерогенного и неканцерогенного рисков здоровью, с конкретными регулирующими действиями на каждом этапе оценки риска (схема стр. 20).

ВЫВОДЫ

1. Действующие системы контроля качества окружающей среды не всегда направлены на определение количественных характеристик экспозиции населения и оценку связанных с этим последствий для состояния здоровья.

2. Совокупность результатов инвентаризации выбросов, моделирования рассеивания и данных мониторинга окружающей среды взаимно дополняют друг друга в рамках целостного подхода к оценке экспозиции и характера влияния химических загрязнителей на состояние здоровья населения.

3. Использование современных моделей рассеивания выбросов с растровым (площадным) представлением информации с любой степенью детализации позволяет определить экспозицию всех приоритетных по влиянию на здоровье химических веществ, установить население под воздействием, провести корректировку расположения точек контроля качества окружающей среды с учетом выявленных территорий с высокими уровнями загрязнения.

4. Оценка многосредового риска, выполненная по совокупности данных динамического мониторинга и моделирования приоритетных веществ показала, что ведущей средой в возникновении канцерогенного, а также острого и хронического неканцерогенного риска здоровью населения города-мегаполиса Москвы является атмосферный воздух, вклад которого в общий суммарный канцерогенный риск составляет 73,3%. На долю продуктов питания приходится 25,2%, питьевой воды – 1,8%. В условиях мегаполиса риск, связанный с потреблением продуктов питания, не зависит от содержания химических веществ в сопредельных объектах окружающей среды города.

5. Приоритетным путем поступления в организм веществ, обладающих канцерогенным действием, является ингаляционный (74,4%), который формируется, в основном, за счет поступления 1,3-бутадиена (67,6%) и углеводородов бензиновой фракции (20,2%), содержащихся в отработавших газах автотранспорта. Вклад перорального пути поступления канцерогенов составляет 25,5%, за счет поступления мышьяка (87,4%) с продуктами питания; накожного - менее 1% за счет поступления хлороформа (56,3%) из питьевой воды.

Схема оценки многосредового риска в городе-мегаполисе для обоснования оптимальных управленческих решений по его снижению

Этапы оценки многосредового риска для управления качеством окружающей среды	Результаты оценки	Действия для принятия управленческих решений
• Инвентаризация выбросов от стационарных и мобильных источников; • Ранжирование компонентов выбросов стационарных и мобильных источников на основе их опасности для здоровья населения; • Выявление приоритетных по степени влияния на здоровье вредных факторов и источников их выделений	• Установление потенциальной канцерогенной и неканцерогенной нагрузки на население; • Установление ведущих источников загрязнения окружающей среды, требующих контроля	Контроль ведущих источников загрязнения ОС
Оценка данных мониторинга окружающей среды: • учет данных мониторинга объектов ОС, проводимого всеми контролирующими организациями; • оценка полноты мониторинга; • оценка надежности данных мониторинга	Установление достаточности данных мониторинга окружающей среды	Корректировка системы мониторинга качества ОС
Характеристика пространственного распространения загрязнения: • Моделирование поступления химических веществ в ОС; • Характеристика пространственного распространения загрязнений ОС	Установление населения под воздействием	Корректировка расположения точек контроля качества окружающей среды
Количественная оценка экспозиции с использованием данных мониторинга всех объектов ОС в комплексе с данными моделирования выбросов стационарных и мобильных источников	Установление возможных последствий для здоровья	Прогноз появления неблагоприятных эффектов среди населения
• Характеристика канцерогенного и неканцерогенного рисков здоровью населения при последовательном и многосредовом воздействии; • Определение долевого вклад конкретных сред, путей поступления и загрязняющих веществ в уровни многосредового канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью населения	• Установление ведущей среды, пути поступления и загрязняющих веществ, создающих наиболее высокие риски здоровью для последующего контроля; • Установления приоритетных объектов управления риском	Разработка плана действий по снижению риска на основе анализа альтернатив по минимизации риска

6. В мегаполисе наибольшему риску развития неблагоприятных неканцерогенных эффектов при хроническом воздействии химических веществ подвержены органы дыхания (HI 22,2), система крови (HI 16,3), репродуктивная система (HI 15,3); при остром действии - органы дыхания (HI 11,0). Основной вклад в риск развития острых и хронических неканцерогенных эффектов вносят вещества, загрязняющие атмосферный воздух – 1,3-бутадиен и формальдегид при хроническом воздействии; взвешенные вещества и диоксид серы при остром воздействии.

7. Предложенная схема оценки многосредового риска позволяет обосновать стратегию действий, отдающих предпочтение регулированию тех источников загрязнения и факторов риска, которые представляют наибольшую угрозу состоянию здоровья населения.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Проводить систематические измерения основных канцерогеноопасных соединений и веществ, рекомендованных ведущими международными организациями для контроля в крупных городах (диоксид азота, оксид углерода, формальдегид, бензол, диоксид серы, взвешенные вещества, в том числе PM10 и др.) на всех стационарных постах ГПБУ «Мосэкомониторинг» и ФГБУ «Центральное УГМС». Расположить указанные посты в каждом административном округе в местах проживания населения, принимая во внимание как территории с максимальными уровнями загрязнения, так и районы с высокой плотностью населения.

2. При выборе мест расположения постов мониторинга учитывать данные современных моделей рассеивания выбросов с растровым (площадным) представлением информации приоритетных по влиянию на здоровье химических веществ от приоритетных источников загрязнения.

3. С учетом значительного вклада 1,3-бутадиена в уровни канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью населения, проводить определение данного вещества на постах мониторинга атмосферного воздуха.

4. С учетом значительного вклада бромдихлорметана в уровни канцерогенного риска применять высокочувствительные методы анализа питьевой воды, позволяющие определять концентрации всего спектра хлорорганических соединений.

5. С учетом высокой значимости для здоровья формы содержания мышьяка в продуктах питания проводить ее определение при лабораторном контроле.

6. Применять предложенную схему оценки многосредового риска для обоснования оптимальных управленческих решений по его снижению при разработке программ

социально-экономического развития территорий и выборе соответствующих приоритетов природоохранных мероприятий, планов развития населенных пунктов и т.п.

Список работ, опубликованных по теме диссертации в ведущих журналах, рекомендованных ВАК:

1. **Судакова Е.В.** Многосредовой канцерогенный риск здоровью населения города Москвы // Здоровье населения и среда обитания. 2015. - 6 (267). С. 13-15

2. Додина Н.С., **Судакова Е.В.**, Шашина Е.А. Риск здоровью населения города Москвы при комплексном воздействии химических веществ, контролируемых в питьевой воде в рамках социально-гигиенического мониторинга // Здоровье населения и среда обитания. 2016. - 4 (277). С. 4-7

3. Андреева Е.Е., Иваненко А.В., Силиверстов В.А., **Судакова Е.В.** Применение методологии оценки риска для здоровья населения от вредных факторов окружающей среды в практической деятельности Управления Роспотребнадзора // Гигиена и санитария. 2016. 2. С. 219-223

4. Иваненко А.В., **Судакова Е.В.**, Скворцов С.А., Бестужева Е.В. Оценка риска здоровью населения от воздействия атмосферных загрязнений на отдельных территориях Москвы // Гигиена и санитария. 2017. 3. С. 206-211

В других изданиях:

5. Андреева Е.Е., Иваненко А.В., Волкова Н.А., **Судакова Е.В.**, Ефимов М.В. Оценка риска здоровью в системе социально-гигиенического мониторинга как инструмент осуществления санитарно-эпидемиологического надзора в г. Москве // Актуальные проблемы безопасности и оценки риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / Под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. Пермь: Книжный формат, 2014. С. 281-284

6. **Судакова Е.В.** Оценка надежности системы мониторинга (контроля) качества среды обитания на территории города Москвы // Окружающая среда и здоровье. Здоровая среда – здоровое население: Материалы V Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов с международным участием/ Под ред. акад. РАН Ю.А. Рахманина. Москва, 2014. С. 447-450

7. Иваненко А.В., Волкова Н.А., **Судакова Е.В.** Оценка риска воздействия на население города Москвы химических контаминантов в пищевых продуктах // Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при

воздействии факторов среды обитания: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / Под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. Пермь: Книжный формат, 2015. С. 161-163

8. Скворцов С.А., **Судакова Е.В.**, Бестужева Е.В. Риск здоровью населения г.Москвы от воздействия химических веществ, контролируемых в атмосферном воздухе в рамках социально-гигиенического мониторинга // Методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования химического загрязнения окружающей среды и его влияние на здоровье населения: Материалы Пленума Научного совета РФ по экологии человека и гигиене окружающей среды / Под ред. акад. РАН Ю.А. Рахманина. Москва, 2015. С. 392-394

9. **Судакова Е.В.**, Авалиани С.Л. Оценка риска здоровью населения при многосредовом воздействии химических веществ для управления качеством окружающей среды в условиях города-мегаполиса // Окружающая среда и здоровье. Гигиена и экология урбанизированных территорий: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием молодых ученых и специалистов/ Под ред. акад. РАН Ю.А. Рахманина. Москва, 2016. С. 461-466